

**EDITORA KREATIK**

**COLETÂNEA DE ADMINISTRAÇÃO,  
MARKETING E INOVAÇÃO 2**

**VOLUME 2**

1ª edição  
2020

**Thaise Ribeiro Luz**  
Organizador(a)

# **Coletânea de Administração, Marketing e Inovação 2**

**EDITORA KREATIK**  
**ITAJUBÁ – BRASIL**  
**2020**

© 2020 – KREATIK

editora.kreatik.com.br

✉ publicacao@kreatik.com.br

**Editor(a) Chefe e Organizador(a):** Thaise Ribeiro Luz

**Editoração, Arte e Capa:** Kreatik

**Revisão:** Respectivos autores dos artigos

#### Conselho Editorial

Prof. Me. Ernany Daniel de Carvalho Gonçalves

Prof. Me. João Paulo Chaves Barbosa

Prof. Dr. Vinicius de Carvalho Paes

C694

Coletânea de Administração, Marketing e Inovação 2/ Organizador(a) Thaise Ribeiro Luz. - Itajubá (MG) : Editora Kreatik, 2020. 78p. : il.

Formato: PDF

Requisito de Sistema: Adobe Acrobat Reader

ISBN 978-65-990896-7-1

Inclui bibliografia

1. Administração. 2. Gestão. 3. Marketing.  
I. Luz, Thaise Ribeiro. II. Título.

CDD: 658

Os **conteúdos** dos artigos científicos incluídos nesta publicação são de **responsabilidade** exclusiva dos seus respectivos **autores**.

## **Apresentação**

Seja bem-vindo leitor!

A **Coletânea de Administração, Marketing e Inovação 2** é uma publicação no formato e-book PDF, organizada com conteúdos científicos especialmente selecionados das áreas de Administração, Marketing e Gestão.

Os artigos organizados como capítulos desta coletânea, visam garantir maior visibilidade dos mesmos por meio de um canal de comunicação acessível para muitos leitores, facilitando também o compartilhamento do conteúdo. No fim desta publicação pode ser verificada a biografia dos autores.

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capítulo 1</b> -----   | página 5  |
| ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE HIDROJATO E PROPULSÃO CONVENCIONAL: UMA NOVA POSSIBILIDADE DE EMPREGO EM NAVIOS DA MARINHA DO BRASIL<br>Igor Pinheiro de Araújo Costa, Sérgio Mitihiro do Nascimento Maêda, Luiz Frederico Horácio de Souza de Barros Teixeira, Carlos Francisco Simões Gomes, Marcos dos Santos, Agenor Fabiano Pampolha Garcia, Arthur Pinheiro de Araújo Costa, Lucas Aguiar Amaral Klier Teixeira, Marcos Alexandre Pinto de Castro Junior. |           |
| <b>Capítulo 2</b> -----   | página 21 |
| UMA ANÁLISE DA INCLUSÃO DO ALUNO DEFICIENTE NO ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO<br>Jéssica da Silva Alves de Pinho, Jean de Aguiar Seabra, Thamara França do Carmo Torres, Carlos Alberto Nunes Cosenza.  |           |
| <b>Capítulo 3</b> -----   | página 39 |
| UMA REFLEXÃO SOBRE OS DESAFIOS ENFRENTADOS PELAS MULHERES NO MERCADO DE TRABALHO<br>Julio Cesar Ballador, Thamiris Silva Rosa, Rita de Cássia Arruda Fajardo, Marcela Avelina Bataghin Costa.   |           |
| <b>Capítulo 4</b> -----   | página 59 |
| USANDO UM SMARTPHONE COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA ANALÍTICA<br>Jéssica da Silva Alves de Pinho, Jean de Aguiar Seabra, Marco Antônio Ribeiro Tupinambá, Carlos Alberto Nunes Cosenza.   |           |
| <b>Sobre os autores</b> -----   | página 75 |
| <b>Sobre o(a) organizador(a)</b> -----  | página 78 |

# Capítulo 1

## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE HIDROJATO E PROPULSÃO CONVENCIONAL: UMA NOVA POSSIBILIDADE DE EMPREGO EM NAVIOS DA MARINHA DO BRASIL

Igor Pinheiro de Araújo Costa  
Sérgio Mitihiro do Nascimento Maêda  
Luiz Frederico Horácio de Souza de Barros Teixeira  
Carlos Francisco Simões Gomes  
Marcos dos Santos  
Agenor Fabiano Pampolha Garcia  
Arthur Pinheiro de Araújo Costa  
Lucas Aguiar Amaral Klier Teixeira  
Marcos Alexandre Pinto de Castro Junior  
Thiago Zamith Cunha

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE HIDROJATO E PROPULSÃO CONVENCIONAL: UMA NOVA POSSIBILIDADE DE EMPREGO EM NAVIOS DA MARINHA DO BRASIL

Igor Pinheiro de Araújo Costa  
Sérgio Mitihiro do Nascimento Maêda  
Luiz Frederico Horácio de Souza de Barros Teixeira  
Carlos Francisco Simões Gomes  
Marcos dos Santos  
Agenor Fabiano Pampolha Garcia  
Arthur Pinheiro de Araújo Costa  
Lucas Aguiar Amaral Klier Teixeira  
Marcos Alexandre Pinto de Castro Junior  
Thiago Zamith Cunha

## Resumo

Este artigo tem por objetivo verificar a viabilidade do emprego da propulsão por hidrojato em navios da Marinha do Brasil (MB), tendo em vista a limitação que a propulsão convencional apresenta principalmente em regiões de baixa profundidade e de difícil manobrabilidade, como regiões ribeirinhas e pantaneiras. Para isso, foi utilizada Pesquisa Operacional (PO), por meio do método Holtrop, para comparar as eficiências da propulsão a hidrojato e convencional, operando em três faixas de velocidades: 12, 21 e 35 nós. Além disso, foram estudadas as principais características energéticas e operacionais do sistema de propulsão por hidrojato, destacando suas vantagens e desvantagens. Foram exemplificados alguns casos de aplicação de hidrojato em navios militares, avaliando a viabilidade de implementação desse tipo de propulsão em outros meios navais da MB. Os resultados mostram que o hidrojato é mais eficiente que a propulsão convencional em embarcações que despendem altas velocidades, principalmente em operações ribeirinhas e pantaneiras, e essa característica pode ser muito útil à MB, contribuindo para o aumento da capacidade de fiscalização nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB). Portanto, este artigo representa grande relevância para a academia e sociedade, pois apresenta uma metodologia que permite verificar que tipo de propulsão é mais eficiente, a qual pode ser utilizada por setores navais civis e militares, visando escolher o tipo de propulsão mais adequado para atingir seus objetivos.

**Palavras-chave:** análise de eficiência, propulsão a hidrojato, aplicação militar.

## 1. Introdução

A Marinha do Brasil (MB) tem como missão principal a garantia da soberania nacional nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB). Para isso, é necessário que os meios empregados sejam modernos, versáteis, robustos e eficientes. Identifica-se uma dificuldade do cumprimento dessa missão, principalmente em regiões ribeirinhas e pantaneiras, onde as pequenas profundidades e a presença de troncos e entulhos na água oferecem riscos à integridade dos motores de popa tradicionais, o que limita a fiscalização nessas regiões.

Tais limitações na fiscalização pela MB, naturalmente tendem a aumentar a quantidade de ações ilícitas nessas áreas, principalmente no que tange a contrabando, pesca ilícita e tráfico de drogas. Sendo assim, a implementação de sistemas de propulsão que venham a dirimir tais limitações seria uma forma muito útil de melhorar as condições de operação das embarcações de fiscalização nessas regiões sensíveis, o que aumentaria sobremaneira a capacidade de cumprir suas missões.

Nos dias atuais, alguns tipos de propulsão mais avançados, como o hidrojato, ganham enorme relevância, pois oferecem vantagens quanto à versatilidade e velocidade despendida em regiões de difícil manobrabilidade. Além dos aspectos operacionais, a eficiência no consumo de combustíveis apresenta grande importância, tendo em vista a situação difícil em que se encontra a economia brasileira e, conseqüentemente, a MB, que vem enfrentando diversos cortes no orçamento nos últimos anos.

Levando-se em consideração que a propulsão convencional comprovadamente não oferece boa eficiência em altas velocidades (ALLISON, 1978), faz-se necessária a realização de estudos de viabilidade para a implementação de tipos de propulsão alternativos, que ofereçam um melhor desempenho em relação ao consumo de combustível nessa condição de operação.

Em face ao exposto, este artigo tem por objetivo verificar a viabilidade de instalação da propulsão por hidrojato nas embarcações miúdas, de médio e de grande porte da MB, avaliando vantagens e desvantagens desse sistema em relação à propulsão convencional.

O artigo está dividido em 5 seções. Na seção 2, é feita a descrição da propulsão por hidrojato, abordando seus princípios físicos e termodinâmicos. Em seguida, na seção 3, são estudadas as principais características operacionais e técnicas do emprego da propulsão por hidrojato, além de apresentação de seu uso em meios navais de Marinhas estrangeiras e também em embarcações miúdas da MB, além de apresentação de dados relevantes a respeito do projeto de construção da Corveta Nacional. Na seção 4, é descrita a metodologia e realizada uma análise comparativa entre propulsão convencional e por hidrojato, ressaltando os aspectos concernentes à eficiência em diferentes condições de operação e vantagens de um em relação ao outro. Por fim, na seção 5, é feita a conclusão do artigo.

## 2. Fundamentação Teórica

Nesta seção será descrito o sistema de propulsão por hidrojato, bem como serão detalhados seus aspectos físicos e termodinâmicos.

### 2.1. Hidrojato

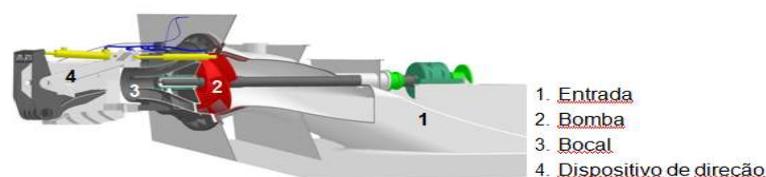
Segundo Amos *et al.* (1973), o hidrojato é um dispositivo de propulsão marítima no qual a água é fornecida a uma bomba interna que adiciona energia ao fluido e a expelle pela popa da embarcação em alta velocidade. O conceito de propulsão por jato de água remonta a 1661 quando Toogood e Hays propuseram pela primeira vez esta forma de propulsão. Seu uso nos anos intermediários tem sido confinado principalmente a pequenas embarcações de recreio de alta velocidade e situações de barco de trabalho onde uma alta manobrabilidade se faz necessária. (CARLTON, 2012).

Observa-se que o jato d'água passou a ser utilizado em embarcações de médio e até grande porte, o que foi possível graças ao aumento considerável dos tamanhos das unidades propulsoras por hidrojato. Segundo Carlton (2012, p. 355), a razão para o uso comparativamente menor do jato de água em comparação com o hélice convencional é que este era geralmente considerado mais simples, leve e mais eficiente. No entanto, a introdução de bombas mais eficientes, além da necessidade de embarcações de maior velocidade são as principais razões para rápido crescimento do hidrojato.

### 2.2. Descrição do sistema de propulsão por hidrojato

Segundo Bulten (2006, p. 6), uma instalação de hidrojato montado na popa pode ser dividida em quatro componentes: a entrada, a bomba, o bocal e o dispositivo de direção. A Figura 1 mostra um desenho de uma instalação típica de jato de água, com os principais componentes destacados. O principal componente é a bomba, que produz o jato na saída do bico. Em geral, a bacia do estator e o bocal estão integrados em uma parte. A combinação da unidade de bomba e do bocal é considerada como a bomba de jato de água. O sistema de dutos ligados à bomba é chamado de entrada. O hidrojato ilustrado na figura 1 mostra um duto de entrada embutido, utilizado, por exemplo, em balsas rápidas e iates a motor de alta velocidade.

Figura 1 - Visão tridimensional de uma instalação de hidrojato.



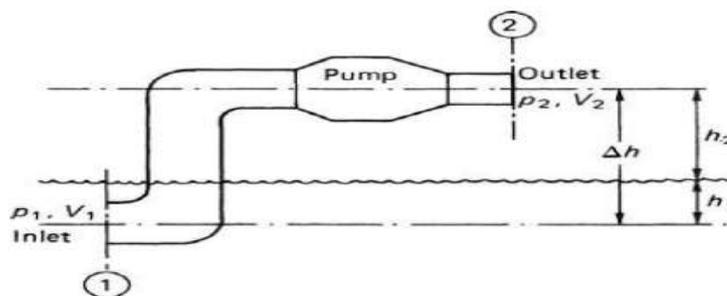
Fonte: Adaptado de BULTEN (2006).

Kruppa *et al.* (1968) deram uma visão geral dos conceitos básicos dos sistemas de dutos de entrada de hidrojato. Além da entrada embutida, são mencionadas as entradas do tipo “ram” e “scoop”, que têm uma abertura que se situa mais ou menos perpendicular à direção do fluxo, enquanto a abertura de entrada montada na parede é paralela ao fluxo. Acima do bocal há um dispositivo de direção, que pode desviar o jato de água, a fim de criar forças de direção e de reversão. Existem também instalações para a deflexão do jato, constituindo a opção de reversão, útil para operar com máquinas à ré ou até mesmo para manobras de parada rápidas. O princípio de funcionamento do hidrojato é semelhante ao das turbinas de avião a jato. A água da parte de baixo da embarcação é aspirada, pressurizada e lançada para trás em alta velocidade. Isso força o barco a deslocar-se para frente, criando o movimento. Seu funcionamento é baseado na terceira lei de Newton: "A toda força de ação, corresponde uma força de reação de mesma intensidade e sentido contrário". Já o sistema de direção funciona direcionando o jato d'água para os lados. Da mesma forma, pode-se acionar o reversor para obter máquinas a ré. Trata-se de um sistema de propulsão que elimina reversores, longos eixos, hélices e lemes.

### 2.3. Princípios físicos e termodinâmicos do hidrojato

Como base para considerar os princípios da propulsão por jato de água, pode-se tomar como referência a figura 2, que mostra um sistema de hidrojato idealizado.

Figura 2 - Sistema de hidrojato idealizado.



Fonte: CARLTON (2012).

Com base neste diagrama, supõe-se que a água entre no sistema com a velocidade  $V_1$  e sai com uma velocidade diferente  $V_2$  por meio de um bocal da área  $A_2$ . O fluxo de massa de água pelo jato de água é então dado por (1) (ODETTI *et al.* 2019):

$$\dot{m} = \rho A_2 V_2 \quad (1)$$

Onde  $\rho$  é a densidade da água.

Assim, o aumento na taxa de mudança de momento da água que passa pelo jato de água é dado por (2):

$$\rho A_2 V_2 (V_2 - V_1); \quad (2)$$

Como a força é igual à taxa de mudança de momento, o empuxo produzido pelo sistema é dado

por (3):

$$\mathbf{T} = \rho \mathbf{A}_2 \mathbf{V}_2 (\mathbf{V}_2 - \mathbf{V}_1); \quad (3)$$

E a potência de propulsão (*propulsion power*)  $P_T$  é dada por (4):

$$\mathbf{P}_T = \mathbf{T} \mathbf{V}_S = \dot{m} \mathbf{V}_S (\mathbf{V}_2 - \mathbf{V}_1); \quad (4)$$

Onde  $V_S$  é a velocidade do navio.

Agora, a fim de derivar uma expressão útil para a potência necessária para acionar o sistema de jato de água é necessário recorrer à equação geral de energia do fluido mecânica e para aplicar isso entre a entrada e a saída da unidade. Por isso podemos escrever para o sistema (5):

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + H_p = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta h + h_{perda} \quad (5)$$

Onde  $H_p$  é a parcela associada à energia potencial fornecida ao sistema pela bomba do hidrojato;

$\Delta h$  é perda de carga entre a entrada e saída do jato de água (ou seja,  $\Delta h = h_1 + h_2$ );

$h_{perda}$  é a parcela associada às perdas de carga do fluxo pelo sistema e também às perdas de carga na bomba.

No caso da diferença  $\Delta h$  entre a entrada e saída do sistema do hidrojato deve ser observado que esta será uma variável entre as condições iniciais e condições de navegação. Já o termo de perda,  $h_{perda}$ , está associado às perdas por atrito que ocorrem durante a passagem do fluxo pelas curvas dos dutos e as várias obstruções pelo sistema que podem impedir o fluxo durante a sua passagem pela unidade.

Voltando agora para a equação 5, para fins práticos, pode-se assumir que  $p_2$  é constante acima da água linha, tendo em vista que as altitudes envolvidas e seu efeito sobre a pressão ambiente são pequenas. Com isso, a equação 5 pode ser reescrita como (6):

$$H_p = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + h_2 + h_{perda} \quad (6)$$

Agora a energia transferida para a água pela bomba pode ser expressa em termos de energia por unidade de tempo como  $\dot{m} g H_p$ , que, da equação 6 leva à expressão (7):

$$\mathbf{P}_{pump} = \dot{m} \left[ \frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) + g(h_2 + h_{loss}) \right] \quad (7)$$

Assim, é possível calcular a eficiência em águas abertas equivalente do hidrojato, que pode ser definida a partir das equações 4 e 7, sendo a razão entre a potência de empuxo e a potência entregue, da seguinte forma (8):

$$\eta_0 = \frac{V_S (V_2 - V_1)}{\left[ \frac{1}{2} (V_2^2 - V_1^2) + g(h_2 + h_{perda}) \right]} \quad (8)$$

Por analogia com os hélices, a eficiência da bomba do hidrojato pode ser expresso como (KIM *et al.* 2010) (9):

$$\eta_{\text{bomba}} = \frac{\Phi \Psi}{2\pi K_Q} \quad (9)$$

Onde  $\varphi$  e  $\psi$  são o fluxo, coeficientes de transferência de energia definidos por (10) (11):

$$\Phi = \frac{Q}{ND^3} \quad (10)$$

$$\Psi = \frac{gH}{N^2 D^2} \quad (11)$$

Onde  $K_Q$  é o coeficiente de torque normal do hélice convencional.

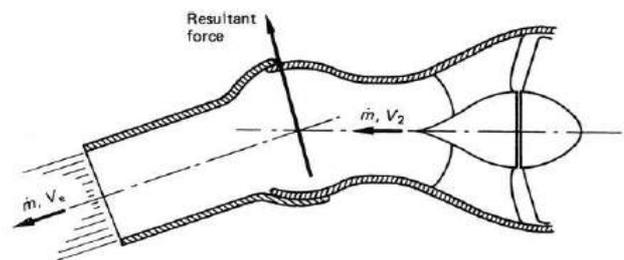
Enquanto o valor de  $\eta_{\text{bomba}}$  é claramente maior para um jato de água do que um hélice, esta não é a base sobre a qual a comparação deve ser feita. Uma comparação adequada só pode ser feita em termos do coeficiente quasi-propulsivo, que para o hélice, inclui o casco e eficiência relativa rotativa. Já para o jato de água, deve ser observada a equação 8, juntamente com um coeficiente de casco apropriado abrangendo o efeito do jato de água.

Van Terwisga (2019) desenvolveu um modelo paramétrico para a descrição do comportamento do conjunto hidrojato-casco, que permite a identificação separada da interação entre os termos que interferem na relação mútua entre o jato de água e o casco do navio.

### 3. Aspectos operacionais e técnicos da propulsão por Hidrojato

Segundo Carlton (2012), o princípio do jato de água fornece elevada capacidade de manobra à embarcação, pois trata-se de um sistema de propulsão com capacidade de direção integral. A maioria das unidades de jato de água é equipada com bicos orientáveis ou defletores, que proporcionam um controle direcional do jato. A capacidade de direção em cada um desses casos é produzida pela reação à mudança do momentum do jato, como pode ser observado na figura 3:

Figura 3 – Princípio da capacidade de manobra do hidrojato.



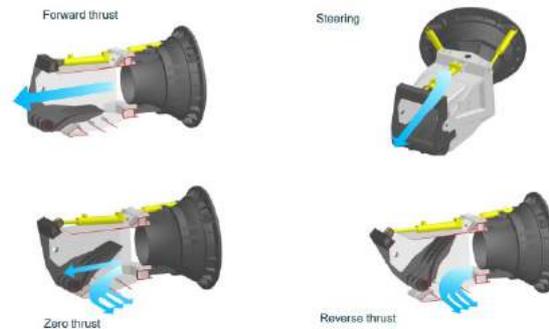
Fonte: CARLTON (2012).

O ângulo mediante ao qual o jato pode ser direcionado é, naturalmente, variável, dependendo do design particular de cada fabricante; no entanto, geralmente espera-se que seja da ordem de  $\pm 30^\circ$ .

Com relação às capacidades de parar, retardar ou reverter o fluxo do jato de água, normalmente essas alterações são obtidas com o auxílio de um reversor, com a força de parada sendo

produzido pela mudança de princípios de momentum. O design do dispositivo reversor pode ser da forma simples, mostrada na Figura 4 ou, alternativamente, pode ser de uma forma mais sofisticada, que permite um "derramamento" do jato a fim de dar um bom controle às forças de frenagem, conforme ilustra a figura 4:

Figura 4 – Mecanismo do controle de empuxo do hidrojato.



Fonte: (WÄRTSILÄ, 2020).

Com este último tipo de sistema, o empuxo resultante também pode ser continuamente variado, do zero ao máximo, em qualquer configuração de energia para o motor. Os últimos avanços tecnológicos nos hidrojetos os colocaram à frente dos sistemas de hélices convencionais para muitos tipos aplicações marítimas de alta velocidade, incluindo navios militares, balsas e embarcações de recreio. Os hidrojetos modernos oferecem várias vantagens, como alta eficiência, aceleração rápida e uma excelente manobrabilidade (ALTOSOLE, 2012).

Além das vantagens operacionais, os hidrojetos submersos oferecem um potencial para economia de peso e espaço no sistema de propulsão e podem ser considerados um fator-chave para a propulsão em plataformas menores. (GILES, 2010). Os benefícios em termos de layout geral e arranjo de maquinário poderiam permitir que usos alternativos do espaço fossem considerados, por exemplo, para implementação de sistemas portáteis a bordo, ou até para estações de lançamento e recolhimento embarcações miúdas. A seguir, serão analisadas detalhadamente as vantagens do hidrojato em relação ao motor de popa convencional.

### 3.1. Segurança

Em contraste com o motor de popa convencional, a propulsão por hidrojato não é ameaçada por fragmentos sólidos flutuantes, como troncos, cordas ou redes de pesca. Nadadores e mergulhadores não correm risco de sucção pelo propulsor, o que pode ocorrer com os motores de popa convencionais. Essa vantagem é de grande utilidade para os meios navais militares, que constantemente operam com mergulhadores e pesquisadores, e, muitas vezes, são obrigados a parar máquinas, pois operam com motores de popa convencional.

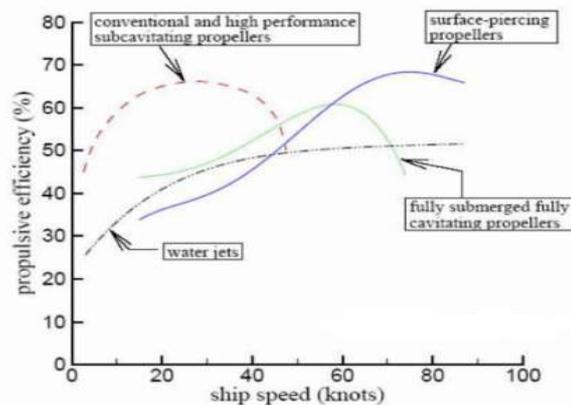
### 3.2. Manobrabilidade

Xu *et al.* (2019) afirmam que a manobrabilidade é uma das características mais importantes dos navios. Nesse contexto, o hidrojato mostra-se bastante relevante, pois, mesmo a uma baixa velocidade, proporciona excelente manobrabilidade devido à alta versatilidade de posição espacial do bocal de saída, que fornece força de empuxo de módulo e direção variável ao navio. Isso é muito útil para navios militares, pois possibilita manobras de giro no próprio eixo em 360°, além de manobras de frente e reverso sem trancos e sem necessidade de total desaceleração.

### 3.3. Eficiência

Para analisar a eficiência dos propulsores, será realizada a análise da Figura 5.

Figura 5 - Eficiência de propulsores em relação à velocidade do navio.



Fonte: ALLISON (1978).

Analisando a figura 5, observa-se que, para velocidades de até 45 nós, os hélices convencionais apresentam maior eficiência que o hidrojato. Porém, verifica-se que a para velocidades superiores a 22 nós, os hélices convencionais apresentam queda em sua eficiência, atingindo sua velocidade máxima em cerca de 45 nós. A partir deste ponto, justifica-se a utilização de outros tipos de propulsão, como hélices de superfície e supercavitantes.

Observação: 1 nó significa uma milha por hora, aproximadamente 1.852 m/h.

Os hélices supercavitantes apresentam sua maior eficiência em velocidades de aproximadamente 60 nós. A partir desse ponto, justifica-se o uso de hélices de superfície, que apresentam maior eficiência em velocidades de cerca de 80 nós.

Analisando o hidrojato, nota-se que sua eficiência permanece praticamente constante em velocidades de 40 até praticamente 90 nós. Apesar de hélices supercavitantes e de superfície serem mais eficientes que o hidrojato, não oferecem proteção aos propulsores, o que é imprescindível para operação em regiões de pouca profundidade. Portanto, analisando os hidrojetos em relação à propulsão convencional de hélices subcavitantes, nota-se que, sem

levar em consideração a vantagem de proteção do propulsor, a propulsão por jato d'água se mostra mais eficiente em velocidades acima de 45 nós.

### 3.4. Ruído e Cavitação

Em comparação com o motor de popa convencional, o hidrojato garante menor nível de ruído e vibração (DUARTE, 2017). Esse fator é de extrema importância para embarcações militares, pois, quanto menos ruído for emitido, mais estes conseguem omitir sua assinatura acústica e, conseqüentemente, dificultar a detecção por sensores inimigos.

### 3.5. Aterramento

A manobra de aterramento é muito comum em navegação fluvial, seja ela intencional ou acidental. A propulsão por hidrojato oferece a capacidade de o navio desaterrar ou mesmo desencalhar apenas com o uso do propulsor, pois fornece alto valor de empuxo. Essa característica é muito favorável aos navios militares, pois permite acesso a regiões inóspitas e sinuosas sem colocar em risco a integridade do navio e propulsor.

### 3.6. Emprego do Hidrojato em Marinhas Estrangeiras

O hidrojato vem sendo cada vez mais aplicado em navios militares de países desenvolvidos, como Estados Unidos (Figura 6), Coreia do Sul, Finlândia e Noruega. A propulsão por hidrojato oferece vantagens significativas em muitos navios de alta velocidade ou para fins especiais, como navios militares (ARCAND, 1968).

A título de exemplo de emprego dos hidrojetos nos navios militares mais modernos, cita-se o programa *Littoral Combatant Ship* (LCS) da Marinha dos EUA. São os maiores navios já construídos que empregam hidrojetos. Temos como exemplo o USS *Freedom* (LCS- 1) e o USS *Independence* (LCS-2), que têm comprimento total de respectivamente 115 e 127 metros.

Figura 6: USS Freedom (LCS 1).



Fonte: MILITARYFACTORY, (2020).

Além do emprego em navios de médio e grande porte, destaca-se também a aplicação de propulsão por hidrojato em veículos de assalto anfíbios e submarinos de Marinhas estrangeiras.

### 3.7. Emprego do Hidrojato na MB

Nesta seção, aborda-se o emprego de hidrojato em meios navais da MB, que estão entre os mais novos e modernos da frota brasileira.

#### 3.7.1. Lancha Pacific 24

A PACIFIC 24 é uma lancha tipo casco semirrígido waterjet, fabricada pela VT *Halmatic*. Suas principais funções são resgate, salvamento e ações de visita e inspeção/abordagem, podendo ser usada secundariamente para transporte de material e pessoal.

#### 3.7.2. DGS 888 Raptor

A DGS 888 *Raptor* é uma embarcação multimissão blindada, projetada para operar em ambientes hostis. Possui o potente motor FPT *Industrial N67 EVO*, que fornece 570 HP a um sistema de propulsão hidrojato *AlamarinJet AJ340*, e possibilita à embarcação alcançar velocidades superiores a 42 nós, além de apresentar redução de ruídos e vibrações.

#### 3.7.3. Projeto de Corveta Brasileira

De acordo com Bricknell (2005), o emprego de hidrojetos compensa em termos de eficiência e conseqüentemente em termos financeiros a partir da operação do meio em velocidades predominantemente acima de 25 nós. A figura 7 ilustra a eficiência em função da velocidade do navio de um modo geral. Isso ocorre porque, em altas velocidades, o fluxo de água sobre o duto de admissão aumenta, reduzindo o trabalho necessário a ser atendido pelos impelidores.

Figura 7 - Eficiência de hidrojetos e propulsores convencionais.



Fonte: ALLISON (1993).

A fim de verificar a possibilidade de se obter uma propulsão economicamente mais viável para as novas Corvetas brasileiras em velocidades mais baixas, Júnior *et al.* (2016) realizaram um estudo sobre arranjos propulsivos mesclados, utilizando hélices e hidrojetos. Assim, pode-se

empregar os hélices para velocidades mais baixas e hidrojetos a velocidades mais altas. Após os testes realizados, Júnior *et al.* (2016), chegaram à conclusão de que dois motores MTU 16V 1163 M94 (um por eixo) forneceriam potência aos hélices. Já para atender à potência requerida pelos hidrojetos, foi selecionada a turbina GE LM2500+G4.

#### 4. Metodologia

Segundo Carlton (2007), uma comparação adequada entre hidrojato e hélice convencional só pode ser feita em termos do coeficiente quasi-propulsivo. Em face do exposto, neste capítulo, será feita uma análise comparativa entre as eficiências quasi-propulsivas do hidrojato e de um propulsor convencional para proporcionar o mesmo empuxo ao navio.

Para a viabilização da análise proposta, foi utilizado o método desenvolvido por Holtrop para obtenção da eficiência quasi-propulsiva do propulsor convencional. Holtrop (1992) propôs uma série de formulações matemáticas que foram obtidas mediante o uso de regressões baseadas em modelos aleatórios e dados em escala real no *Netherlands Ship Model Basin*. (VON MONFORT, 2014).

##### 4.1. Análise comparativa e discussão dos resultados

Serão usados dados obtidos a partir do método Holtrop para o Navio-Patrolha Grajaú. O propulsor considerado o mais eficiente mediante o uso do método possui 2 pás, diâmetro de 1,65 m, razão de áreas igual a 1,05 e os seguintes parâmetros (Tabela 1):

Tabela 1 - Parâmetros de operação do propulsor operando nas três velocidades analisadas.

| Vs (nós) | Va (m/s) | T (N)  | KT          | n (RPS) | RPM | J        | P/D  | $\eta_0$ (%) |
|----------|----------|--------|-------------|---------|-----|----------|------|--------------|
| 12       | 5        | 60000  | 0,493595993 | 4       | 240 | 0,757576 | 0,95 | 54           |
| 21       | 9        | 182300 | 0,462873197 | 7,2     | 432 | 0,757576 | 0,95 | 49           |
| 35       | 15,12    | 262600 | 0,345648821 | 10      | 600 | 0,916364 | 0,95 | 44           |

Fonte: Própria (2020).

Serão comparados o propulsor convencional e o hidrojato operando em três faixas de velocidades: 12, 21 e 35 nós.

Para os cálculos referentes ao hidrojato, serão consideradas as seguintes premissas:

- O ângulo de inclinação vertical e horizontal do hidrojato serão considerados iguais a zero;
- “*Vena contracta*” ocorre no plano de saída do bocal ( $A_j=A_n$ ); A velocidade de aproximação é uniforme ( $\mathbf{V}_a = (1 - w)\mathbf{V}_s$ );
- As perdas da bomba são incluídas nas perdas do estator;
- O coeficiente de esteira ( $w$ ) e de redução da força propulsiva ( $t$ ) foram obtidos pelo Holtrop e considerados iguais para os dois propulsores;

- O coeficiente de pressão ( $C_p$ ) foi considerado igual a 0,07, com base nos experimentos de ALLISON (1993).
- $h_j$  foi considerado igual a 0,06584, com base em ALLISON (1993);
- A área do jato  $A_j$  foi considerado igual a 2,7449 m<sup>2</sup>, obtida para um hidrojato operando para proporcionar um empuxo requerido para o NPa Grajaú demandar a velocidade de serviço (12 nós) (12) (13) (14).

$$\eta_D = \eta_H \cdot \eta_o \cdot \eta_{rr} \quad (12)$$

$$\mu = (1 - w) \frac{V_s}{V_j} \quad (13)$$

$$\eta_D = \frac{\eta_p \cdot \eta_r \cdot \left(\frac{1-t}{1-w}\right) \cdot 2\mu(1-\mu)}{1 + \psi - (1-\zeta)\mu^2 + \frac{2gh_j}{V_j^2} - \frac{C_p \cdot \mu^2}{(1-w)^2}} \quad (14)$$

Após a aplicação dos cálculos, obtém-se a eficiência quasi-propulsiva para o hélice convencional e o hidrojato, conforme a tabela 2:

Tabela 2 – Resultados dos cálculos de eficiência quase-propulsiva.

| Vs [nós]    | Propulsor Convencional |          | Hidrojato                      |                                |
|-------------|------------------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|
|             | 12                     | $\eta_o$ | 0,54                           | $\eta_{jet} \cdot \eta_{pump}$ |
| $\eta_{rr}$ |                        | 0,99     | $\eta_{rr}$                    | 1                              |
| $\eta_H$    |                        | 0,97619  | $\eta_H$                       | 0,97619                        |
| $\eta_D$    |                        | 0,521871 | $\eta_D$                       | 0,437626                       |
| 21          | $\eta_o$               | 0,49     | $\eta_{jet} \cdot \eta_{pump}$ | 0,4801                         |
|             | $\eta_{rr}$            | 0,99     | $\eta_{rr}$                    | 1                              |
|             | $\eta_H$               | 0,97608  | $\eta_H$                       | 0,97608                        |
|             | $\eta_D$               | 0,473496 | $\eta_D$                       | 0,468616                       |
| 35          | $\eta_o$               | 0,44     | $\eta_{jet} \cdot \eta_{pump}$ | 0,537666                       |
|             | $\eta_{rr}$            | 0,99     | $\eta_{rr}$                    | 1                              |
|             | $\eta_H$               | 0,975958 | $\eta_H$                       | 0,975958                       |
|             | $\eta_D$               | 0,425127 | $\eta_D$                       | 0,524739                       |

Fonte: Própria (2020).

Avaliando os resultados da tabela 2, conclui-se que:

Para a velocidade de 12 nós, o propulsor convencional apresentou maior eficiência que o hidrojato; para a velocidade de 21 nós, os dois propulsores apresentaram eficiências muito próximas, com uma ligeira vantagem para o convencional (cerca de 1%); analisando a velocidade de 35 nós, o hidrojato mostrou-se muito mais eficiente que o convencional.

Em suma, a propulsão por hidrojato justifica-se para meios navais que necessitam desenvolver velocidades superiores a 25 nós (conforme Figura 7), como por exemplo navios de guerra e embarcações miúdas operando na Amazônia. Além disso, após o estudo realizado na seção 3, resta claro que a manobrabilidade e segurança proporcionados pelo hidrojato em relação à propulsão convencional apresentam vantagens significativas para embarcações operando em áreas com baixa profundidade e que apresentem obstáculos, como é o caso de regiões ribeirinhas.

Para o caso de embarcações que necessitem desenvolver velocidades abaixo do limiar de 25 nós, caso o critério avaliado seja somente a eficiência energética, observa-se que a propulsão convencional mostra-se mais vantajosa.

## **5. Conclusão e sugestão de trabalhos futuros**

Torna-se evidente que o sistema de propulsão por hidrojato pode ser muito útil para os navios da MB, principalmente para operação em regiões com pequenas profundidades, com fragmentos sólidos flutuantes, como troncos, cordas ou redes de pesca e terrenos sinuosos, como o pantanal e rios da região Norte do país. A alta capacidade de manobrabilidade e velocidade proporcionadas pelo hidrojato seriam muito úteis para o cumprimento da missão da MB nessas áreas.

Na análise comparativa entre hidrojato e hélice convencional, ficou claro que a velocidade do navio é fator primordial para avaliar que tipo de propulsor é mais eficiente. Portanto, antes de escolher o propulsor mais adequado, torna-se necessária a determinação da velocidade de operação do navio. A instalação de hidrojato se justifica em embarcações que dispõem velocidades elevadas (acima de 25 nós), principalmente embarcações miúdas, como lanchas orgânicas de navios maiores.

No que concerne ao projeto de construção da corveta nacional, foi possível observar que a MB vislumbra a implementação do sistema de propulsão por hidrojato também em navios-escolta, sendo usado principalmente em arranjos híbridos, aproveitando o fato de cada propulsor apresentar determinada faixa de maior eficiência, e que essas faixas se complementam.

O uso de sistemas de propulsão por hidrojatos é um assunto muito amplo, tendo em vista a vasta gama de embarcações que podem utilizá-lo. Neste artigo, foram abordados apenas os usos militares do hidrojato, e foi verificado que esse propulsor é cada vez mais utilizado para esse âmbito, pois oferece vantagens operativas e funcionais muito importantes para tal fim.

Os trabalhos futuros poderiam abordar a utilização de softwares como o CFD para a determinação da pressão e da dedução do empuxo, tendo em vista que esses parâmetros são de extrema importância para a eficiência do hidrojato.

## REFERÊNCIAS

ALLISON, John L. Propellers for high-performance craft. *Marine Technology Society Journal*, v. 15, n. 4, 1978.

ALLISON, J. *Marine Waterjet Propulsion*. *SNAME*. 1993.

ALTOSOLE, Marco *et al.* Dimensionless numerical approaches for the performance prediction of marine waterjet propulsion units. *International Journal of Rotating Machinery*, v. 2012, 2012.

AMOS, Robert G.; MAPLES, Glennon; DYER, David F. Thrust of an air-augmented waterjet. *Journal of Hydronautics*, v. 7, n. 2, p. 64-71, 1973.

ARCAND, L.; COMOLLI, C. R. Optimization of waterjet propulsion for high-speed ships. *Journal of Hydronautics*, v. 2, n. 1, p. 2-8, 1968.

BULTEN, Norbert Willem Herman. Numerical analysis of a waterjet propulsion system. *Dissertation Abstracts International*, v. 68, n. 02, 2006.

CARLTON, J. *Marine propellers and propulsion*. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2012.

CARLTON, John. *Marine propellers and propulsion*. Butterworth-Heinemann, 2012.

DUARTE, Lucas Luz *et al.* Projeto conceitual de uma embarcação do tipo catamarã para transporte de passageiros na região de Manaus. 2017.

GILES, Will *et al.* The advanced waterjet: propulsor performance and effect on ship design. In: IMarEST. 10th International Naval Engineering Conference and Exhibition. London: IMarEST. 2010. p. 1-19.

HOLTROP, J.; MENNEN, G.G.J., An approximate power prediction method, *International Shipbuilding Progress*, Vol. 29, July 1982.

JÚNIOR, Jorge; BIZARRO, Rafael; OLIVEIRA, Rodrigo; NUNES, Rodrigo; SILVA, Rubens; SANTOS, Thadeu; MARCHIONE, Thiago. Projeto de concepção de uma corveta convencional e de uma corveta moderna. 2016. 594p. USP, São Paulo, 2016.

KIM, Kyoung-Bae; CHO, Dong-Joo; PARK, Myung-Ku. A Study on the Performance of Waterjet Propulsion System for Small Naval Ship. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, v. 47, n. 6, p. 787-791, 2010.

KRUPPA, C., Brandt, H., and Ostergaad, C., “Waterjet drives for high speed vehicles”, *Jahrbuch der STG* 62, pp. 228-258. 1968.

ODETTI, Angelo *et al.* Design and construction of a modular pump-jet thruster for autonomous surface vehicle operations in extremely shallow water. *Journal of Marine Science and Engineering*, v. 7, n. 7, p. 222, 2019.

VAN TERWISGA, J. C. A parametric propulsion prediction method for waterjet driven craft. In: 1997. FAST'97 conference proceedings. 1997.

VON MONTFORT, Gustavo. Seleção de sistema propulsão com uso de formulações clássicas. 2014.

XU, Zijing *et al.* Maneuverability Simulations for Twin-Waterjet Propulsion Vessel. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, v. 24, n. 1, p. 19-23, 2019.

# Capítulo 2

## UMA ANÁLISE DA INCLUSÃO DO ALUNO DEFICIENTE NO ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO

Jéssica da Silva Alves de Pinho  
Jean de Aguiar Seabra  
Thamara França do Carmo Torres  
Carlos Alberto Nunes Cosenza

# UMA ANÁLISE DA INCLUSÃO DO ALUNO DEFICIENTE NO ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO

Jéssica da Silva Alves de Pinho

Jean de Aguiar Seabra

Thamara França do Carmo Torres

Carlos Alberto Nunes Cosenza

## Resumo

O presente trabalho visa mostrar uma análise da importância da Educação Inclusiva, bem como os seus avanços e as dificuldades encontradas no ensino de química para esse “público alvo” e como é possível fazer uso de tecnologias que adaptam recursos didáticos para o ensino de química de modo a incluir esses alunos, para que eles possam aprender e serem capazes de interagir com os outros alunos, ou seja, que não haja necessidade de o aluno ser obrigado a estudar em uma escola especial. O objetivo aqui é mostrar que é possível se ter alunos com algum tipo de deficiência, no caso deficiência visual, em uma escola regular desde que se tenham todas as adaptações e treinamento necessários para incluir esses alunos no âmbito escolar regular.

**Palavras-chave:** educação inclusiva. deficiência visual. ensino de química.

## 1. Introdução

Temos que o respeito à diversidade e às diferenças no ambiente escolar origina-se da necessidade do fortalecimento de uma sociedade plural, que independentemente das características físicas ou individuais de cada pessoa, todos sejam aceitos e saibam conviver entre si (QUEIROZ, 2019). Neste contexto, temos a educação inclusiva como um elemento propulsor e fomentador para educação e para a criação da sociedade que desejamos viver. Pois, sabemos que há uma necessidade natural do ser humano em se sentir parte integrante da sociedade, gerando uma sensação de pertencimento, além de se sentir um ser eficaz (MARTINS; CHACON, 2020).

Sendo assim, a educação inclusiva caracteriza-se como uma bandeira educacional que busca na concepção de direitos humanos, conjugar a igualdade e a diferença como valores inseparáveis, avançando quanto ao ideal de equidade formalizada, contornando as barreiras históricas da exclusão existente tanto dentro quanto fora da escola. (BRASIL, 2008).

É em tal contexto, que é percebida que a existência de estudantes cegos na educação básica e no ensino superior pode gerar certa insegurança na rotina de professores, assim como das

instituições educacionais. Mas, há uma gama de pesquisadores que em seus trabalhos apontam diversas contribuições no trabalho para pessoas com deficiência visual em aulas que abordam as ciências da natureza (VOOS; GONÇALVES, 2016).

A deficiência visual trata-se de uma condição do sistema visual de caráter irreversível, que gera prejuízos às funções visuais, em maior ou menor escala, causando limitações e dificuldades para os indivíduos interagirem e se adaptarem ao meio. Temos então, a necessidade de adaptação de recursos didáticos para auxiliar pessoas com deficiência visual, assim como de ajudas técnicas para educandos cegos e de baixa visão (FERNANDES; ORRICO, 2012).

Os estudantes com deficiências visuais acabam por ter uma maior dificuldade de acompanhamento da matéria, principalmente quando há um maior grau de exigência, como ocorre em alguns anos do ensino regular (REILY, 2012). Em parte, isso se dá pela carência de recursos didáticos adaptados, o que acaba por gerar um verbalismo não associado à sua realidade para tais estudantes (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000).

Desta forma, o presente estudo busca demonstrar o potencial que o uso de tecnologias possui para fomentar a educação inclusiva por meio do estudo de práticas inclusivas realizadas em uma escola da zona norte do Rio de Janeiro, assim como contextualizar o cenário da mesma em âmbito nacional.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Educação Especial e Educação Inclusiva**

A Educação Especial pode ser entendida como um processo educacional no qual se asseguram recursos e serviços educacionais especiais para apoiar, complementar ou até mesmo substituir os serviços educacionais comuns, a fim de garantir a educação escolar dos educandos que apresentam necessidades educacionais especiais. Trata-se de uma modalidade de ensino que compreende e perpassa os diversos níveis, etapas e modalidades, caracterizando-se pela realização de um atendimento educacional especializado, mas para que isso seja possível necessita-se fazer adaptações no currículo escolar, assim como metodologias de ensino independente do nível escolar em que o aluno se encontra (CAMARGO, 2017).

Assim, no tocante aos alunos que possuem alguma deficiência, essas necessidades são especiais, ou seja, são necessárias determinadas adaptações na metodologia de ensino para que esses alunos possam aprender o conteúdo. Desse modo, as necessidades educacionais especiais são advindas de alunos com deficiências física, motora, sensorial (deficiente visual, auditivo), distúrbios psicológicos ou de comportamento (condutas típicas) e também altas habilidades ou superdotação. É neste contexto, que temos a educação inclusiva que pode ser entendida como sendo o processo que inclui as pessoas com qualquer forma de transtorno ou deficiência, ou ainda com altas habilidades ou superdotação em escolas de ensino regular, tendo a escola dessa forma, a missão de auxiliar na inclusão de tais indivíduos na sociedade. Pode-se dizer que no

momento em que a totalidade das escolas tiver o caráter inclusivo, não será necessário usar tal adjetivo para as mesmas, visto que se tratará de uma escola comum (ROGALSKI, 2010).

Desse modo para uma escola ser inclusiva, a mesma precisa ter não apenas professores capacitados, mas também toda uma equipe que seja capaz de realizar as alterações necessárias na escola para receber esse público, fazendo com que tais alunos sejam integrados na escola e com os demais alunos, conseguindo aprender a partir das adaptações necessárias no currículo e em metodologias de ensino visto que a escola deve se adaptar ao aluno e não o contrário (BRASIL, 1998).

É sabido que a formação de docentes para educação especial em território nacional possui historicamente um conflito quanto ao nível e quanto ao lócus. A mesma teve seu patamar modificado para o nível superior através do parecer n. 295/1969 (BUENO, 1999 apud GARCIA, 2013). Antes de tal mudança, a docência de educação especial formava professores primários, visando apenas à prática profissional como ferramenta de construção do conhecimento específico para aprender as boas práticas para o ensino de alunos com. Nos anos últimos da década de 1960 chegando ao início da década 1970, temos que a educação especial se torna uma das bases para os cursos de nível superior em pedagogia, por meio do surgimento de habilitações em áreas específicas sobre deficiência. Entretanto, ainda existia a possibilidade de formação de professores de educação especial por meio de realização de cursos de magistério em nível médio (GARCIA, 2013).

A grande problemática é a falta de profissionais capacitados, assim como a insegurança em alguns momentos para dar tal suporte às escolas, seja aquele aluno que possui deficiência ou superdotação ou até mesmo aqueles que possuem dificuldades no aprendizado. Quando se tem o suporte de professores especializados, é possível que se reconheça os alunos que têm dificuldades no aprendizado ou então dentre os que têm algum tipo de deficiência, quais são as alterações necessárias e cabíveis para integrá-lo na turma em que estuda, visando o seu aprendizado (VOOS; GONÇALVES, 2016).

## **2.2. O aluno com deficiência visual em classes regulares**

A deficiência visual inclui dois grupos de condições distintas: cegueira e baixa visão. Para fins educacionais e de reabilitação, é considerada cegueira à ausência total de visão incluindo a perda da capacidade de indicar a projeção da luz. A baixa visão, em contrapartida, se caracteriza por uma perda severa da visão, não corrigível através de tratamento clínico, cirúrgico, nem como o uso de óculos convencionais. A sua ocorrência pode afetar o desenvolvimento eficiente do funcionamento visual na execução de tarefas da vida cotidiana e profissional. (GLAT, 2007).

Temos que no Brasil, por volta de 45 milhões de habitantes tem algum tipo de deficiência, enfrentando diversas dificuldades em seu cotidiano e em suas atividades (CUNHA; GOMES;

FERNANDES, 2016). De acordo com o Censo da Educação Básica de 2006 (BRASIL, 2007 apud VOOS; GONÇALVES, 2016), temos que o número de estudantes com “deficiência”, no ensino chamado de regular, era de 325.316. Sendo que destes, 3.999 possuíam cegueira. Temos ainda que o Censo da Educação Superior 2010 (BRASIL, 2010 apud VOOS; GONÇALVES, 2016) observou a existência de 20.338 pessoas “deficientes” regularmente matriculadas em cursos de graduação, sendo que dentro deste contingente temos 2.874 com cegueira.

Supalo e Kennedy (2014) indicam a existência de uma gama de produtos comercializados que tem a capacidade de auxiliar na elaboração e na criação de representações táteis de estruturas moleculares da química. Sendo assim, é possível que uma pessoa cega ou com baixa visão freqüente a escola regular desde que sejam feitas as adaptações necessárias para receber esse aluno que requer maiores cuidados em termos de educação. Para o aluno que é cego, a avaliação pode ser feita ou em Braille, ou então de forma oral, com auxílio de pessoas que possam ler as questões ou então no computador, com o uso de softwares especiais (ledores de tela). O sistema que vem sofrendo contínuo aperfeiçoamento é o sistema DOSVOX que é um sistema para microcomputadores da linha PC que se comunica com o usuário através de sintetizador de voz, viabilizando, deste modo, o uso de computadores por deficientes visuais, que adquirem assim, um alto grau de independência no estudo e no trabalho. O sistema realiza a comunicação com o deficiente visual através de síntese de voz em Português, sendo que a síntese de textos pode ser configurada para outros idiomas (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Muitos educandos com deficiência visual preferem a avaliação oral ou com auxílio de leitor, por não dominarem o Braille ou não ter confiança no Braille produzido sem obediência às regulamentações da grafia Braille estabelecidas pela Comissão Brasileira do Braille (GLAT, 2007). Para o deficiente visual os materiais e recursos a serem utilizados são de extrema importância, visto que há a necessidade de se realizar algumas adaptações para o ensino. Desse modo alguns critérios devem ser levados em conta ao se adotar certos materiais ou recursos para o aprendizado de deficientes visuais. Os princípios básicos da Educação Especial estão bem claros na Política Nacional do Ministério da Educação – Secretaria de Educação Especial (BRASIL, 2001) e esses princípios são a base para a escolha desses materiais e recursos pedagógicos, visando igualar o ensino para os deficientes visuais. Ainda em 1980, o Ministério da Educação já demonstrava claramente quais eram esses critérios que deveriam ser levados em conta na seleção e uso de tais materiais.

### **2.3. Ergonomia e uso de recursos didáticos**

Temos que a ergonomia é responsável por estudar as interações dos indivíduos com as tecnologias, a organização e o ambiente para realizarem intervenções e projetos que busquem a melhoria de uma maneira integrada, não se dissociando da segurança, do conforto, do bem-estar e da eficácia do conjunto de atividades humanas. Sendo assim, os utilizadores de tais

intervenções e projetos não são só representados por pessoas que desfrutem da plena capacidade física e de saúde invejável, mas existindo, também, aqueles com diferentes tipos de condições físicas, como aqueles com limitações na execução de suas atividades regulares (FREIRE; ALVES; OLIVEIRA, 2018).

Recursos didáticos são todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem. O bom aproveitamento dos recursos didáticos está condicionado aos seguintes fatores: capacidade do aluno; experiência do educando; técnicas de emprego; oportunidade de ser apresentado; uso limitado, para não resultar em desinteresse. Na seleção, adaptação ou elaboração de recursos didáticos para alunos deficientes visuais, o professor deverá levar em conta alguns critérios para alcançar a desejada eficiência na utilização dos mesmos: o material não deve ser muito pequeno, pois isso pode não ressaltar detalhes; deve possuir um relevo perceptível e se possível ter diferentes texturas para melhor destaque; o material não deve irritar ou ferir a pele ou provocar qualquer tipo de desagradado; o material deve ser durável e de fácil manuseio, visto a manipulação frequente (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000).

Dependendo do trabalho prático, o mesmo pode ser realizado por deficientes visuais no campo da química, porém há casos que pode ser mais complicado. A maioria dos problemas na tentativa de se realizar trabalhos práticos e demonstração de experiências a alunos deficientes visuais é um tanto quanto óbvia. De um modo geral, não se tem ajuda especial ou aparelhos especiais. Em contra partida podem ser feitas modificações bem simples visando a incluir tais alunos. Uma grande parte das experiências pode ser feita com o mínimo de modificações ou até sem nenhuma. Quando houver necessidade de algum equipamento adaptado para o uso do aluno deficiente visual, deverá ser analisado com ele o tipo de adaptação, a eficácia da mesma, bem como com o resto da turma, para que todos se sintam empenhados no bom funcionamento da aula (LEMOS; CERQUEIRA, 1996)

Diferentemente de outras áreas de conhecimento, os conteúdos da Química, ricos em simbologias, são de difícil transcrição para o Braille, dificultando o acesso dos portadores de deficiência visual a essa ciência. A tentativa de diminuir essas barreiras tem mobilizado diferentes profissionais (NEVES, 2004). Os diagramas são uma ajuda inestimável para a compreensão da literatura científica. Estes são cada vez mais usados em Braille e, com materiais acessíveis, podemos obter e utilizar com o aluno deficiente visual representações que permitam a compreensão de determinados conceitos. É um grande auxílio e muitas vezes compensa a impossibilidade de usar o quadro, como ajuda comum visual. Há que ter a certeza de que os diagramas estão bem representados, sem grandes quantidades de informação (LEMOS; CERQUEIRA, 1996).

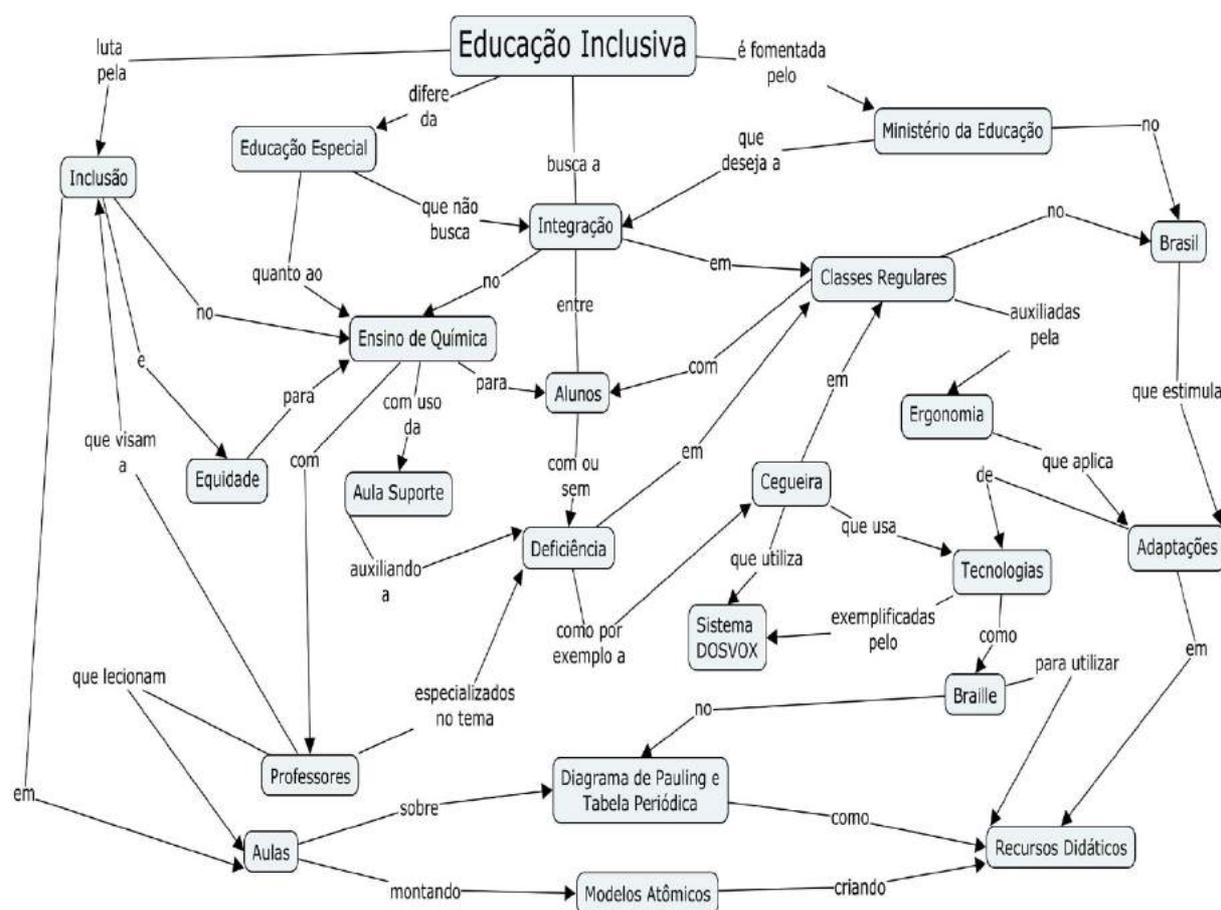
## 2.4. Mapas conceituais

Podemos definir mapas conceituais como sendo uma estrutura esquemática para a representação de um conjunto de conceitos contidos em uma rede de proposições. O início de sua utilização se deu na década de 1970, porém apenas na década de 1990 obteve o reconhecimento de sua aplicação (TAVARES, 2007).

Temos que no mapeamento conceitual há um vínculo com a teoria da assimilação por meio do aprendizado e da retenção significativa. Possui como estrutura básica: o conceito inicial, o uso de um conectivo de ligação e o conceito final, que acabam por potencializar a capacidade de processamento do conteúdo apresentado pela memória. Temos ainda, que ajuda na aprendizagem de forma ativa, o que gera, conseqüentemente, uma aprendizagem significativa. Há variadas formas de análise da abordagem da rede de mapas, tendo uma análise qualitativa e assim, podemos afirmar que quanto maior o número de interconexões entre as proposições, maior é o conhecimento sobre o conteúdo mapeado (CORREIA; AGUIAR, 2017).

Sendo assim, um mapa conceitual foi feito pelos autores usando o Software CmapTools, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Mapa conceitual em Educação Inclusiva



### 3. Método

Com base nessa necessidade de adaptações, bem como a avaliação de como a inclusão desses alunos ocorre nas escolas de ensino regular, foi feita uma pesquisa de campo, na qual foram feitas algumas entrevistas semiestruturadas com alguns professores bem como observação de algumas aulas suporte (fora do horário de aula normal a fim de suprir eventuais dúvidas que o aluno possa ter). Sendo assim, pode-se caracterizar a pesquisa de campo pelo seu caráter investigativo que, além do uso da pesquisa documental e/ou bibliográfica, transcorre por meio da coleta de dados junto a pessoas, com a utilização de recursos dos diferentes tipos de pesquisa (pesquisa participante, pesquisa-ação, entre outras) possíveis (FONSECA, 2002).

Tal pesquisa foi realizada em uma escola pública em um bairro da zona norte na cidade do Rio de Janeiro. A seguir é possível observar algumas adaptações existentes na literatura e que visivelmente são fáceis de serem realizadas por fazerem uso de materiais de baixo custo, bem como algumas adaptações realizadas na escola, pelo departamento de química para ensinar química para deficientes visuais.

#### 3.1. Modelo Atômico e Diagrama de Pauling

É possível se representar um modelo atômico (Rutherford) de forma bem simples. Para isso, há a necessidade de uma cartolina, barbante, bolinhas de isopor e grãos de feijão. O barbante serve para delimitar a eletrosfera e o núcleo, as bolinhas de isopor representam os prótons e os nêutrons e os grãos de feijão representam os elétrons. Com este modelo seria possível mostrar aos alunos o conceito de elétron, próton, nêutron e suas respectivas localizações no átomo, bem como o conceito de número atômico, número de massa, isótopos, isóbaros e também conceitos de íons. Para mostrar aos alunos o conceito de camadas eletrônicas e distribuição eletrônica pode-se fazer uso de um modelo semelhante ao anterior. A diferença é que o átomo possui todas as camadas completas, e os elétrons continuam sendo os grãos de feijão. Temos ainda que a distribuição eletrônica pode ser abordada em outra cartolina, onde também se representa um átomo com as camadas eletrônicas delimitadas pelo barbante. Posteriormente, coloca-se este modelo sobre uma superfície metálica e então os alunos fazem a distribuição de pequenos ímãs (elétrons) obedecendo à regra do Octeto (CASTRO *et al.*, 2000).

Na escola foi feita uma adaptação do diagrama de Linus Pauling, que segundo Belançon (2018) trata-se de um esquema que explica em que ordem os elétrons vão se “alojando” no átomo, ou seja, quando um átomo possui mais elétrons, qual nível é ocupado primeiro. Os subníveis do diagrama foram escritos em Braille sobre um material feito de polímero de alta densidade que foi colado em uma cartolina. O diagrama foi confeccionado pelo Instituto Benjamim Constant. Tanto o título quanto todo o diagrama está em Braille, o que possibilita ao aluno deficiente visual estudar o assunto e compreender por meio do tato como é essa distribuição em subníveis. Foi verificado se as adaptações eram eficazes para ensinar modelos atômicos e diagrama de

Pauling.

### **3.2. Tabela Periódica**

Segundo Oliveira *et al.* (2008) as tabelas periódicas podem ser produzidas a partir de materiais alternativos ou de baixo custo. Desse modo, no trabalho deles foram elaboradas duas tabelas, uma ‘fixa’ e outra ‘móvel’. A ‘fixa’ foi construída a partir de caixas de fósforos, alfinetes, papéis de diferentes texturas e uma tábua de madeira. Já a tabela ‘móvel’ foi fomentada com emborrachado, papéis de diferentes texturas e miçangas. Quanto à escrita (símbolo químico do elemento, número atômico e número de massa) foi feita em Braille, por meio do uso da reglete e da punção.

Na escola foi observado se a adaptação para ensinar tabela periódica foi como essa da literatura ou se foi feita uma adaptação diferente e também foi observado se a mesma era ou não eficaz.

### **3.3. Observação da aula suporte (fora da sala de aula) e questionário**

Observou-se como funcionava a aula de suporte dada aos alunos com deficiência visual, que é o enfoque desse trabalho, por meio da observação da aula de suporte de química que é dada em horário diferente do horário da aula (alunos que estudam de manhã têm a aula de suporte na parte da tarde e vice-versa). Reparou-se em como era feita a abordagem do assunto, com o aluno deficiente fora da sala de aula, onde a atenção estava totalmente voltada para ele. Se a abordagem utilizada era eficaz, ou seja, se ela conseguia fazer com que o aluno entendesse o assunto, sanando eventuais dúvidas que tenham ficado durante a aula em sala.

Temos que o uso do questionário no modelo seguiu uma série de subprocessos descritos por Forza (2002) que são: processo de tradução do referencial teórico até um modelo empírico; processo de formulação e teste inicial do questionário; processo para coleta e obtenção de dados por meio de um teste teórico; processo de analisar os dados; tendo ainda o processo de se interpretar os resultados, assim como a redação de um relatório.

Desta forma, o questionário semiestruturado foi desenvolvido com três professores (de química) do corpo docente da escola, na qual a pesquisa foi feita, a fim de se verificar a visão de cada um a respeito da educação inclusiva e a viabilidade dessa inclusão. As perguntas realizadas estão descritas a seguir:

**1) Atualmente a política é de Educação Inclusiva, dessa forma, encontramos nas classes comuns, pessoas com necessidades educacionais especiais. Assim, o que você entende por Educação Inclusiva?**

**2) Em sua opinião é possível se ter adaptações curriculares no ensino de química para deficientes visuais? Como você adapta as suas aulas para os alunos com deficiência visual?**

3) Como você julgaria o modo como o qual você está conduzindo o ensino desses alunos? Você acha que está conseguindo incluí-los com o restante da turma?

4) Você tem dificuldades na hora de adaptar as aulas para esses alunos deficientes visuais? Você acha que o tipo de ensino que esses alunos estão tendo está sendo satisfatório para eles em termos de aprendizado?

5) O que você acha que ainda pode ser mudado em termos de educação inclusiva?

#### 4. Resultados e Discussões

O colégio possuía as adaptações necessárias, no tocante aos deficientes visuais, e para isso conta com uma impressora Braille, para impressão de textos, provas, livros para que os alunos possam usar em sala para acompanhar as aulas. Também era oferecido fora do horário da aula do aluno, um suporte para o mesmo, ou seja, o professor da disciplina, no caso de química, em um determinado horário, dá toda a atenção que esse aluno com deficiência (no caso do presente trabalho, o aluno deficiente visual) precisa.

##### 4.1. Quanto ao Modelo Atômico e Diagrama de Pauling

Na escola, onde se fez a pesquisa de campo com alguns professores de química e alunos foi possível ver algumas adaptações realizadas pelos professores para ensinar aos alunos deficientes visuais. Na **Figura 2** é possível se observar uma representação bem simples de modelo de átomo.

Figura 2 - Modelo Atômico em alto relevo

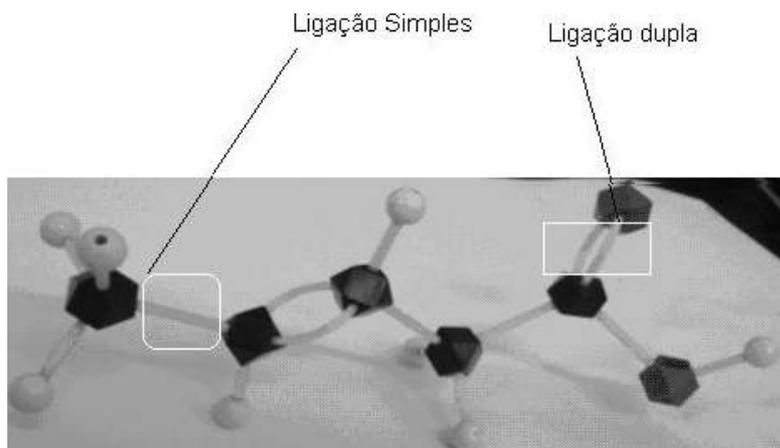


Tais modelos foram feitos com cola de modo que ficassem em alto relevo e assim por meio do tato o aluno pode sentir as camadas eletrônicas bem como os elétrons e assim podem ser trabalhados do mesmo jeito os conceitos já citados anteriormente. Já a legenda do título (modelo de átomo) foi feita também em Braille. Esse material foi confeccionado pelo Instituto Benjamin Constant através de um aparelho chamado thermoform. Uma técnica na qual se imprimem em uma película plástica formas em alto relevo e a legenda é feita em Braille. No

caso do modelo atômico, somente a legenda foi feita usando o thermoform. A partir dessa adaptação básica é possível ensinar ao aluno sobre modelo atômico de Rutherford. O tato que é algo muito utilizado pelo aluno deficiente visual é de extrema importância para que ele possa entender como é o átomo.

Em química orgânica para explicar a tetravalência do carbono na aula suporte para o aluno deficiente visual, o professor fez uso primeiro de modelos (**Figura 3**).

Figura 3 - Conceito de ligação simples e dupla a partir de modelos



Foi possível observar na aula de suporte onde esses modelos foram utilizados que o aluno conseguiu diferenciar um hidrocarboneto do outro, em virtude da presença das ligações simples, dupla ou tripla, tudo pelo tato. Tais modelos podem ser usados inclusive com alunos que não possuem necessidades educacionais visuais.

Na escola foi feita uma adaptação do diagrama de Linus Pauling (**Figura 4**). Os subníveis do diagrama foram escritos em Braille sobre película plástica, por meio do thermoform e colados na cartolina. Tanto o título quanto todo o diagrama está em Braille, o que possibilita ao aluno deficiente visual estudar o assunto e compreender por meio do tato como é essa distribuição em subníveis. Como o Diagrama é feito em Braille, o aluno consegue entender como é montado o diagrama e a ordem dos subníveis eletrônicos por meio do tato. É notório que o tato é uma ‘ferramenta’ extremamente importante para o aluno deficiente visual. Tal adaptação permite ensinar a um aluno deficiente visual o Diagrama de Linus Pauling, sem que ele fique prejudicado quando o assunto for abordado em sala de aula.

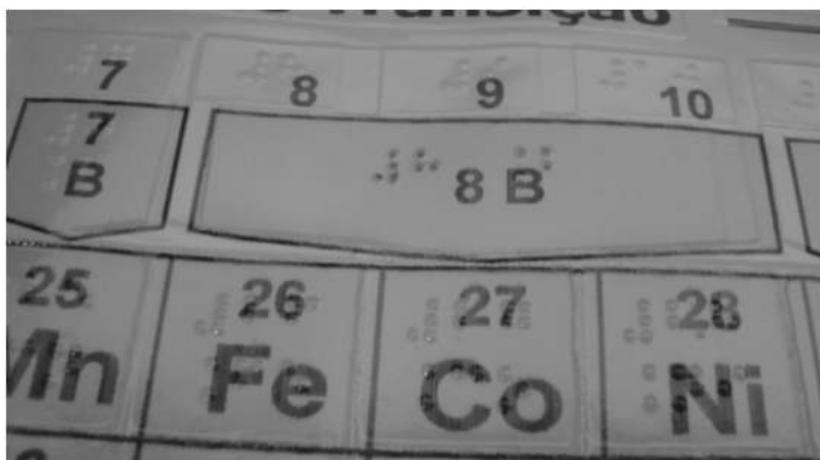
Figura 4 - Parte do Diagrama de Linus Pauling em Braille



#### 4.2. Quanto a Tabela Periódica

Foi possível observar que há a possibilidade de se adaptar a tabela periódica de um modo mais simples ainda e também muito mais eficaz, como foi feito na escola e que pode ser observado na **Figura 5**.

Figura 5 - Tabela periódica adaptada



Na escola, fizeram uso de uma tabela comum e por cima dela colaram uma película plástica, com o símbolo de todos os elementos químicos, grupos e números atômicos em Braille, por meio do thermoform (procedimento realizado no Instituto Benjamin Constant). A partir dessa adaptação é viável se ensinar tabela periódica para o aluno deficiente visual. Como na tabela, na película plástica, há o Braille, o aluno consegue por meio do tato, diferenciar um elemento químico do outro, bem como o seu respectivo número atômico, bem como a família a qual o elemento pertence. A partir de como é a tabela periódica, posteriormente, é possível se ensinar as propriedades periódicas para o aluno.

### 4.3. Quanto a observação da aula suporte (fora da sala de aula) e questionário

A aula de suporte é dada por todos os professores do departamento de química. Normalmente, o aluno tem a aula de suporte com o próprio professor da turma em que estuda. Na aula de suporte observada, de um dos professores, ficou bem clara a dedicação dele em tentar ensinar o conteúdo de química orgânica ao aluno que era deficiente visual.

Por meio dos modelos atômicos, ele construiu várias estruturas diferentes, para que o aluno pudesse ter noção do que era uma cadeia aberta ou fechada ou um anel aromático. A ver também a diferença da ligação simples para a dupla, mostrando os hidrocarbonetos (alcano, alceno e alcino) existentes. Também conseguiu mostrar cadeias com pequenas ramificações e fazer com que o aluno fosse capaz de dar nome a essas cadeias ramificadas. O aluno também foi capaz de identificar a função alcadieno, inclusive os tipos de alcadienos existentes em função das posições das ligações duplas.

No final dessa aula suporte, o aluno deficiente visual comentou que preferia (assim como alguns outros alunos, também deficientes visuais) esse método de modelos atômicos para aprender química orgânica do que o método da lixa, que consiste em desenhar as estruturas orgânicas em uma espécie de lixa, desse modo, a estrutura fica em alto relevo e o aluno é capaz de pelo tato, entender como é a estrutura. No entanto, com os modelos atômicos, por ser algo tridimensional, ele consegue entender melhor o conceito comparado com ao que está na lixa. A sensação é diferente, mesmo que ele também use o tato na lixa, o modelo faz com que ele consiga ter um poder de abstração melhor até mesmo quando comparado com um aluno que não possui deficiência visual, visto que nem todos os alunos conseguem visualizar essas estruturas fora do plano do papel, e o aluno embora não enxergue, conseguiu entender perfeitamente os conceitos mostrados por meio dos modelos montados. Assim, fica clara a possibilidade de adaptação dos conteúdos de química orgânica, no tocante a funções orgânicas, para esses alunos.

Ao se observar as respostas de cada professor foi possível analisar o que cada um entende de um modo geral no tocante a educação inclusiva e ver se realmente a tentativa de se incluir tais alunos em classes regulares está sendo bem-sucedida ou não. Quando questionados sobre sua concepção do conceito de Educação Inclusiva, os três professores deram respostas ligeiramente distintas, porém em uma das respostas ficou bem claro que a concepção de inclusão é mais abrangente e específica. Ao responder que:

*“É inserir o aluno no ensino regular. Não deve haver diferença nenhuma entre os alunos. Mas deve haver um suporte porque se não é dado um suporte, os jovens estariam na sala de aula por ‘brincadeira’, por estarem somente. Não basta falar que tem inclusão, temos que ter um suporte também”.* (Professor C)

Fica nítido que há uma visão bem clara do que realmente seria a inclusão, algo que já foi bem demonstrado ao longo do referente trabalho. Ou seja, não basta apenas colocar o aluno na classe de ensino regular, se não lhe são oferecidos meios para acompanhar essa turma.

Quando se fala em meios para que o aluno seja capaz de acompanhar a turma, significa mencionar as adaptações que podem ser feitas e oferecidas a esses alunos. Cada professor tem um modo de dar sua aula e do mesmo jeito terá um modo de adaptar os assuntos para que possa integrar o aluno deficiente visual, seja na aula ou então na aula suporte. É claro que há os que não acreditam na possibilidade de se adaptar as aulas em sala de aula e somente fora dela. Ficou bem nítido ao longo do trabalho que até hoje existe essa divergência entre os que acreditam e os que não acreditam nas adaptações dentro da sala de aula. Isso fica notório inclusive pelas respostas obtidas dos três professores ao se perguntar se eles achavam possível se ter adaptações no ensino de química para deficientes visuais. Dois disseram que sim, principalmente na aula de suporte, enquanto somente um dos professores acredita não ser possível em sala de aula, sendo somente possível na aula de suporte.

Levando-se em consideração que a idéia de inclusão escolar consiste em inserir tal aluno no contexto de ensino regular, não faria muito sentido ele simplesmente receber orientação fora do horário de aula, pois então seria melhor que ele fosse encaminhado para uma instituição especial de acordo com sua deficiência, visto que ele apenas estaria na sala de aula. É claro que é importante frisar que em uma turma com normalmente 30 alunos, e com um horário de aula em média de 90 minutos fica bem complicado se dar toda a atenção que o aluno deficiente visual necessita, principalmente, em química que é um assunto que muitas vezes requer muito do visual do aluno, porém não é impossível e é claro que o que não for bem compreendido em sala de aula pode ser visto com uma ênfase maior na aula suporte. Desse modo, cada um dos professores (que acham possível se adaptar dentro da sala de aula) tem um método de adaptar suas aulas dependendo do assunto, isso é possível de se observar nas respostas do questionário. Ao serem questionados se conseguem incluir os alunos na turma, ficou bem claro novamente a divergência entre os professores. Dois deles afirmam que não conseguem, sendo que um deles diz não conseguir sempre, mas na medida do possível se esforça para isso, enquanto que o outro não tenta integrar o aluno deficiente visual com o restante da turma em momento algum por não acreditar que isso seja possível. Somente um dos professores afirma conseguir integrar o aluno deficiente visual com o restante da turma, tentando sempre fazer com que eles participem, mas é claro frisando bem a importância também de o aluno ter uma assistência fora de sala de aula. Ou seja, embora tais professores não tenham uma formação voltada para educação especial, eles adaptam alguns assuntos seja em sala de aula ou então somente na aula suporte.

Ao serem questionados, a respeito de dificuldades de adaptar as aulas para os alunos deficientes

visuais, um dos professores alega a falta de material de suporte em Braille (livros, por exemplo), dizendo que assim fica mais difícil de serem realizadas as adaptações. Outro professor alega que não possui tal dificuldade, principalmente, fora da sala de aula, onde fica muito mais fácil focar a atenção nos alunos que são deficientes visuais, por eles conseguirem ‘absorver’ melhor o conteúdo com a aula de suporte. E por fim o terceiro professor também diz não possuir tal dificuldade desde que haja o suporte para esses alunos. Com base nas respostas dos três professores também fica claro, no caso de dois professores, a tentativa de integrar os alunos na sala de aula, bem como de fornecer a esses alunos também fora da sala de aula o suporte que eles precisarem. Mesmo não tendo uma formação em educação especial, eles tentam da melhor forma possível fazer com que esses alunos sejam integrados ao restante da turma.

Por fim, ao serem questionados a respeito do que ainda pode ser mudado em termos de educação inclusiva, de acordo com as respostas dos três professores ficou clara a descrença de um dos professores no tocante a educação inclusiva de um modo geral. Isso fica bem nítido com a resposta dada:

*“Acho que o ensino inclusivo não é bom, pois é um modo do governo de se isentar das suas responsabilidades, porque ele se isenta da obrigação de prover formação de professores em Educação Especial”.* (Professor A)

Essa resposta, ainda que demonstre a descrença no sistema de educação inclusiva, também toca em outro fator muito importante: a formação de professores em Educação Especial. Atualmente, ainda há um grupo reduzido de pessoas que trabalham voltadas para Educação Especial quando comparada com a Educação Regular. É claro que realmente o governo não faz os investimentos necessários para que ocorra tal formação, mas muitas vezes também, muitos professores não se interessam em obter tal formação, por achar que irão ter mais trabalho do que já tem normalmente, seja para adaptar as aulas, para dar assistência a esses alunos que deve ser maior do que a dada a alunos tidos como ‘normais’. Isso é um ponto que realmente deve ser mudado no nosso país, com certeza deveria se haver um investimento maior por parte do governo em formar tais profissionais especializados e tais profissionais deveriam ser integrados também a escolas de ensino regular, não ficando somente restritos as escolas de Educação Especial. Um exemplo claro disso a escola, embora alguns professores se mostrem bem receptivos a Educação Inclusiva e se esforcem na medida do possível para tornar a mesma viável, nenhum deles tem formação especializada. Talvez se na escola houvesse professores de química com uma formação desse tipo, não somente na escola, mas em outras instituições, o ensino para esses alunos deficientes visuais pudesse ser melhor do que é atualmente.

Somente um dos professores que nitidamente é o que mais acredita na viabilidade da educação

inclusiva acha que o diferencial é o suporte aos alunos, ou seja, não basta simplesmente colocar o aluno na sala, tem que ser dada toda a assistência que ele necessita tanto dentro quanto fora de sala de aula.

## 5. Conclusões

Por meio das observações realizadas na escola e com base, também, nas sugestões de aulas adaptadas para deficientes visuais lá efetuadas, assim como as encontradas na literatura, é possível perceber que houve um avanço em termos de educação inclusiva, embora esse processo ainda precise ser melhorado e fomentado. Deve-se haver um incentivo maior aos professores para que haja um comprometimento mais engajado no ensino para alunos portadores de deficiência visual, assim como para outros tipos de deficiência. Adicionalmente, pôde-se perceber que o fato de um aluno ser deficiente visual, não impede que ele aprenda química. Embora haja limitações, é possível realizar determinadas adaptações no currículo ou metodologia para que esse aluno seja capaz de aprender frequentando uma escola de ensino regular. Vale ressaltar o quão essencial é a sala de recursos, pois provê um suporte para o aluno fora da sala de aula, visto que nem sempre em sala de aula é possível dar total atenção para este aluno. Sendo assim, pôde-se concluir que com as devidas adaptações é viável o ensino de química para deficientes visuais em escolas regulares. Todavia, são necessários novos estudos para aprofundamento do tema, assim como para entendimento do uso de novas tecnologias e novas abordagens para o incremento da educação inclusiva.

## REFERÊNCIAS

BELANÇON, M.P. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, (2018).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília: MEC/SEESP, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares - estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais. Brasília: MEC/SEF/SEESP, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

CAMARGO, E. P. de. Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlces e desenlaces. Revista Ciência e Educação. Bauru, 23, 1, 1-6. 2017.

CASTRO, P.S.C.B.G. *et al.* Técnicas Alternativas de Ensino de Química para deficientes visuais: Estrutura Atômica. 23ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, maio, 2000.

CERQUEIRA, J.B.; FERREIRA, E.M.B. Os recursos didáticos na educação especial. Revista Benjamin Constant, edição 06, dezembro, 2000.

CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G. Avaliação da proficiência em mapeamento conceitual a partir da análise estrutural da rede proposicional. Revista Ciência e Educação. Bauru, 23,1, 71 – 90, Jan./Mar. 2017.

CUNHA, M. V. P. O; GOMES, E. G. S.; FERNANDES, J. C.F.A. A relação entre o ambiente e o usuário – o mapa comportamental como instrumento de definição de rota acessível. 228-236. 10.5151/despro-eneac2016-ACE03-3. 2016.

FERNANDES, E. M.; ORRICO, H. F.. Acessibilidade e inclusão social. 2ª edição. Rio de Janeiro: Deescubra. 2012.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. International Journal of Operations & Production Management, 22, 2, 152-194. 2002.

FREIRE, G.; ALVES, R.; OLIVEIRA, V. Avaliação Ergonômica aplicado a habitação de interesse social. 10.5151/eneac2018-061. 2018.

GARCIA, R. M. C. Política de educação especial na perspectiva inclusiva e a formação docente no Brasil. Revista Brasileira de Educação. Rio de Janeiro, 18, 52, 101-119, Mar.2013.

GLAT, R. Educação Inclusiva: cultura e cotidiano escolar. Rio de Janeiro: 7 letras, 2007.

LE MOS, E.R.; CERQUEIRA, J.B. O Sistema Braille no Brasil. Revista Benjamin Constant, edição 02, janeiro, 1996.

MARTINS, B. A.; CHACON, M. C. M. Escala de Eficácia Docente para Práticas Inclusivas: Validação da Teacher Efficacy for Inclusive Practices (TEIP) Scale. Revista Brasileira de Educação Especial. Bauru, 26, 1, 1-16, Março 2020 .

NEVES, P.R.; SANTOS, K.A.M.; MÓL, G.S. Grafia Química Braille: uma proposta de Inclusão para alunos portadores de deficiência visual. 27<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química e XXVI Congresso Latinoamericano de Química, junho, 2004.

OLIVEIRA, C.A.F. *et al.* Elaboração de tabelas periódicas para facilitação da aprendizagem para alunos deficientes visuais. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, julho, 2008.

QUEIROZ, J., GUERREIRO, E. Política Educacional e Pedagógica da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva na Rede de Ensino Público de Manaus. Revista Brasileira de Educação Especial. Bauru, 25, 2, Abril/Junho 2019.

REILY, L. (2012). Escola inclusiva: Linguagem e mediação. 4<sup>a</sup>. Ed. Campinas: Papyrus.

ROGALSKI, S. M. Histórico do Surgimento da Educação Especial. Revista Educação Ideau. 5, 12, Julho/Dezembro 2010.

Site do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Projetos de Acessibilidade (Projeto DOSVOX). Disponível em <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>>. Acesso em 07/09/2019.

SUPALO, C.A., KENNEDY, S.H. Using commercially available techniques to make organic chemistry representations tactile and more accessible to Students with blindness or low vision. Journal of Chemical Education, 91, 10, 1745-1747, 2014.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. Ciências e Cognição. João Pessoa, 12, 72-85, 2007.

VOOS, I.C.; GONÇALVES, F.P. Tecnologia assistiva e ensino de química: reflexões sobre o processo educativo de cegos e a formação docente. Química Nova na Escola. 34, 4, 297 – 305, 2016.

# Capítulo 3

## UMA REFLEXÃO SOBRE OS DESAFIOS ENFRENTADOS PELAS MULHERES NO MERCADO DE TRABALHO

Julio Cesar Ballador  
Thamiris Silva Rosa  
Rita de Cássia Arruda Fajardo  
Marcela Avelina Bataghin Costa

# UMA REFLEXÃO SOBRE OS DESAFIOS ENFRENTADOS PELAS MULHERES NO MERCADO DE TRABALHO

Julio Cesar Ballador

Thamiris Silva Rosa

Rita de Cássia Arruda Fajardo

Marcela Avelina Bataghin Costa

## Resumo

Esta pesquisa objetivou listar os principais desafios encontrados pelas mulheres ao ingressarem no mercado de trabalho; A inferiorização, a dupla jornada, o preconceito, a escolaridade, a maternidade e também a remuneração foram os temas discutidos neste trabalho. Para tanto se realizou uma revisão bibliográfica, buscando os pontos de vista de diversos autores e pesquisadores que discutem o assunto. Foi consultada a base de dados acadêmicos Google Scholar. A busca realizada com a combinação de palavras-chave relacionadas ao tema, com um filtro para o período de 5 anos (de 2015 a 2019), retornou 47 artigos acadêmicos os quais foram submetidos à leitura dos resumos, das palavras-chave e dos objetivos. Selecionou-se 15 artigos para leitura completa, dos quais 10 artigos continham o material necessário para a construção da reflexão. Como resultado, observou-se que as mulheres ainda em alguns cargos e funções certos preconceitos comumente estereotipados como masculinos. As mulheres também têm maior dificuldade em conciliar a maternidade com o trabalho e por diversas vezes, tendem a adiar a uma gravidez por medo de represálias no trabalho. Além disso, muitas mulheres sofrem assédio, tanto sexual quanto moral. Os dados se agravam quando se leva em consideração o fator racial, que apontam que as mulheres negras convivem com violações ligadas a cor de sua pele, constantemente sendo associadas a funções socioeconomicamente menos valorizadas e sendo percebidas erroneamente como sendo incapazes de alcançar elevados níveis da hierarquia empresarial. O estudo também demonstrou que a desigualdade aos poucos está sendo combatida, e a sociedade tem colhido os frutos resultantes das ações afirmativas e das propostas legislativas que visam à equidade sendo de grande importância para todas as mulheres brasileiras.

**Palavras-chave:** mulher, desigualdade de gênero, mercado de trabalho, desafios .

## 1. Introdução

A presença da mulher como figura ativa na sociedade capitalista e provedora de riqueza é recente se comparada ao homem. “Portanto, as assimetrias de gênero no mercado de trabalho

parecem ser ainda mais intensas, face à defasagem temporal de cerca de 20 anos em relação as suas contemporâneas” (FERRAZ; MAPURUNGA; FERRAZ. 2012 p. 2 apud OIT 2009). Além disso, direitos comuns a eles tiveram que ser conquistados pelas mulheres, entre eles o direito ao voto ou mesmo ao estudo superior (MELLO, 2014).

No Brasil, as mulheres conquistaram o direito de votar por meio do código eleitoral Provisório (Decreto 21.076 de 24 de fevereiro de 1932), durante o governo de Getúlio Vargas. Somente em 1934 as restrições ao voto feminino foram eliminadas do Código Eleitoral, pois até então o voto só era permitido às mulheres casadas, com autorização dos maridos e para viúvas e solteiras que tivessem renda própria. O voto feminino tornou-se obrigatório apenas em 1946 (MELLO, 2014).

Em 1827 foi promulgada no Brasil a primeira lei sobre educação das mulheres, permitindo que frequentassem as escolas elementares. Em 1879 as mulheres obtiveram autorização do governo para estudar em instituições de ensino superior; no entanto, as que optavam por este caminho eram fortemente criticadas pela sociedade (MORAIS, 2015).

Com relação à inserção das mulheres no mercado de trabalho, dados do IBGE (2010) apontados por Andrade (2016) “em 1950, apenas 13,6% das mulheres eram economicamente ativas”, entretanto esses dados tiveram uma melhora considerável, pois “no período entre 1950 e 2010 a participação masculina na PEA passou de 80,8% para 67,1%, ao passo que a participação feminina mais que triplicou, saltando de 13,6% para 49,9%” (ANDRADE, 2016 p. 9 apud IBGE 2010).

Além disto, Batista e Cacciamali (2009) afirmam que o aumento da participação da mulher como provedora da renda familiar deu um grande salto a partir dos anos de 1970. No entanto, a inserção feminina no mercado de trabalho não reduziu seu papel na atuação como mãe, esposa e responsável pela administração do lar.

De acordo com dados divulgados pelo IBGE sintetizados por Velasco (2017) as mulheres possuem de maneira geral índices mais altos de escolaridade que os homens, e realizam pelo menos mais três tarefas domésticas, contudo, continuam sendo desvalorizadas no ambiente de trabalho e recebendo uma remuneração relativamente menor que os homens.

Entre 2012 e 2018 observou-se uma leve queda na desigualdade entre os gêneros, mesmo assim o rendimento da mulher continua sendo 20,5% menor que dos homens no País, conforme demonstrado pelo “estudo especial feito pelo IBGE para o Dia Internacional da Mulher, com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua” (PARADELLA, 2019).

A diferença apontada pelo estudo ainda é bastante expressiva, os dados publicados são relativos ao quarto trimestre de 2018, e consideram apenas pessoas entre 25 e 49 anos, o rendimento médio do homem é de R\$ 2.579 em comparação com o da mulher que é de R\$ 2.050, concluindo uma disparidade de R\$ 529. A menor diferença salarial foi a apresentada em 2016, na qual as mulheres ganhavam 19,2% a menos que os homens, um valor de R\$ 471,10

(PARADELLA, 2019).

Considerando a diferença salarial nacional, quando o recorte é realizado por regiões do País, a discrepância se torna ainda mais evidente. Em centros urbanos como Distrito Federal “os homens ganham, em média, R\$ 3.965, contrapondo o salário médio de R\$ 2.968 das mulheres nas mesmas funções – uma diferença de R\$ 997”, entretanto em regiões mais pacatas onde o salário médio já é menor, a desigualdade é pequena, ,por exemplo, Roraima que tem uma diferença de R\$ 38 , sendo considerado um valor médio de R\$ 1.684 para os homens e R\$ 1.646 para as mulheres. Em nenhum estado, porém, o rendimento médio feminino é mais alto que o masculino, incluindo o Estado de São Paulo (VELASCO, 2017).

Além de menor remuneração, as mulheres são as mais atingidas pelo desemprego. A mesma pesquisa mostra uma taxa de desocupação masculina de 7,7% e feminina de 11,6%. Historicamente as mulheres têm inserção de trabalho inferior aos homens, pois sempre foram ligadas a cuidados da casa e dos filhos. Quando ocorre aquecimento da economia, o mercado busca essas mulheres como uma mão-de-obra a mais, mas, quando há uma crise, o impacto é maior para elas.

Considerando o exposto, a questão problema norteadora desta pesquisa é: quais são os principais desafios encontrado pelas mulheres no mercado de trabalho?

O objetivo geral desse trabalho foi apresentar uma reflexão sobre os desafios enfrentados pelas mulheres no mercado de trabalho. Especificamente buscou-se através de revisão de literatura em bases acadêmicas brasileiras contextualizar historicamente a inserção da mulher no mercado de trabalho, identificado os desafios enfrentados por elas para alcançar seu propósito profissional e o reconhecimento.

Atualmente muitas famílias têm a mulher como principal membro provedor de recursos financeiros. Deste modo, estudar a evolução da inserção da mulher no mercado de trabalho e os motivos da desigualdade de remuneração, justifica-se, já que esta classe além de lutar para conquistar seu espaço, também é responsável por movimentar a economia, e se melhor remunerada poderá investir em novos empreendimentos, comércio, educação, especialização entre outros, aumentando ainda mais sua participação na movimentação da economia regional e nacional.

## **2. Procedimento Metodológico**

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, pois, o resultado provém do esforço intelectual do pesquisador no qual “ele encontra a conclusão, faz a análise dos dados buscando conceitos, princípios e os significados das coisas”, e apesar do uso de alguns números neste tipo de pesquisa eles têm função de auxílio no entendimento e não de análise estatística (FIEL, 2017). Quanto ao objetivo é classificada como exploratória, pois de acordo com Gil (2010, p. 27), esta modalidade tem como objetivo “proporcionar mais familiaridade com o problema”,

cuja finalidade é torná-lo mais evidente, no sentido de explorar todos os aspectos referentes ao fato estudado. Com relação aos procedimentos se configura em uma revisão bibliográfica e documental, consistindo em um levantamento e coleta de informações.

A revisão da literatura foi realizada com a busca de conceitos sobre os temas relacionados aos desafios enfrentados pelas mulheres no mercado de trabalho. A base de dados definidas para a consulta foi o *Google Scholar*. A busca dos trabalhos sobre desafios enfrentados pelas mulheres no mercado de trabalho foi realizada com a combinação das palavras-chave: "mulher" "trabalho" "maternidade" "assédio moral" "sexual" "diferença salarial" "mercado" "dupla jornada" "artigo", com um filtro para o período específico de 5 anos (de 2015 a 2019). A classificação utilizada, foi por meio de relevância.

Foram encontrados 47 artigos acadêmicos. Primeiramente realizou-se a leitura dos resumos, das palavras chaves e dos objetivos.. A busca foi realizada entre março e abril de 2019. foram identificados e selecionados o total de 15 artigos para leitura completa, estes artigos foram exportados para o software Mendeley, para auxílio na organização da leitura. Foram excluídos os artigos que não continham relações diretas com os objetivos estudados. Finalmente, selecionou-se 10 artigos, conforme Quadro 1, que continham o material necessário para a construção da reflexão.

Quadro 1 – Artigos da Pesquisa

| <b>Autor/ Data de Publicação</b>           | <b>Título</b>  |
|--|--|
| PRAXEDES, A. F (2015)                      | Hipocrisia e servilidade: uma análise sobre a divisão racial e sexual nas estruturas do trabalho doméstico no distrito federal                 |
| VALVERDE, J.A.V (2016)                     | A inserção da mulher no mercado de trabalho: discriminação, assédio, diferença salarial entre os gêneros e avanços na busca pela igualdade.    |
| LAZZARIN, H.K (2016)                       | As insuficiências legais relativas ao trabalho da mulher e o tratamento igualitário no Brasil  |
| SILVA, L.C.B (2016)                        | A inserção da mulher no mercado de trabalho: reflexões a partir do processo interpretativo referente ao artigo 384 da CLT                      |
| OLIVEIRA, D. R (2017)                      | O direito fundamental à igualdade de remuneração entre os sexos  |
| GRZBOWSKI, N.M.M (2017)                    | A legislação trabalhista brasileira a luz das recomendações internacionais sobre a discriminação de gênero                                     |
| JESUS, G e<br>PARAVIDINE, G.J.I.N.M (2018) | A mulher no mercado de trabalho: desafios diários  |
| BELONHA, S.R (2018)                        | A discriminação de gênero no mercado de trabalho e a desigualdade salarial: a atuação do judiciário trabalhista garantindo a não discriminação |
| VIEIRA, B. (2018)                          | Mulheres Negras no Brasil: Trabalho, Família e Lugares Sociais.  |
| AVILA, L.K.M (2019)                        | Como é ser mulher, trabalhadora e mãe? um estudo sobre a identidade da mulher que trabalha no setor privado                                    |

Fonte: Própria

Estes artigos foram usados para subsidiar a fundamentação teórica apresentada no próximo tópico.

### **3. Fundamentação Teórica**

#### **3.1. As mulheres no Mercado de Trabalho**

Segundo Oliveira (1999) apud França; Schimanski (2008, p.71), na Grécia antiga as mulheres já realizavam a dupla jornada de trabalho – “eram as mulheres dos servos e dos camponeses as que mais trabalhavam, além de dividir as tarefas da agricultura com seus maridos, também realizavam as tarefas domésticas”. Os autores ainda destacam que “a forma mais comum da divisão do trabalho refere-se à distinção das atividades que são desenvolvidas pelos homens e pelas mulheres”, referindo-se à “divisão sexual do trabalho, que se constitui em uma das bases da organização econômica da sociedade e seu impacto se dá, principalmente, nas relações de gênero”.

Após a II Revolução Industrial, ocorrida no século XVIII, muitas mulheres tornaram-se empregadas nas indústrias, fazendo-se, portanto, necessária a criação de leis para a proteção dos seus direitos, como as que impossibilitavam a demissão de mulheres grávidas e também que trabalhassem entre as quatro últimas semanas gestação e as quatro semanas posteriores ao parto. Tais leis também indicavam não haver a distinção entre os sexos para a remuneração de trabalhos igualmente executados (PROBST, 2005).

A inserção e marco definitivos pelos direitos igualitários do trabalho feminino se deram no dia 8 de março de 1857, quando 129 operárias de uma fábrica americana orquestraram uma manifestação contra as más condições de trabalho e à excessiva carga horária, ocupando as instalações da indústria onde trabalhavam. Para reprimir o movimento, os patrões fecharam as portas da fábrica e atearam fogo nas operárias, as queimando vivas. “Porém, somente em 1910, durante uma conferência na Dinamarca, ficou decidido que o 8 de março passaria a ser o Dia Internacional da Mulher, em homenagem às mártires que morreram no incêndio na fábrica em 1857” (PRADO, 2010).

Em 1975, quando a ONU incluiu o dia 8 de março em seu calendário oficial de comemorações, foi que a data foi incorporada pelos diversos países do mundo, passando a ser conhecido como o “Dia Internacional da Mulher” (TOSCANO; GOLDEMBERG, 1992). Percebe-se, portanto que a comemoração do dia da mulher está relacionada com sua entrada no mercado de trabalho, como se o ato de trabalhar fora de casa fizesse com que elas fossem mais percebidas e valorizadas pela sociedade.

“No Brasil do século XIX, com o avanço tecnológico proveniente da Revolução Industrial, a maior parte da mão de obra feminina estava dentro de indústrias de fiação e tecelagem, no qual havia baixa mecanização.” (Priore, 2004, p. 486, apud Magalhães, 2017, p.09).

Segundo Müller (1999), as famílias de boa classe social eram abastadas e não havia necessidade

de trabalho direto e braçal, portanto o homem que precisasse receber proventos em troca do trabalho realizado não era bem-visto pela sociedade, no início do século XIX, e essa situação se agravava em relação as mulheres, pois apenas mulheres brancas de classe popular ou as mulheres negras alforriadas tinham a necessidade de trabalhar. Alguns pais e maridos enviavam suas esposas ou filhas para o convento com a intenção de as deixarem em segurança por um período na qual estavam fora ou até mesmo como forma de puni-las por alguma contravenção. “Essa situação começou a mudar, no Brasil, a partir da Lei de 15 de outubro de 1827, que permitiu que as mulheres estudassem e se tornassem professoras primárias” (MÜLLER,1999, p. 100).

De acordo com APPLE (1995), o magistério surgiu como uma alternativa importante em relação ao trabalho nas fábricas, devido às mulheres já possuírem características que a profissão buscava, tais como habilidade para lidar com crianças, de exercer o papel social como mãe e de ter compatibilidade com a carga-horária e com as atividades realizadas em âmbito doméstico (Apple, 1995, p. 60-65, apud Martins et al. 2010, p.78). Porém:

Mesmo com essa conquista, algumas formas de exploração perduraram durante muito tempo. Jornadas entre 14 e 18 horas e diferenças salariais acentuadas eram comuns. A justificativa desse ato estava centrada no fato de o homem trabalhar e sustentar a mulher. Desse modo, não havia necessidade de a mulher ganhar um salário equivalente ou superior ao do homem (PROSBT, 2005, p. 2).

Esta disparidade salarial é devido ao “princípio de hierarquização, o qual atribui que o trabalho realizado pelo homem é de maior valor que o trabalho empenhado pela mulher” (Kergoat. 2003 apud França; Schimanski. 2008, p. 71).

A luta das mulheres pelo direito de trabalhar vem da época das Grandes Guerras, mas, foi a partir dos anos 80, no século XX, que a modernidade e inovações permitiram que as mulheres começassem a conquistar melhores empregos, ocupações e acesso à profissões de nível superior, adquirindo um espaço significativo no mercado de trabalho, abandonando barreiras e abrindo mão de seu papel de esposas, mães e donas de casa (BRUSCHINI; PUPPIN, 2004).

E apesar de todo esse esforço em entregar o melhor trabalho, a sociedade ainda qualifica o homem como o trabalhador mais adequado e digno dos melhores salários e cargos (ABRAMO, 2007). Isto se reflete nos salários e remuneração.

Barros et al (2001), sugerem uma explicação para a diferença salarial entre homens e mulheres. Um deles, segundo os autores, se caracteriza pelo “custo de oportunidade do tempo utilizado para trabalhar” (BARROS et al. 2001, p.2), ou seja,, homens e mulheres não dedicam a mesma quantidade de tempo para o trabalho remunerado, o que, conseqüentemente, impacta na sua remuneração. Outro motivo, seria que essa diferença é determinada pela “mão de obra de homens e mulheres que podem ser vistas pelas firmas como diferentes fatores de produção”, que em outras palavras significa considerando a mesma quantidade de homens e mulheres, a

produção masculina seria maior.

Lapa (2016, p. 129), considera a inserção da mulher é tida como complementar ou secundária, o que legitima salários inferiores”. Essa discriminação entre os gêneros, ainda é formada pela sociedade, na medida em que se considera que a mulher não tem necessidade de cumprir o papel como provedora das rendas familiares. Além desses motivos, as mulheres ainda enfrentam certo preconceito, estando este sob influência da raça/cor (BRUSCHINI e Puppini 2004).

Segundo o jornal Valor Econômico (2018), precebe-se que o Brasil começa a corrigir o diferente tratamento dado aos homens e mulheres no ambiente de trabalho. Ainda que a desigualdade continue existindo, há indícios de que líderes de empresas e do governo vêm prestando mais atenção na valorização da diversidade de gênero entre homens e mulheres, pois segundo algumas análises e estudos, um ambiente com equipes mais diversificadas incita a competitividade saudável para os negócios.

Probst (2005), afirma que as mulheres brasileiras são 41% da força de trabalho, porém ocupam somente 24% dos cargos de gerência.

No geral, entretanto, as mulheres brasileiras recebem, em média, o correspondente a 71% do salário dos homens. Essa diferença é mais patente nas funções menos qualificadas. No topo, elas quase alcançam os homens. Os estudos mostram que no universo do trabalho as mulheres são ainda preferidas para as funções de rotina. (PROBST,2005).

Segundo dados do IBGE (2019b), a diferença salarial média entre os homens e mulheres nesta década, reduziu. Em 2018, as mulheres ganhavam, em média, 20,5% menos que os homens, enquanto em 2017 essa diferença era de 21,7%, uma redução de 1,2 pontos percentuais. Em valores, o salário médio das mulheres foi de R\$ 2.050 no ano de 2018, o que representa R\$ 529 (20,5%) a menos que a média de rendimento dos homens (R\$ 2.579).

As disparidades também são observadas quando são tratadas em nível de escolaridade. Para o IBGE (2018a), em uma pesquisa feita em 2017 as mulheres de 15 a 17 anos de idade tinham frequência escolar líquida (proporção de pessoas que frequentam escola no nível de ensino adequado a sua faixa etária) de 73,5% para o ensino médio, contra 63,5% dos homens. Isso significa que 36,8% dos homens estavam em situação de atraso escolar.

Pesquisas realizadas pela CATHO (2017), demonstram mesmo a mulher possuindo o nível idêntico de formação, em alguns cargos o homem ainda possui um salário relativamente maior. Pesquisas também mostram que ainda na seção sobre escolaridade, há muito mais discrepância nos casos das mulheres negras.

No mercado, as mulheres ainda ocupam cargos inferiores em relação aos homens, isto se comprova através de estudos e pesquisa, revelando, que para elas alcançarem os mesmos cargos que os homens, em empregos formais, necessitam de uma vantagem de cinco anos de escolaridade. Esses dados agravam-se quando relacionados às mulheres negras, que necessitam de oito a onze anos de estudo a mais, em relação aos homens (LUIZ, 2010).

Considerando atuação, as mulheres também ficam atrás. Em pesquisas realizadas pela CATHO (2017), o salário é menor inclusive em empregos nos quais a presença feminina é maior, como por exemplo, na área da saúde. Porém, como pode-se observar na Figura 1, a área de atuação que mais sofre com a desigualdade, é a área financeira.

Conforme IBGE (2018a) é possível verificar tal diferença inclusive em cargos políticos. Apesar da existência de uma cota mínima de 30% de candidaturas “em 2017, as mulheres eram apenas 10,5% dos deputados federais em exercício” sendo a menor proporção auferida na América do Sul, portanto, apenas um em cada dez deputados federais era do sexo feminino. “Em dezembro de 2017, o percentual de mulheres parlamentares no Congresso Nacional era de 11,3%. No Senado, 16,0% eram mulheres e, na Câmara dos Deputados, 10,5%”. Sendo Paraíba, Sergipe e Mato Grosso os únicos estados com nenhuma deputada eleita.

A mesma pesquisa mostrou que em 2016 “60,9% dos cargos gerenciais tanto no poder público, quanto na iniciativa privada, eram ocupados por homens e somente 39,1% por mulheres”. Além disso a participação feminina era mais forte nas candidatas de idade entre 16 e 29 anos, alcançando um valor percentual de 43,1% contrapondo os 31,8% auferidos entre mulheres com 60 anos ou mais.

Constatou-se também que de modo geral a mulher tem três horas a mais de trabalho por semana em comparação ao homem, considerando além do trabalho remunerado, os afazeres domésticos e os cuidados com o lar, contudo a média salarial ainda é de 76,5% do valor recebido pelos homens, mesmo tendo nível educacional mais alto (IBGE, 2018c).

Figura 1 – Critérios e Pesos para avaliação dos artigos



Fonte: CATHO (2017)

### 3.2. Desafios Enfrentados Pelas Mulheres no Mercado de Trabalho

Os principais desafios encontrados pelas mulheres no mercado de trabalho dizem respeito a: remuneração desigual; dupla jornada de trabalho; fecundidade *versus* trabalho, assédio moral e sexual no trabalho; raça e discriminação da mulher no ambiente de trabalho.

**Remuneração Desigual:** Oliveira (2017) cita que além de sofrerem preconceito, diversos tipos de assédio e repressões no ambiente de trabalho formal, a mulher comumente percebe uma remuneração menor em comparativo com seus pares do sexo oposto, mesmo por vezes tendo uma formação acadêmica relativamente melhor, corroborando por exemplo com as pesquisas realizadas pela CATHO (2017) e IBGE (2016).

Segundo Oliveira (2017), “há mais de 60 anos, a igualdade de remuneração é um direito das mulheres previsto internacionalmente”, ratificado pelo Brasil em diversas convenções da Organização Internacional do Trabalho (OIT) tendo como destaque a Convenção nº 100, proposta em 1956 “que cuida da igualdade de remuneração para a mão de obra masculina e mão de obra feminina por um trabalho de igual valor” (OLIVEIRA, 2017, p. 33).

Belonha (2018) dispõe dados convergentes, propondo que “se tratando de relações de trabalho e gênero, a OIT prevê que a discriminação em matéria de emprego e profissão representa uma violação aos direitos previstos na Declaração Universal dos Direitos do Homem”. No Brasil, a isonomia é tratada de forma expressa no artigo 7º da Constituição Federal (CF), no qual declara ser “proibida diferença de salários, de exercício de funções, bem como critério de admissão que se baseie em distinções de sexo, idade, cor ou estado civil” (BRASIL, 1988).

No entanto, na prática o princípio da isonomia salarial não é respeitado como demonstrado por Oliveira (2017), que percebe ainda uma “sub-representação feminina nos governos, nas organizações e nas empresas”, a autora levanta a discussão na qual “não basta o esforço em coibir a discriminação apenas, mas deve também conceder incentivos específicos para a contratação de mais mulheres” e julga necessário “a promoção do mercado de trabalho feminino, atendendo assim ao mandamento constitucional” e possibilitando uma real isonomia. Diversos são os motivos que levam a redução nos proventos recebidos pelas mulheres. Embora haja diversas leis e convenções para evitar e coibir tais ações, os dados provam que apesar de demandar esforço e conscientização da sociedade, a equiparação salarial é um objetivo a ser alcançado com tempo, portanto dentre os objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (DS) da agenda 2030 das Nações Unidas (ONU BRASIL, 2015), está alcançar uma maior igualdade progressivamente, tanto fiscal, salarial e de proteção social.

**Dupla Jornada de Trabalho:** frequentemente as mulheres exercem dupla função, sendo responsáveis pelo cuidado do lar e por exercerem um trabalho fora de casa (VALVERDE, 2016). Segundo a autora, essa dupla jornada acaba por atrapalhar o desempenho da mulher, em ambos os lados, tanto em casa quanto no trabalho, pois quanto mais cansadas, menos produtivas se tornam, isso acaba contribuindo para que exista a diferença salarial em relação ao sexo

masculino.

Para Jesus e Paravidine (2018), o Brasil apresenta vestígios deixados pela sociedade machista, pensamentos estes que indicam que a mulher é a responsável pelo trabalho doméstico e pelos cuidados aos filhos, além de trabalhar fora.

Silva (2016) salienta pontos positivos e negativos a respeito da dupla jornada: os positivos são vistos pela perspectiva da mulher estar mostrando sua capacidade de ser profissional, dona de casa, mãe e esposa, ambas simultaneamente, já para a parte negativa, a autora destaca o baixo nível salarial, pois a dupla jornada acaba atrapalhando sua competitividade com o sexo masculino, já que as mulheres precisam se adaptar as responsabilidades impostas no seu trabalho externo com sua responsabilidade no âmbito doméstico.

Por fim, os autores Silva (2015) e Valverde (2016), citam que a dupla jornada afeta na remuneração das mulheres, já que precisam ir em busca de trabalhos flexíveis e que acabam por pagar menos devido à carga horária reduzida.

Fecundidade *versus* Trabalho: a maternidade interfere no trabalho da mulher de formas diferentes. Para Kerr e Raffo, (2016) apud Avila, (2019, p.27), a mulher que possui a responsabilidade de ser chefe de família, e cumprir o papel de mãe e pai, acaba acumulando muitas tarefas, gerando uma dupla jornada de trabalho.

Segundo Galbaldon, Anca e Galdón (2015 apud Avila 2019, p. 27), as mulheres ganham cerca de 30% menos que o sexo masculino, mesmo eles também possuindo filhos. Estas dificuldades acabam fazendo que muitas adiem a gravidez, tendendo a reduzir a quantidade de filhos ou prorrogar ao máximo até que alcancem a sua ascensão na carreira profissional.

Finalmente, Magalhães (2017), afirma que a fecundidade se torna uma preocupação para a vida da mulher, já que os benefícios concedidos as mesmas, acabam se tornando um motivo para excluí-las do mercado de trabalho, fazendo as optar por escolher trabalhos flexíveis, que as deixem conciliar com a vida maternal.

**Assédio Moral e Sexual no Trabalho:** no País, o assédio moral e sexual é uma prática quase que “ institucionalizada”. Grzybowski (2017, p. 35) aponta que tais formas de assédio é “muitas vezes mascarada como uma atitude normal e biológica do homem e que, portanto, não deve ser criminalizada”. Logo independentemente do homem também correr o risco de ser importunado dessa forma, a maioria dos casos é voltada ao sexo feminino.

Embora haja leis que em teoria coíbem tais práticas, como o Art. 216-A. do Código penal, e a Lei das Contravenções Penais, decreto-lei nº 3.688 de 1941, Grzybowski (2017, p 37) disserta que em alguns casos a responsabilidade por fazer valer as leis, muitas vezes também seria um sujeito do sexo masculino e, portanto “estando em condições de privilégio e pelo baixo interesse nos estudos dos direitos da mulher, tem dificuldades em entender a real gravidade dos fatores denunciados”, assim como também defende que a lei deve ser atualizada utilizando conceitos mais abrangentes como o verbo “intimidar” ao invés de “constranger”, que é o utilizado no

Artigo 216-A do Código penal, e, portanto tal mudança evitariam brechas interpretativas, permitindo uma punição mais coerente para o assediador.

Para Lazzarin (2016), além do abuso configurado como assédio sexual, não é rara a ocorrência de assédio moral, ambas praticadas por vezes no mesmo local. A autora ressalta que para a mulher os assédios podem se refletir em doenças emocionais e comportamentais como as descritas como de CID “F”. Esse tipo de assédio, assim como o sexual também acomete aos homens, porém em menor escala.

Lazzarin (2016, p 39) atribui tais consequências “a situação de desigualdade das mulheres, manifestada de formas variadas: remuneração desigual em ocupações de igual categoria; ocupação dos postos mais baixos da escala salarial, com maior grau de precarização; discriminação em todas as etapas do contrato de trabalho.”

Tais discriminações somente são possíveis devido o afrouxamento das leis e normas, “a legislação trabalhista nos seus dispositivos que vedam a discriminação, ainda, não prevê efetivas sanções, direcionadas aqueles que cometem atos discriminatórios “. Portanto, “não são estabelecidas medidas eficazes relativas à igualdade salarial, além disso a norma não prevê o direito as mesmas oportunidades de emprego, limitando-se a discriminação que ocorre no momento da contratação” (LAZZARIN, 2016, p 83).

Constata-se portanto a existência de uma confluência na visão das autoras demonstrando que tanto assédio moral quanto sexual tem sido praticado quase que indiscriminadamente por indivíduos ou coletivos como forma de coagir a mulher e obter vantagem sobre elas, colocando seu trabalho e cargo em posição de risco. Dessa forma, ambas indicam como forma de combate as práticas de assédio: o enrijecimento das leis vigentes e o amadurecimento de políticas públicas que visam o esclarecimento da população, acerca de ações afirmativas que consideram as desigualdades existentes entre os gêneros e as dificuldades enfrentadas pelas mulheres no mercado de trabalho.

**Raça e discriminação da mulher no ambiente de trabalho:** é praticamente impossível falar de raça e discriminação sem mencionar o passado escravagista do país. Muitas das atitudes daquele período ainda têm tido consequências para a população negra em geral. E ao se tratar da figura da mulher negra, a discriminação e abusos são ainda mais evidenciados.

Segundo Praxedes (2015, p.39) “na escassez de empregos, a discriminação racial se faz presente, principalmente quando se trata de gênero e raça”. Para tal afirmação aponta dados do IBGE (2014) que mostram que “a taxa de desemprego aberto da PEA residente em Salvador foi 8,5%.”. Mesmo sendo esta cidade possuidora da maior população negra do Brasil, apresenta o maior índice de desemprego em comparação com outras seis regiões metropolitanas no País, além disso, os dados revelam que a taxa de desemprego formal é maior para o sexo feminino (PRAXEDES, 2015).

Vieira (2018) observa ainda que as mulheres negras tendem a ser associadas à empregadas

domésticas, função que por sua vez é socioeconomicamente vista como de menor valor. Para Praxedes (2015) o trabalho doméstico tem suas origens fincadas nas relações de raça, gênero, classe e geração, desde a escravidão, reproduzindo assim o servilismo, com poucos ganhos trabalhistas, caracterizando uma sociedade racista, na medida e que destina a ocupação do trabalho doméstico como ocupação prioritária das mulheres negras. Se para as mulheres conquistar direitos na sociedade houve dificuldades, para a mulher negra estas foram ainda maior, visto que:

O modelo de fragilidade feminina, sustentado pelo discurso da aptidão natural das mulheres para o lar, não foi acionado para questionar o trabalho duro nas lavouras e casas grandes efetuados pelas trabalhadoras negras escravizadas, nem tampouco das mulheres pobres exploradas em longas jornadas de trabalho nas fábricas (VIEIRA, 2019, p. 63).

Dados da PNAD (2015) demonstram que, apesar de ter havido aumento da renda familiar para todos os grupos, a desigualdade entre brancos e negros permaneceu inalterada e se observado os grupos de alto nível ocupacional como administradores, pequenos proprietários, empregadores, fica ainda mais clara a desigualdade. Por outro lado, os segmentos mais braçais e com menor nível de qualificação apresentam menor desequilíbrio de rendimento entre negros e brancos, embora mesmo neste recorte o grupo de pessoas brancas permanece sendo beneficiado (GEMAA, 2017 apud VIEIRA, 2018). A desvalorização da força de trabalho da mulher negra é ainda acentuada de acordo com Vieira (2018). Ao analisar os dados do DIEESE (2015) a autora observa que:

Apesar da evolução positiva dos rendimentos médios por hora auferidos pelas mulheres negras, em 2014, em proporção manteve-se inferior em relação ao dos homens brancos, correspondendo a 61,7%, em Porto Alegre; 59,0% em Fortaleza; 58,1%, em Recife; 53,6%, em Salvador e; 51,6%, em São Paulo (VIEIRA, 2018, p.88/89)

Ademais, para Luiz (2010) a escolaridade também é um ponto que deve se levar em consideração, pois a discrepância da relação entre brancos e negros é marcante, o autor exemplifica que em geral, para a mulher branca existe uma necessidade de vantagem de 5 anos de estudo a mais em comparação com homens também brancos, entretanto “esses dados agravam-se quando relacionados às mulheres negras, que necessitam de oito a onze anos de estudo a mais, em relação aos homens.”

Portanto, segundo Bruschini e Puppini (2004, p.6) a desigualdade racial é uma realidade vivenciada e presente em todo o País, e apesar das dificuldades, as mulheres brancas tem mais oportunidade de estarem “nos melhores empregos e nos setores mais organizados da economia, nos quais a probabilidade de obter salários mais elevados e melhores condições de trabalho são relativamente maiores”, deixando claro que apesar da maior parte da população brasileira ser negra, a igualdade nas oportunidades de desenvolvimento profissional ainda não é uma realidade conduzindo para a figura feminina e negra ainda mais dificuldades para conquistar sua

posição de destaque no ambiente do trabalho formal.

### **3.3. Resultados e Conclusões**

A inserção da mulher no mercado de trabalho, bem como a garantia de seus direitos e sua valorização teve uma caminhada árdua e em especial na sociedade brasileira. Assim sendo, buscou-se com esta pesquisa realizar uma breve contextualização da atual situação da mulher no mercado de trabalho, as principais dificuldades enfrentadas por elas para o ingresso no trabalho formal e principais desafios enfrentados para a promoção da isonomia salarial.

Fez-se uma introdução relativamente aos fatos históricos que permearam a jornada de trabalho da figura da mulher desde meados do século XIX, possibilitando assim, uma visão mais ampla do ambiente psicológico e social que as cercavam, acompanhando essa jornada até os dias atuais.

A igualdade entre os indivíduos deve respeitar princípios consolidados. A isonomia é assegurada a todos constitucionalmente, sendo este, um direito considerado como um dos pilares da democracia, na medida em que propõe que devem ser tratados igualmente os iguais, assim como o tratamento diferenciado aos desiguais, permitindo a igualdade plena dos indivíduos, na construção da equidade.

No entanto, apesar de haver leis pelas que em teoria assegurariam tal isonomia, no mundo real, tal igualdade não é alcançada por todos. As dificuldades enfrentadas pelas mulheres vão além do exercício pleno das suas funções em seus cargos já consolidados, pois as barreiras a serem transpassadas pela figura feminina têm como base ambientes fortemente machistas, implicando que elas tenham que provar sua capacidade a todo o momento.

Além disso, as condições financeiras, a procedência familiar e a cor interferem na forma como na prática tal isonomia é aplicada. Estas questões foram observadas por Muller (1990), que relata que mulheres de “boas famílias” eram mal vistas caso desejassem trabalhar. Mesmo com a Lei de 15 de outubro de 1827 que permitia que elas pudessem estudar e exercer o magistério, para muitas não eram permitidas.

Ainda hoje na sociedade brasileira pode-se observar, principalmente em regiões menos favorecidas, casos de mulheres que não são permitidas, principalmente por seus maridos, a trabalhar, pois isto é visto como “incapacidade do marido prover recursos a família”, vergonha, ciúmes ou motivo de desonra.

Além disso, muitas mulheres sofrem assédio constantemente, tanto de cunho sexual quanto moral. Os dados se agravam quando se leva em consideração o fator racial, em que a mulher negra convive com violações ligadas à cor de sua pele, constantemente sendo associada à funções socioeconomicamente menos valorizadas, como empregadas domésticas e serviços braçais, sendo percebidas erroneamente como sendo incapaz de alcançar elevados níveis da hierarquia empresarial.

Outro ponto observado, na base pesquisada neste trabalho, aponta reflexões sobre preconceitos e estereótipo aos quais as mulheres são submetidas. Alguns cargos e funções comumente são estereotipados como masculinos. Assim elas terminam por ser classificadas como sexo frágil e taxadas, em alguns casos, como incapazes de realizar suas funções adequadamente por não possuírem força física ou condições “psicológicas” para exercer-las. Estas observações são notadas tanto em cargos mais baixos como em altos escalões. Sendo também comuns em órgãos públicos e na política.

As mulheres já provaram serem tão capazes como homens. Estas não só são capazes de realizar com expertise trabalhos domésticos, mas atuam de forma eficaz no comércio, indústrias, engenharias, medicina, pesquisa e demais ramos existentes, mas em muitos casos não são valorizadas e nem reconhecidas pelos pares e até familiares.

Observa-se deste modo que as dificuldades encontradas pelas mulheres vão além do exercício pleno das suas funções em seus cargos já consolidados, pois as barreiras a serem transpassadas pela têm como base ambientes fortemente machistas, implicando que elas tenham que provar sua capacidade a todo o momento.

Essas dificuldades ainda são agravadas quando se trata da remuneração salarial. Considerando que a mulher e seu trabalho são vistos em alguns casos como inferiores ao homem, que são “frágeis”, não “conseguem exercer 100% das atividades em razão de dupla jornada”, de “menor capacidade física e mental”, além das questões patriarcais, machismo e preconceito, estas acabam recebendo proventos inferiores aos homens.

Deste modo desenvolver uma cultura de respeito ao ser humano, titular de direitos inalienáveis é essencial ao estabelecimento da igualdade de gênero e a ruptura de papéis sociais reservados às mulheres com base na ideia de domesticidade, subserviência e inferioridade em relação ao homem.

Sendo assim, o Estado brasileiro precisa agir de forma a promover o mercado de trabalho feminino, como prevê o artigo 7º, inciso XX da Constituição, que garante a proteção do mercado de trabalho da mulher, mediante incentivos específicos.

Observa-se com a revisão apresentada que igualdade de remuneração entre homens e mulheres, é mais complexa do que uma simples diferença salarial. Engloba o estudo e a análise de questões culturais, herdadas de estereótipos de uma sociedade machista e patriarcal.

Este trabalho não tem a intenção de inferiorizar o trabalho ou direitos do homem, mas reforçar os direitos e lutas travadas pelas mulheres. Assim, pode-se afirmar que a mulher não tem a intenção de ser superior ao homem, apenas ser igual em termos de direitos, deveres e reconhecimento.

Sabe-se que é uma questão complexa, que já evoluiu, mas ainda tem um longo caminho a percorrer. A desigualdade aos poucos está sendo combatida, e a sociedade tem colhido os frutos resultantes das ações afirmativas e das propostas legislativas que visam a equidade.

Cabe aqui destacar que dificuldades foram encontradas para a elaboração deste trabalho. Entre elas destaca-se a falta de informações pertinentes ao assunto no período pesquisado.

Para trabalhos futuros sugere-se: aprofundar os estudos em relação a remuneração entre gêneros, por meio do aprimoramento dos estudos com base em entrevistas e questionários, buscando mostrar se há convergência entre as questões apontadas nas reflexões teóricas e a realidade das mulheres, o que poderá trazer ainda mais informações a respeito dos desafios encontrados na entrada das mulheres no mundo do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ABRAMO, L. W. A Inserção da Mulher no Mercado de Trabalho: uma força de trabalho secundária? 2007. Doutorado (Doutora em Sociologia) – Faculdade de Ciências, Letras e Sociologia- Programa de Doutorado em Sociologia- USP – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. 327p.

ANDRADE, T. Mulheres no mercado de trabalho: onde nasce a desigualdade? .2016. Disponível em: < [https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema7/2016\\_12416\\_mulheres-no-mercado-de-trabalho\\_tania-andrade](https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema7/2016_12416_mulheres-no-mercado-de-trabalho_tania-andrade)> Acesso em: 22 maio 2019.

AVILA, L. K. M. Como é ser mulher, trabalhadora e mãe? um estudo sobre a identidade da mulher que trabalha no setor privado. 2019. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/59696/R%20-%20D%20-%20LARA%20KESSIA%20MARTINS%20AVILA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

BARROS, A. M. Curso de direito do trabalho. 10 ed. São Paulo: LTR, 2016.

BATISTA, N. N. F; CACCIAMALI, M. C. 2009. Diferencial de salários entre homens e mulheres segundo a condição de migração. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982009000100008>> Acesso em: 09 jun. 2018.

BELONHA, S. R. A discriminação de gênero no mercado de trabalho e a desigualdade salarial: a atuação do judiciário trabalhista garantindo a não discriminação. 2018. Disponível em: <<http://191.252.194.60:8080/bitstream/fdv/497/1/SILVANA%20RIBEIRO%20BELONHA.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2019.

BELONHA, S. R. A discriminação de gênero no mercado de trabalho e a desigualdade salarial: a atuação do judiciário trabalhista garantindo a não discriminação. 2018. Disponível em: <<http://191.252.194.60:8080/bitstream/fdv/497/1/SILVANA%20RIBEIRO%20BELONHA.pdf>>. Acesso em: 07 mai.2019.

BRUSCHINI, C.; PUPPIN, A. B. Trabalho de mulheres executivas no Brasil no final do século XX. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/v34n121/a06n121.pdf>> Acesso em: 9 jun. 2018.

DIEESE. Os negros nos mercados de trabalho metropolitanos. Pesquisa de emprego e desemprego – PED. DIEESE, 2015.

FERRAZ, S. F. S.; MAPURUNGA, A. N. V.; FERRAZ, S. B. 2012. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/adm/pdf/2012\\_EnEO374.pdf](http://www.anpad.org.br/adm/pdf/2012_EnEO374.pdf)> Acesso em: 27 abr.2018.

FIEL, C. O que é Pesquisa Quali-Quantitativa. Disponível em: <<https://pt.lifeder.com/pesquisa-quali-quantitativa/>>. Publicado em: 22 Dez. 2017. Acesso em: 03 Mar. de 2019.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRZYBOWSKI, N. A legislação trabalhista brasileira a luz das recomendações internacionais sobre a discriminação de gênero.2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20766/5/Legisla%C3%A7%C3%A3oTrabalhistaBrasileira.pdf>> Acesso em: 27 abr.2018.

IBGE. Desigualdade diminui 1 ponto, mas mulher ainda ganha 20,5% menos que homem. 2019b. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/03/08/estudo-ibge-desigualdade-salarial-homens-mulheres.htm>> Acesso em: 13 abr.2019.

IBGE. Estatísticas de gênero: responsabilidade por afazeres afeta inserção das mulheres no mercado de trabalho. 2018a. Publicado em: 07 mar 2018. Disponível em : <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/20232-estatisticas-de-genero-responsabilidade-por-afazeres-afeta-insercao-das-mulheres-no-mercado-de-trabalho>> Acesso em: 22 jun. de 2019.

IBGE. Mulher estuda mais, trabalha mais e ganha menos do que o homem. Publicado em: 07

de mar. 2018c. Disponível em:< <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20234-mulher-estuda-mais-trabalha-mais-e-ganha-menos-do-que-o-homem>> Acesso em: 27 abr.2018.

IBGE. Mulheres ganham 76% da remuneração dos homens. 2019a. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20287-no-dia-da-mulher-estatisticas-sobre-trabalho-mostram-desigualdade>>. Publicado em: 15 mar 2019. Acesso em: 09 mai. 2019.

JESUS G, PARAVIDINE I. N. M. A mulher no mercado de trabalho: Desafios diários. Anais do 13 Simpósio de TCC e 6 Seminário de IC da Faculdade ICESP. 2018(13); 94-101. Disponível em: <[http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais\\_simposio/arquivos\\_up/documentos/artigos/d6f2c063b6e93447f3642e2276375f42.pdf](http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/d6f2c063b6e93447f3642e2276375f42.pdf)> Acesso em: 18 abr.2019.

LAPA, T. S. Desigualdade salarial por sexo: persistências, transformações e desafios. 2016. Disponível em:<[www.periodicos.ufpb.br/index.php/abet/article/download/31264/16341](http://www.periodicos.ufpb.br/index.php/abet/article/download/31264/16341)> Acesso em: 01 jun.2018.

LAZZARIN, H. K. As insuficiências legais relativas ao trabalho da mulher e o tratamento igualitário no brasil. 2016. Disponível em: <[http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6013/Helena%20Kugel%20Lazzarin\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6013/Helena%20Kugel%20Lazzarin_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 27 abr. 2018.

LUIZ, M. S. A Mulher negra no mercado de trabalho: A pseudoequidade, marcada pela discriminação da sociedade e a mídia no século 21. Disponível em: <<https://www.geledes.org.br/a-mulher-negra-no-mercado-de-trabalho-a-pseudoequidade-marcada-pela-discriminacao-da-sociedade-e-a-midia-no-seculo-21/>>. Publicado em: 13 set. 2010. Acesso em: 09 jan. de 2019.

MAGALHAES, F. Fecundidade e a participação feminina no mercado de trabalho brasileiro. 2017. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/54547/Flavia%20Magalhaes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 19 ago. 2018.

MELLO, J. A conquista do voto feminino, em 1932. Disponível em: <<https://jornalggn.com.br/historia/a-conquista-do-voto-feminino-em-1932/>>. Publicado em:

26 fev. 2014. Acesso em: 03 Mar.2019.

MORAIS, R. A. Direitos da Mulher – Muito se avançou, muito ainda há para conquistar. 2015. Disponível em: < <https://portalctb.org.br/site/component/tags/tag/rogerlam-augusta-de-morais>>. Acesso em: 03 Mar.2019.

MÜLLER, L. As construtoras da nação: professoras primárias na Primeira República. Niterói: Intertexto, 1999.

OLIVEIRA, D. R. O direito fundamental à igualdade de remuneração entre os sexos. 2017. Disponível em: <<https://bdjur.tjce.jus.br/jspui/handle/123456789/706>>. Acesso em: 07 mai. 2019.

ONU Brasil. Objetivo 10. Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods10/>> Acesso em: 10 mai.2019.

PARADELLA, R. Diferença cai em sete anos, mas mulheres ainda ganham 20,5% menos que homens. Publicado em: 08 mar 2019. Disponível em:<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/23924-diferenca-cai-em-sete-anos-mas-mulheres-ainda-ganham-20-5-menos-que-homens>> Acesso em: 22 maio 2019.

PNAD. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – Educação 2015. 2016. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>> Acesso em: 18 mai. 2019.

PRADO, L. A. A história da luta da mulher. 2010. Disponível em: <<http://www.multirio.rj.gov.br/index.php/leia/reportagens-artigos/reportagens/81-a-origem-do-dia-internacional-da-mulher>> Acesso em: 13 set.2018.

PRAXEDES, A. F. Hipocrisia e servilidade: Uma análise sobre divisão racial e sexual nas estruturas do trabalho doméstico no distrito federal. 2015. Disponível em:<[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/13064/1/2015\\_AlinaFreitasPraxedes.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/13064/1/2015_AlinaFreitasPraxedes.pdf)> Acesso em: 27 abr. 2018.

PROBST, E.R. A Evolução da mulher no mercado de Trabalho. 2005. Disponível em: <<http://www.mobilizadores.org.br/wp->

content/uploads/2014/05/artigo\_jan\_gen\_a\_evolucao\_da\_mulher\_no\_mercado\_de\_trabalho.pdf> Acesso em: 01 jun.2018.

SCHIMANSKI, E.; FRANÇA, A. L. Mulher, trabalho e família: uma análise sobre a dupla jornada feminina e seus reflexos no âmbito familiar. Ponta Grossa. 2008.

SILVA, L. C. B. A inserção da mulher no mercado de trabalho: reflexões a partir do processo interpretativo referente ao artigo 384 da CLT. 2016. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/12005>>. Acesso em 18 mai.2019.

TOSCANO, M.; GOLDENBERG, M. A revolução das mulheres: um balanço do feminismo no Brasil. Revan, Rio de Janeiro: 1992.

VALVERDE, J. A. V . A inserção da mulher no mercado de trabalho: discriminação, assédio, diferença salarial entre os gêneros e avanços na busca pela igualdade. 2016. Disponível em: <<http://hermes.cpd.ufjf.br:8080/jspui/handle/ufjf/3318>> Acesso em: 18 abr. 2019

VELASCO, C. Diferença de salário médio de homens e mulheres pode chegar a quase R\$ 1 mil no país, aponta IBGE. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/concursos-e-emprego/noticia/mulheres-ganham-menos-que-os-homens-em-todos-os-cargos-e-areas-diz-pesquisa.ghtml>> Acesso em: 02 jun.2018.

# Capítulo 4

## USANDO UM SMARTPHONE COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA ANALÍTICA

Jéssica da Silva Alves de Pinho  
Jean de Aguiar Seabra  
Marco Antônio Ribeiro Tupinambá  
Carlos Alberto Nunes Cosenza

# USANDO UM SMARTPHONE COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA ANALÍTICA

Jéssica da Silva Alves de Pinho

Jean de Aguiar Seabra

Marco Antônio Ribeiro Tupinambá

Carlos Alberto Nunes Cosenza

## Resumo

Esse trabalho visa propor uma metodologia alternativa, rápida e barata para determinação de metanol usando reação colorimétrica através do uso de um *smartphone* para a análise de imagem digital usando o pacote EImage disponível no software R. Tal metodologia pode ser aplicada em aulas práticas de química analítica tanto em nível técnico como nível superior. O pacote usado permite se construir modelos usando o sistema de cores RGB (vermelho, verde e azul) em conjunto ou cada canal em separado para fins de quantificação. A curva analítica gerada nesse trabalho teve a concentração de metanol variando de 0 – 11% v/v e o produto colorido necessário para a análise foi gerado a partir da reação colorimétrica usando o reagente de Schiff específico para metanal. Dessa forma, após a ocorrência da reação, as imagens foram adquiridas usando um *smartphone* para posterior tratamento no software para fins de quantificação do teor de metanol na amostra e comparação entre os modelos gerados, além de introduzir ou reforçar conceitos previamente abordados de química analítica.

**Palavras-chave:** *smartphone*, aulas práticas, análise de imagem digital, pacote EImage, reagente de Schiff

## 1. Introdução

A química vai além de apenas se ensinar o conteúdo aos alunos de forma mecanizada. Deve haver a possibilidade de interação usando-se diferentes recursos para fixação e/ou introdução de novos conceitos (ANDRADE, 2004).

Da mesma forma que no ensino médio, seja na graduação ou ensino técnico é necessário que se desenvolvam procedimentos para permitir não apenas a contextualização da química, mas também a integração de diferentes áreas, como por exemplo, a química orgânica e a química analítica. Para isso é necessário que os alunos entendam diferentes tipos de fenômenos e sejam capazes de assimilar o conhecimento científico, podendo-se fazer uso do desenvolvimento tecnológico para tal (CURY, 2006)

Considerando-se que nos últimos anos, o avanço na tecnologia dos smartphones tem sido um

desafio na sala de aula, esse recurso pode ser usado como um aliado, ou seja, uma ferramenta de ensino (MORENO, HEIDELMANN, 2017). Usando essa tecnologia é possível estabelecer uma conexão mais profunda com os alunos, permitindo melhor acesso e divisão de informações.

Assim sendo, é possível introduzir ou reforçar diferentes conceitos na química tais como: noções de controle de qualidade, análise quantitativa, especificidade de reações, quimiometria, etc. Um modo de fazer isso seria empregando reações colorimétricas, que em muitos casos, ocorrem por meio de compostos orgânicos, podendo ser feita a análise por espectrofotometria na região do visível, já que substâncias coloridas são geradas de alguma forma. Isso, a princípio, poderia ser uma conexão entre a química orgânica e a química analítica, ou seja, uso de uma substância orgânica para a reação colorimétrica para posterior análise e tratamento dos dados usuais em química analítica. Uma alternativa nessa proposta seria o uso de análise de imagem digital, que permite o uso de um smartphone para aquisição das imagens que podem ser posteriormente tratadas, levando a inserção de conceitos de quimiometria no ensino da química analítica.

O objetivo desse trabalho é demonstrar a integração da química analítica e da quimiometria. Foi possível nesse trabalho introduzir e/ou reforçar conceitos diferentes relacionados a análise quantitativa e tratamento de dados, usando uma reação colorimétrica (determinação de metanol na presença de etanol usando o reagente de Schiff) e análise de imagem digital para fins de quantificação do analito usando um smartphone.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Experimentação no Ensino de química**

Aulas que são apenas expositivas podem se converter em aulas chatas e cansativas, o que pode gerar dificuldades de aprendizado de alguns conceitos. Por outro lado, se apenas aulas experimentais fossem dadas, isso também não seria satisfatório, visto que muitos conceitos abordados em aulas experimentais precisam de um embasamento teórico inicial para depois serem aplicados para fins de fixação, por exemplo (ALVES, 2007).

O ensino de química pode ser considerado como satisfatório se for possível demonstrar aos alunos de uma forma clara e interessante a relação entre conhecimento teórico e experimental (PINTO, 2012).

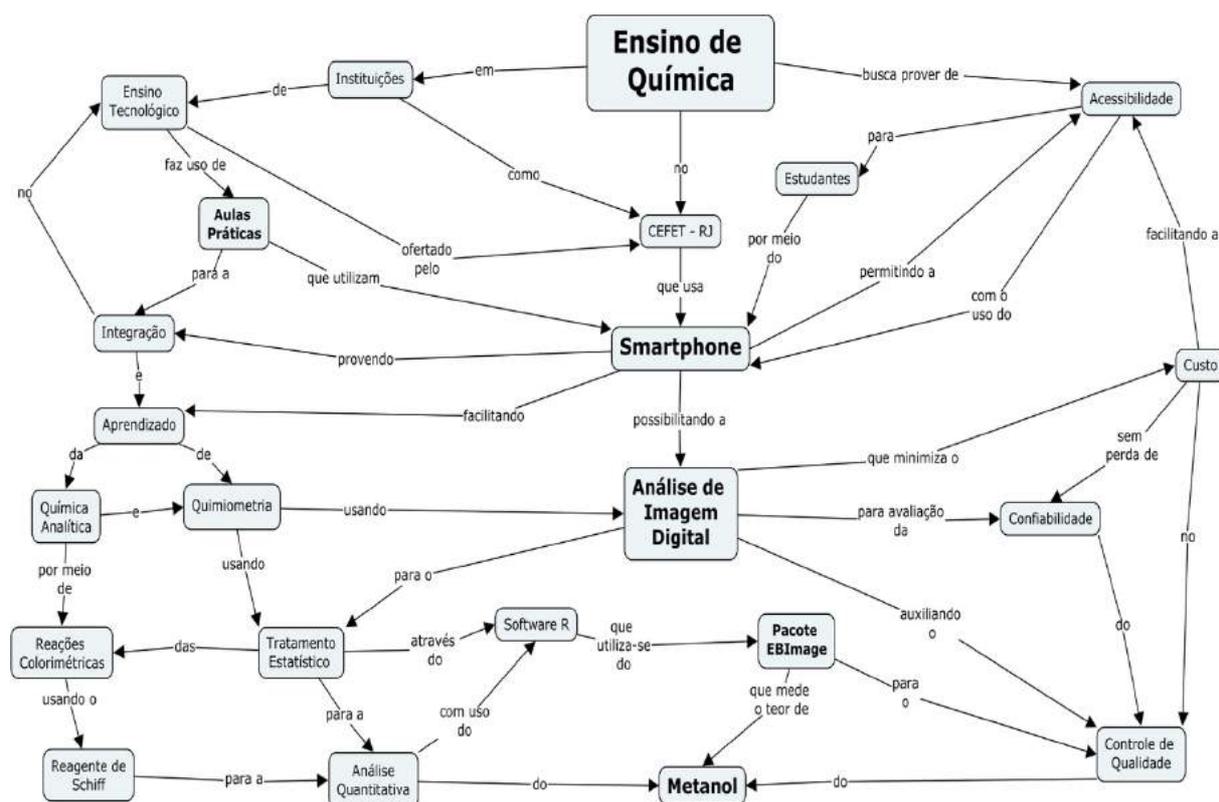
Considerando as aulas práticas em laboratório, deve-se ser levado em conta duas situações: os alunos tem contato com os dados coletados e ferramentas adequadas de tratamento de dados, permitindo a construção de gráficos e tabelas, por exemplo e podem também usar técnicas estatísticas, dependendo do objetivo; os estudantes teriam contato com diferentes técnicas instrumentais de análise (quando possível) entendendo melhor com atividades práticas (BARBOSA, 2011; SALESSE, 2012).

## 2.2. Mapas conceituais

Mapas conceituais podem ser definidos como uma estrutura esquemática visando representar um grupo de conceitos em uma rede de proposições. Sua utilização foi iniciada nos anos 70, mas apenas nos anos 90 houve de fato um reconhecimento da sua aplicação (TAVARES, 2007).

No mapa conceitual há uma ligação entre a teoria da assimilação do aprendizado e a retenção significativa. O mesmo tem uma estrutura básica: o conceito inicial, o uso de conectivos e também o conceito final que otimiza a habilidade de se memorizar tais conteúdos. Ainda deve ser considerado o fato que o mapa conceitual ajuda de forma ativa, o que, conseqüentemente, provém um conhecimento mais significativo. Pode-se afirmar que quanto maior o número de interconexões presentes entre as proposições melhor seria o conteúdo mapeado (CORREIA, AGUIAR, 2017).

Figura 1 - Mapa conceitual sobre o uso do smartphone em análise de imagem digital no ensino de química.



## 2.3. Reações colorimétricas

A colorimetria consiste na medição de luz transmitida por uma solução. Pode ser usada, por exemplo, para fins de quantificação de um analito, ou seja, relacionando a intensidade da cor obtida com a concentração do analito. Por isso, é necessário que o analito que será quantificado

seja colorido. Considerando que a reação colorimétrica consiste em uma reação que gera uma substância colorida, a cor observada pelo olho humano, quando tal substância absorve em um determinado comprimento de onda, será a cor complementar (ou oposta). Cada comprimento de onda absorverá uma diferente coloração e por isso irá refletir a cor complementar (MARQUES FILHO, NETO, 1999).

### **2.3.1. Determinação de metanol usando o reagente de Schiff**

A determinação usando o reagente de Schiff (solução de fucsina básica) ocorre da oxidação do metanol em metanal. O permanganato de potássio em meio ácido permite tal reação de oxidação, mas o processo deve durar em torno de 10 minutos, visto que se durar mais tempo, a oxidação continua, havendo formação de ácido metanóico com posterior liberação de gás carbônico e água. O metanal interage com o reagente de Schiff mesmo na presença de etanol. Ao ocorrer essa reação é gerado um composto de coloração azul-violeta (dependendo do teor de metanol presente). Na ausência de metanol, a solução permanece incolor ao se usar o reagente de Schiff. (MARTINS, MONTENEGRO, SUAREZ, 2015; GIBSON *et al.*, 2008).

## **2.4. Uso de um smartphone em aulas práticas de química analítica**

Medidas de absorvância pode ser obtidas a partir de espectrofotômetros ou colorímetros, por exemplo, mas muitas escolas não têm acesso a pelo menos um desses instrumentos de análise, sendo necessário então se pensar em alternativas na hora de propor aulas práticas que são baseadas em reações colorimétricas. Um alternativa seria o uso de um smartphone para fazer a aquisição das imagens para posterior tratamento das mesmas a fim de se obter informações que seriam relevantes para fins de quantificação. Algumas pesquisas usam o smartphone como ferramenta propondo diferentes aplicações (KEHOE, PENN, 2013; MURDOCK *et al.*, 2013; WANG *et al.*, 2011; MUDANYALI *et al.*, 2012; COSKUN *et al.*, 2013a; COSKUN *et al.*, 2013b; OZCAN, 2014; VASHIST *et al.*, 2014; MORAES, CONFESSOR, GASPAROTTO, 2015). A maioria dos alunos possuem smartphone, mas caso isso não ocorresse a escola poderia adquirir um pra fins de aulas práticas, considerando que atualmente um smartphone com uma câmera razoável não tem um preço tão elevado quando comparado aos instrumentos de análise previamente mencionados.

### **2.4.1. Análise de imagem digital**

Cada ponto de uma imagem pode ser visto como uma coordenada  $(x_i, y_i)$ . Pode ser feita uma analogia entre a imagem digital e uma matriz de dados, na qual o número de colunas indicaria a altura da imagem, enquanto o número de linhas indicaria a largura da mesma. Um sistema de cores que pode ser usado em análise de imagem digital é o sistema RGB (*red, green, blue*). Esse modelo tem uma variação de cores de 0 até 255 para cada cor do sistema. (MARQUES

FILHO, NETO, 1999).

Diferentes softwares podem ser usados para fazer o tratamento da imagem digital no sistema RGB: *Photometrix* (HELPER *et al.*, 2017), *ImageJ* (ABRÀMOFF, MAGALHÃES, RAM, 2004), *Cellprofiler* (LAMPRECHT, SABATINI, CARPENTER, 2007), *Matlab* e o software R, sendo nesse último possível usar o pacote EBImage para fazer o tratamento da imagem, podendo criar um vetor que combina a informação individual de cada canal (PAU *et al.*, 2010). O pacote EBImage no software R decompõe a imagem no sistema RGB criando um vetor de intensidade de pixel como pode ser observado na equação 1.

$$\sqrt{RGB^2} = \sqrt{R^2 + G^2 + B^2} \quad (1)$$

Nessa equação, R, G e B são os canais individuais (canal vermelho, verde e azul, respectivamente), enquanto RGB são os três canais juntos.

Nesse trabalho foi usado o pacote EBImage disponível no software R, que é gratuito e de fácil download e instalação.

### 3. Procedimento metodológico

O procedimento experimental teve diferentes propósitos: fixação de conceitos previamente apresentados: fórmula para calcular concentração das soluções estoque preparadas, reações colorimétricas, especificidade de reações e curva analítica; introdução de novos conceitos e ferramentas: análise de imagem digital e uso do software R.

#### 3.1. Preparo das soluções

Foram preparadas misturas sintéticas de metanol e etanol na presença de água para posterior uso do reagente de Schiff. A primeira etapa foi o preparo de todas as soluções estoque necessárias: permanganato de potássio 3% m/v, ácido oxálico 5% m/v e o reagente de Schiff. O reagente foi preparado da seguinte forma: foram pesadas 0.75 g de fucsina básica que foi dissolvida em uma pequena quantidade de água, em seguida adicionaram-se 1.6 g de metabissulfito de sódio. Após dez minutos, adicionou-se 6.7 mL de ácido sulfúrico e o volume foi completado em um balão volumétrico de 250 mL com água ultrapura. Em seguida, a solução foi transferida para um frasco âmbar e deixada em repouso por 12h. Depois desse período, uma massa de 5 g de carvão ativado foi adicionada a solução sob agitação com posterior filtração. Esse procedimento (da adição do carvão) foi repetido até que se obtivesse uma solução límpida. As misturas sintéticas foram preparadas variando-se o teor de metanol, sendo o volume final da mistura igual a 10 mL e o teor de água não foi maior que 5% v/v. A concentração de metanol pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de concentração do metanol para a curva analítica.

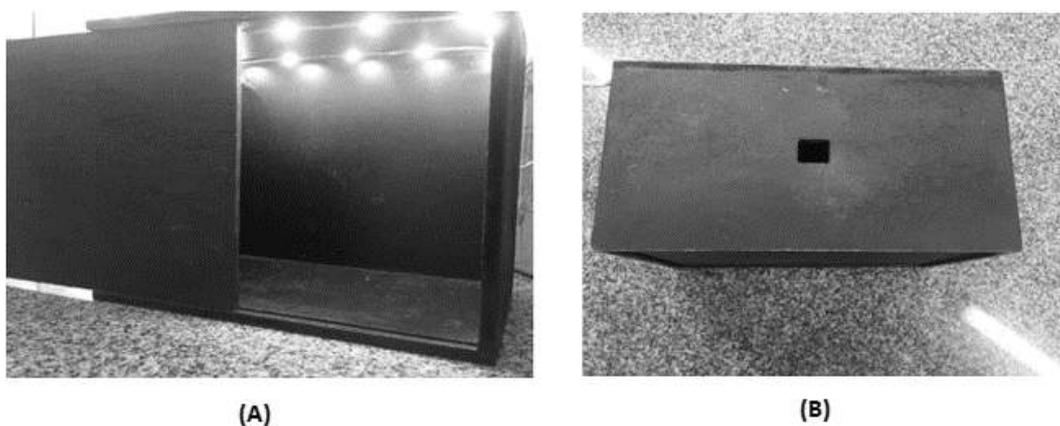
| <b>Padrão</b> | <b>Metanol (%v/v)</b> |
|---------------|-----------------------|
| 1             | 0.0                   |
| 2             | 1.0                   |
| 3             | 3.0                   |
| 4             | 5.0                   |
| 5             | 7.0                   |
| 6             | 9.0                   |
| 7             | 11.0                  |

Além dos seis níveis de diferentes concentrações representados na tabela também foi preparado o branco, que não possuía metanol. A reação colorimétrica foi executada da seguinte forma: 2.5 mL do padrão de metanol, 1 mL da solução de permanganato de potássio 3% m/v (aguardando-se 10 minutos), 1 mL da solução de ácido oxálico 5% m/v e 2.5 mL do reagente de Schiff, aguardando-se meia hora para efetuar a análise.

### 3.2. Aquisição das imagens para análise

Para a aquisição das imagens foi necessário se construir uma caixa de madeira (20 x 12 x 18 cm) que foi pintada de preto interna e externamente. No interior da caixa, na parte superior, foram colocadas duas tiras de led branco para iluminação interna. Na parte superior da caixa foi feita um orifício para que pudesse ser encaixada a câmera do smartphone. Esse caixa pode ser observada na Figura 2.

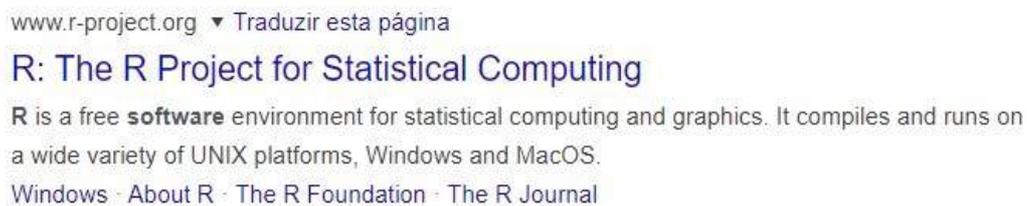
Figura 2 - (a) Vista de parte interna da Caixa Iluminada com as fitas de led branco; (b) topo da caixa com orifício para colocar a câmera do smartphone



### 3.3. Aquisição das imagens para análise

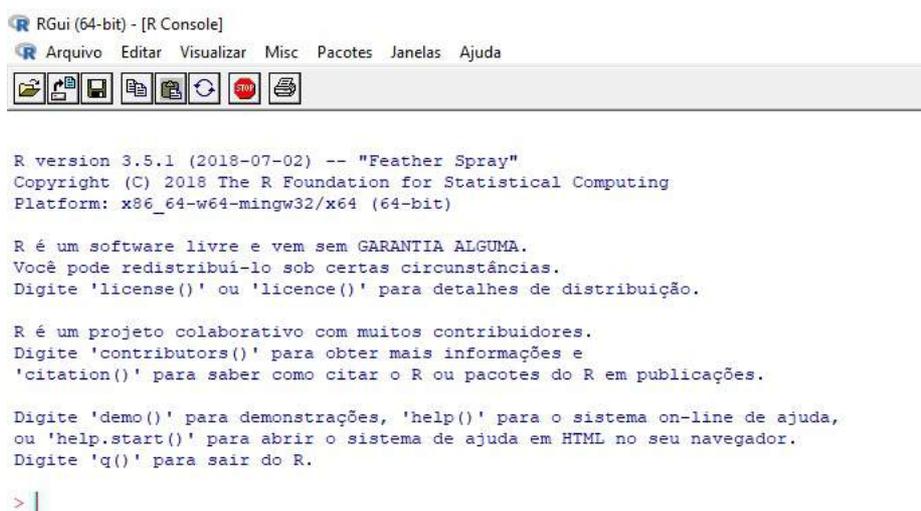
As amostras (800  $\mu\text{L}$ ) foram colocadas em uma placa de porcelana branca após a reação. Todas as imagens após adquiridas foram cortadas (30 x 30 pixels) para serem posteriormente tratadas no software R. O pacote EImage foi habilitado e todos os comandos necessários foram inseridos para tratamento de imagens, para fins de quantificação do teor de metanol nas amostras. Esse teor foi calculado usando quatro modelos diferentes: os três canais juntos, canal vermelho, canal verde e canal azul. Além dos comandos necessários também foi possível ter outras noções básicas no uso do software como, por exemplo, salvar as imagens geradas. Para fazer o download do software basta entrar no google, digitar *software R* e seguir as instruções do site (Figura 3).

Figura 3 - Site para download do software R



Após a instalação do software, quando o mesmo é aberto é apresentada a tela inicial representada na Figura 4.

Figura 4 - Tela inicial do software R



A cor do fundo da tela e da letra, assim como o tamanho da fonte podem ser mudadas caso se deseje, seguindo o exibido nas Figuras 5 - 7.

Figura 5 - Como modificar cor de fundo, cor e tamanho da fonte no software R

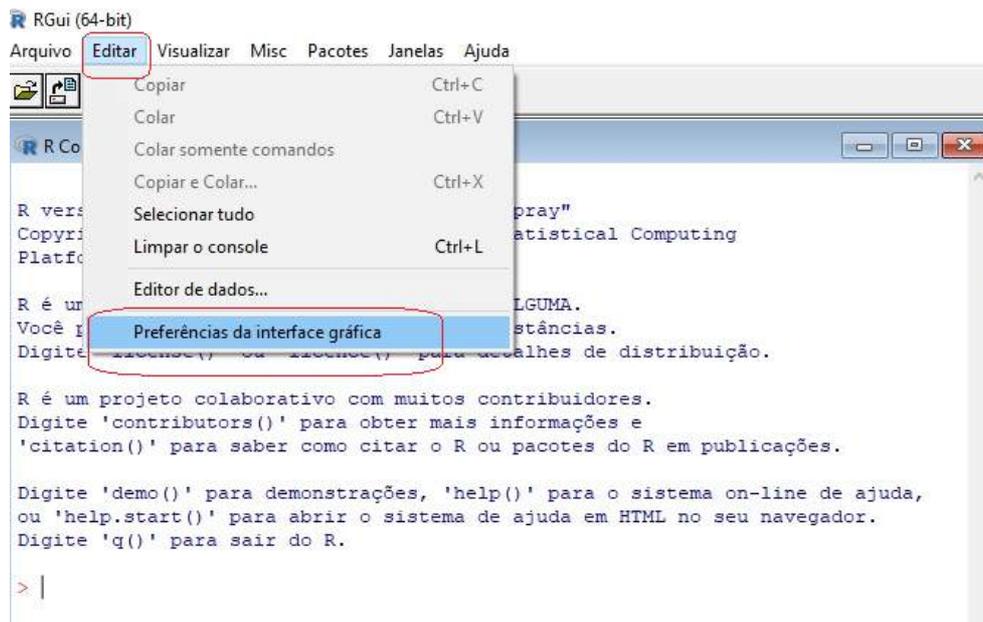


Figura 6 - Editor para modificação de alguns parâmetros de formatação no software R

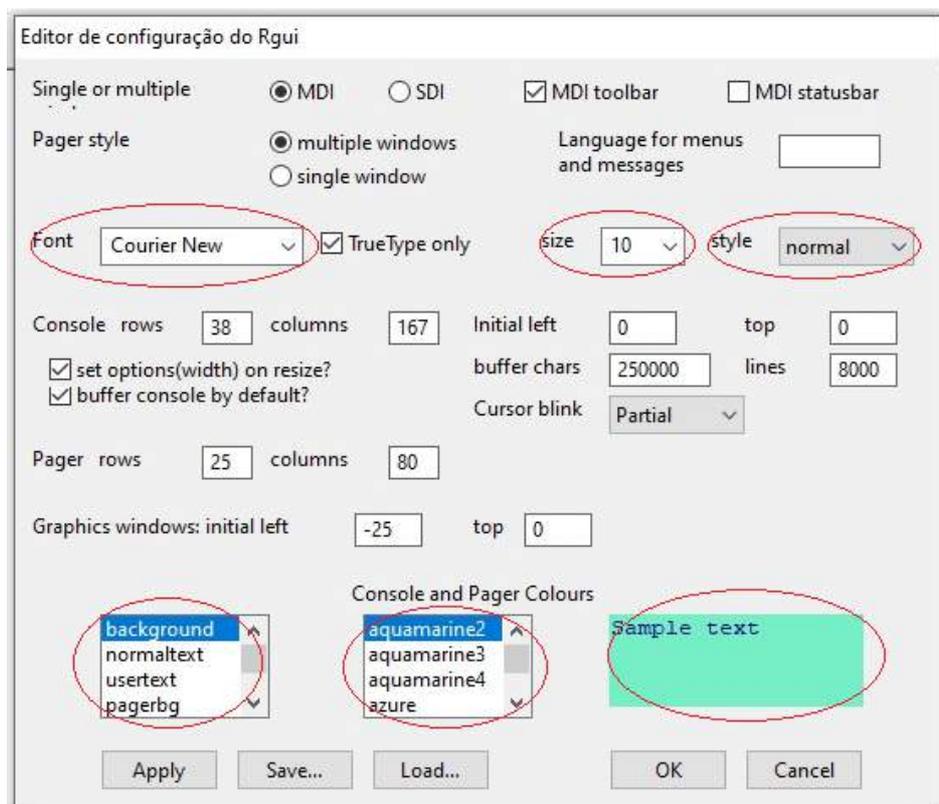
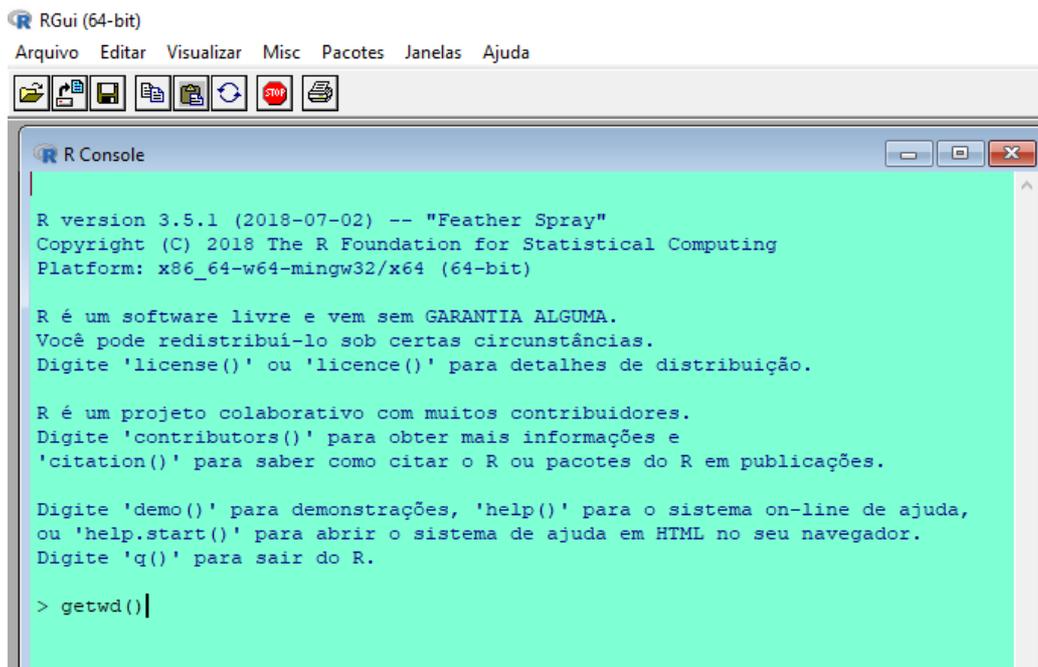


Figura 7 - Visualização da tela após modificações de alguns parâmetros de exibição no software R



Para habilitar o pacote EBImage pode ser usado o comando disponível na Figura 8.

Figura 8 - Comando para instalar e habilitar o pacote EBImage no software R

```
source("http://bioconductor.org/biocLite.R")#instalação do pacote  
biocLite("EBImage")  
  
library("EBImage")#habilitação do pacote
```

Os comandos utilizados nesse trabalho foram adaptados do material suplementar disponível no artigo de Moraes *et al.* (2014). Na Figura 9 é possível se observar uma parte dos comandos adaptados e usados nesse trabalho, replicados para cada padrão.

Figura 9 - Trecho de comandos adaptados e utilizados para tratamento das imagens no software R usando o pacote EBImage (a) comandos para importação das imagens e criação dos vetores do sistema RGB; (b) criação dos modelos de regressão linear (intensidade do canal vs concentração predita da solução padrão).

```

blank1 = readImage('Blank1.jpg') #importação da imagem
blank2 = readImage('Blank1.jpg') #importação da imagem
blank = (blank1 + blank2)/2 # cálculo da média das réplicas
pad21 = readImage('padrao 2_1.jpg') #importação da imagem
pad22 = readImage('padrao 2_2.jpg') #importação da imagem
pad2 = (pad21 + pad22)/2 # cálculo da média das réplicas
pad2m = pad2 - blank #normalização dos dados
pad2red = channel(pad2m, 'red') #criação do padrão canal vermelho
pad2redm = mean (pad2red)*255 #criação do padrão canal vermelho
pad2blue = channel(pad2m, 'blue') #criação do padrão canal azul
pad2bluem = mean (pad2blue)*255 #criação do padrão canal azul
pad2green = channel(pad2m, 'green') #criação do padrão canal verde
pad2greenm = mean (pad2green)*255 #criação do padrão canal verde
pad2f = sqrt(pad2redm^2+pad2bluem^2+pad2greenm^2) #criação do padrão para o vetor RGB

```

(a)

```

X=c(pad2f,pad3f,pad4f,pad5f,pad6f) #criação do vetor das imagens
conc=c(1,2,3,4,5) #criação do vetor concentração
modelo<-lm(X~conc) #construção do modelo linear
plot(conc,X,xlab="concentration (mg/mL)", ylab = "vector RGB", main = "RGB model", pch = 1)#construção do gráfico
abline(modelo, col="red") #inserção da reta de ajuste
summary(modelo) #dados do modelo
coefficients=coefficients(modelo) #coeficientes do modelo para calcular valores medidos

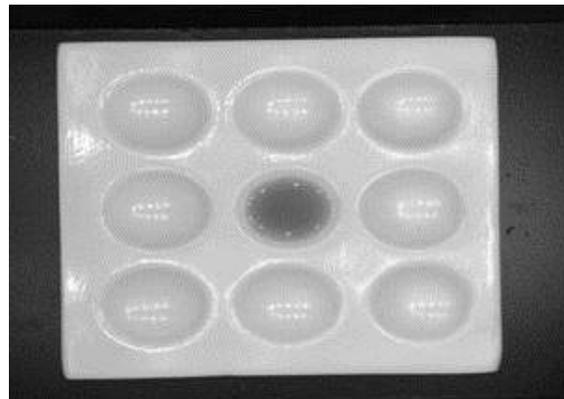
```

(b)

#### 4. Resultados e discussão

Na Figura 10 é possível visualizar a amostra disposta na placa de porcelana branca após o período de reação, antes de ser inserida na caixa para aquisição da imagem.

Figure 10 - Amostra na platca de toque branca antes da aquisição da imagem.



Depois da aquisição das imagens, cada foto foi recortada (30 x 30) e carregada no software R com o pacote EBImage habilitado. Dessa forma foi possível se construir os quatro modelos desejados: cada canal individual e os três canais juntos. Na Tabela 2 é possível observar os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e correlação (R) para cada modelo.

Tabela 2 - Modelos obtidos usando o pacote EBIImage no software R

| Modelo              | Equação do modelo        | R <sup>2</sup> | R             |
|---------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| RGB (canais juntos) | $y = - 4.7393x - 9326.6$ | 0.92           | 0.9592        |
| Canal vermelho      | $y = - 3.6537x - 197.08$ | <b>0.96</b>    | <b>0.9798</b> |
| Canal azul          | $y = - 1.4340x - 178.68$ | 0.65           | 0.8062        |
| Canal verde         | $y = - 3.0937x - 189.54$ | 0.94           | 0.9695        |

Pôde-se concluir com base na tabela anterior que o modelo obtido para o canal vermelho apresentou melhores resultados de coeficiente de determinação e correlação quando comparado aos outros três modelos. Os valores de concentração de metanol foram calculados para cada modelo para fins de corroboração do melhor modelo (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores medidos de metanol para cada modelo por análise de imagem digital.

| % v/v<br>(predita) | RGB<br>(%<br>medida) | Canal<br>v/v<br>vermelho (%<br>medida) | Canal<br>Azul<br>(%<br>v/v<br>medida) | Canal<br>Verde (%<br>v/v<br>medida) |
|--------------------|----------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.0                | 1.0                  | 1.1                                    | 0.3                                   | 1.1                                 |
| 3.0                | <b>1.9</b>           | <b>1.8</b>                             | <b>1.9</b>                            | <b>1.9</b>                          |
| 5.0                | <b>7.0</b>           | <b>6.4</b>                             | <b>9.4</b>                            | <b>6.7</b>                          |
| 7.0                | 7.7                  | 7.1                                    | 9.4                                   | 7.5                                 |
| 9.0                | 7.8                  | 8.5                                    | 5.4                                   | 7.9                                 |
| 11.0               | 11.0                 | 11.0                                   | 10.8                                  | 11.1                                |

Ao se fazer esses cálculos, pôde-se observar na tabela anterior que as concentrações de 3 e 5% v/v de metanol ficaram mais inexatas quando comparadas aos demais níveis de concentração para todos os modelos gerados. Isso pode ser atribuído à algum erro no preparo do padrão por exemplo, ou na aquisição das imagens. Dessa forma pode-se lembrar conceitos como tipos de erro em medições (sistemático, aleatório e grosseiro), bem como modos de calcular erro e também como resolver tais erros (quando possível). Tal situação já contribuiu de forma significativa na revisão e consequente assimilação desses conceitos. Para fins de teste e maior interação com o software, os modelos foram refeitos retirando-se os padrões de 3 e 5% v/v de metanol. Novamente, ao se comparar os novos modelos, o modelo vermelho se mostrou melhor

( $R^2 = 0.99$  e  $R = 0.9950$ ) comparado aos demais novos modelos. Na Tabela 4 podem ser observadas as novas concentrações medidas de metanol a partir dos novos modelos.

Tabela 4 - Valores medidos de concentração de metanol após reconstrução dos modelos

| <b>Padrão</b> | <b>% v/v<br/>(predita)</b> | <b>RGB<br/>(% v/v<br/>medida)</b> | <b>Canal<br/>vermelho<br/>(% v/v<br/>medida)</b> | <b>Canal<br/>Azul (% v/v<br/>medida)</b> | <b>Canal<br/>Verde (% v/v<br/>medida)</b> |
|---------------|----------------------------|-----------------------------------|--|--|---|
| 2             | 1.0                        | 1.1                               | <b>1.0</b>                                       | 0.92                                     | 1.1                                       |
| 3             | 7.0                        | 7.9                               | <b>6.9</b>                                       | 10                                       | 7.7                                       |
| 4             | 9.0                        | 8.0                               | <b>8.6</b>                                       | 6.1                                      | 8.1                                       |
| 5             | 11.0                       | 11                                | <b>11</b>  | 11                                       | 11  |

Após a reconstrução dos quatro modelos foi possível observar que o modelo do canal vermelho novamente se mostrou melhor quando comparados com os outros três modelos gerados.

Vale ressaltar que embora os dados precisem passar pelo tratamento no software R, tal fator não inviabiliza a prática quando se tem acesso a um computador (desktop ou notebook), algo que a escola pode conseguir adquirir, sendo o custo consideravelmente inferior a um colorímetro ou espectrofotômetro. A metodologia proposta permitiu a revisão de conceitos teóricos variados de química analítica, tais como tipos de erros experimentais, como se constrói uma curva analítica, como se avalia se um modelo pode ser considerado como satisfatório ou não, fora a inserção de novas ferramentas, como o uso da câmera do smartphone, algo que quem possui um smartphone faz uso no dia a dia e não é necessário que seja uma câmera top de linha (encontrada em modelos bem mais caros). Além do uso do smartphone, foi possível inserir uma nova ferramenta, o software R, de uso gratuito, no qual se dispõe na internet dos tutoriais para cada pacote que se deseje usar, dependendo da finalidade do trabalho. Assim sendo, tendo posse das linhas de comando referentes ao pacote EImage foi possível desenvolver o proposto sem maiores problemas, sendo que não havia necessidade do aluno conhecer alguma linguagem de programação para usar o software, bastando seguir os comandos recebidos.

## 5. Conclusão

Baseado nos resultados apresentados é possível observar o potencial da análise de imagem digital (usando smartphone para aquisição das imagens) para fins de quantificação, sendo uma metodologia rápida e barata, provendo resultados satisfatórios e, por isso, pode ser aplicada em

aulas práticas de química analítica seja em nível de ensino técnico ou graduação quando não estiverem disponíveis instrumentos de análise tais como colorímetro ou espectrofotômetro. Os resultados mostraram que o modelo obtido para o canal vermelho forneceu resultados melhores quando comparados com os demais modelos construídos. Os valores medidos de concentração de metanol tiveram um baixo erro associado de modo geral ao serem comparados com os valores preditos.

Considerando que, geralmente, os alunos têm acesso a um smartphone, é possível que eles adquiram as imagens nas aulas práticas para posterior tratamento estatístico das mesmas. Por isso, diferentes reações colorimétricas podem ser estudadas em aulas práticas, enriquecendo o aprendizado de diferentes conceitos na área de química analítica e quimiometria. Também, vale lembrar que o software usado não apenas é gratuito mas de fácil instalação e manuseio de posse dos comandos, não sendo necessário se ter conhecimento prévio em linguagem de programação.

O uso da análise de imagem digital ao invés da espectrofotometria no UV-Vis permitiu a introdução ou revisão de conceitos nas aulas práticas. Por isso, o smartphone pode se tornar um aliado em aulas práticas ao invés de se tornar um vilão, potencializando o ensino de química analítica a partir de novas ferramentas de ensino.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.S.F.; Monografia de conclusão de curso, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil, 2014.

CURI, D.; Colorimetry – determination of  $Fe^{3+}$  on water. *Química Nova na Escola*, 24, 39, 2006.

MORENO, E.L. HEIDELMANN, S.P.; Innovators instructional resources for chemistry teaching. *Química Nova na Escola*, 39, 1, 12, 2017.

ALVES, W.F.; A formação de professores e as teorias do saber docente: contexto, dúvidas e desafios. *Revista Educação e Pesquisa*, 33, 2, 263, 2007.

PINTO, A.C.; O ensino médio de química: o que fazer para melhorá-lo? *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23, 6, 985, 2012.

BARBOSA, E.F.; Aulas práticas de química na formação profissional: uma abordagem da importância e alguns aspectos relevantes. *Enciclopédia Brasileira: Centro Científico*

*Conhecer*, 7, 1, 2011.

SALESSE, A.M.T.; Monografia de especialização. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Brasil, 2012.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. *Ciências e Cognição*. João Pessoa, 12, 72, 2007.

CORREIA, P.R.M.; AGUIAR, J.G. Avaliação da proficiência em mapeamento conceitual a partir da análise estrutural da rede proposicional. *Revista Ciência e Educação*. Bauru, 23,1, 71, 2017.

MARQUES FILHO, O.; NETO, H. V.; *Processamento digital de imagens*. Brasport, 1999. ISBN 8574520098.

MARTINS, G. B.; MONTENEGRO, M. A.; SUAREZ, P. A.; Kit colorimétrico para detecção de metanol em etanol combustível para o monitoramento da qualidade de combustíveis. *Química Nova*, 38, 280, 2015.

GIBSON, L.; KERR, W.J.; NORDON, A.; REGLINSKI, J.; ROBERTSON, C.; TURNBULL, L.; WATT, C.M.; CHEUNG, A.; JOHNSTONE, W.; On-site determination of formaldehyde: A low cost measurement device for museum environments. *Analytica chim acta*, 623, 109, 2008.

KEHOE, E.; PENN, R. L. Introducing Colorimetric Analysis with Camera Phones and Digital Cameras: An Activity for High School or General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 90, 1191, 2013.

MURDOCK, R. C.; *et al.* Optimization of a Paper-Based ELISA for a Human Performance Biomarker. *Analytical Chemistry*, 85, 11634, 2013.

WANG, S.; *et al.* Integration of cell phone imaging with microchip ELISA to detect ovarian cancer HE4 biomarker in urine at the point of care. *Lab Chip*, 11, 3411, 2011.

MUDANYALI, O.; *et al.* Integrated rapid-diagnostic-test reader platform on a cellphone. *Lab Chip*, 12, 2678, 2012.

COSKUN, A. F.; NAGI, R.; SADEGHI, K.; PHILLIPS, S.; OZCAN, A. Albumin testing in urine using a smart-phone. *Lab Chip*, 13, 4231, 2013.

COSKUN, A. F.; *et al.* A personalized food allergen testing platform on a cellphone. *Lab Chip*, 13, 636, 2013.

OZCAN, A. Mobile phones democratize and cultivate next generation imaging, diagnostics and measurement tools. *Lab Chip*, 14, 3187, 2014.

VASHIST, S. K.; MUDANYALI, O.; SCHNEIDER, E. M.; ZENGERLE, R.; OZCAN, A. Cellphone-based devices for bioanalytical sciences. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 406, 3263, 2014.

MORAES, E.P.; CONFESSOR, M.R.; GASPARTOTTO, L.H.S. Integrating Mobile Phones into Science Teaching To Help Students Develop a Procedure To Evaluate the Corrosion Rate of Iron in Simulated Seawater. *Journal of Chemical Education*, 92, 1696, 2015.

HELPER, G. A.; MAGNUS, V.S.; BOCK, F.C.; TEICHMANN, A.; FERRÃO, M.F.; COSTA, A.B.; Photometrix: An application for univariate calibration and principal components analysis using colorimetry on mobile devices. *Journal of Brazilian Chemistry Society*, 28, 328, 2017.

ABRÀMOFF, M.D.; MAGALHÃES, P.J.; RAM, S.J.; Image processing with ImageJ. *Biophotonics international*, 11, 36, 2004.

LAMPRECHT, M.R.; SABATINI, D.M.; CARPENTER, A.E.; CellProfiler™: free, versatile software for automated biological image analysis. *Biotechniques*, 42, 71, 2007.

PAU, G.; FUCHS, F.; SKYLAR, O.; BOUTROS, M.; EBImage—an R package for image processing with applications to cellular phenotypes. *Bioinformatics*, 26, 979, 2010.

MORAES *et al.*, Low-cost method for quantifying sodium in coconut water and sea water for the undergraduate analytical chemistry laboratory: flame test, a mobile phone camera, and Image Processing. *Journal of Chemical Education*, 91, 1958, 2014.

## **Agenor Fabiano Pampolha Garcia**

Graduado em Ciências Navais pela Escola Naval, do Rio de Janeiro (2013), com especialização nas áreas de Máquinas.

## **Arthur Pinheiro de Araújo Costa**

Bacharel em Ciências Navais COM habilitação em Sistemas de Armas pela Escola Naval (2016). Atualmente desenvolve pesquisas na área de Sistemas de Apoio à Decisão, com modelos multicritério aplicados à área militar.

## **Carlos Alberto Nunes Cosenza**

Graduação em Economia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1963). Graduação em curso fundamental de Engenharia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1964). Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1974). Especialista em matemática I e II pelo Instituto Militar de Engenharia (1970). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1971). Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1975).

## **Carlos Francisco Simões Gomes**

Professor Associado da UFF. Possui Doutorado em Engenharia de Produção pela UFF (1999), Mestrado em Engenharia de Produção pela UFF (1995) e Graduação em Ciências Navais pela Escola Naval (1984). Atua na área de Logística, Gerenciamento de Projetos, Sistemas de Informação com foco em Acessibilidade e Usabilidade, Análise de Decisões, Métodos Analíticos aplicados à solução de problemas empresariais Brasileiros e Planejamento Estratégico com uso de TI.

## **Igor Pinheiro de Araújo Costa**

Bacharel em Ciências Navais pela Escola Naval (2014). Atualmente é aluno de Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e desenvolve pesquisas na área de Sistemas de Apoio à Decisão, com modelos multicritério aplicados em gerência de riscos, eficiência energética, energias renováveis e aplicações militares.

## **Jean de Aguiar Seabra**

Graduação em bacharelado em ciências biológicas pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (2010). Graduação em licenciatura plena em ciências biológicas pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (2011). Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Cândido Mendes (2017). Especialista em Engenharia de Produção pela Universidade Cândido Mendes (2019). Mestrando em Engenharia de Produção pela UFRJ. Sua atuação é nas linhas de pesquisa: lógica fuzzy, mapas conceituais e engenharia de resiliência.

## **Jéssica da Silva Alves de Pinho**

Graduação em licenciatura plena em química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2009). Mestre em Engenharia Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2012). Doutora em Engenharia Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2016). Sua principal linha de pesquisa é voltada para

área de química analítica e quimiometria. Atualmente é professora do quadro permanente do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ).

### **Julio Cesar Ballador**

Graduado em Tecnologia em Processos Gerenciais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – campus São Carlos (2019).

### **Lucas Aguiar Amaral Klier Teixeira**

Graduado em Ciências Navais pela Escola Naval, do Rio de Janeiro (2017), com especialização nas áreas de Sistema de Armas e Planejamento Militar.

### **Luiz Frederico Horácio de Souza de Barros Teixeira**

Graduado em Ciências Navais pela Escola Naval, do Rio de Janeiro (2008), com especialização nas áreas de Sistema de Armas e Planejamento Militar. Mestre em Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional, na Universidade Federal Fluminense (UFF). Tem experiência nas áreas de Sistemas, Navegação, Guerra Eletrônica.

### **Marcela Avelina Bataghin Costa**

Doutora e mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos. Especialista MBA Gestão Estratégica em Finanças Pela Universidade Federal de São João del Rei. Bacharel em Administração pelo Centro Mineiro de Ensino Superior. Atuou como professora Adjunta do curso de Administração da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul até junho de 2015. Atualmente é docente (DI-2) do quadro permanente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) São Carlos.

### **Marco Antônio Ribeiro Tupinambá**

Técnico em alimentos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (2019).

### **Marcos Alexandre Pinto de Castro Junior**

Bacharel em Ciências Navais pela Escola Naval (2014), com habilitação em Administração. Atualmente é aluno de Pós-Graduação Lato Sensu em Ciências de dados na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Atua na área de programação de ferramentas computacionais para controle interno, auditoria e apoio à tomada de decisão.

### **Marcos dos Santos**

Professor do Programa de Pós-graduação em Sistemas e Computação (PPgSC) do Instituto Militar de Engenharia (IME). Possui Doutorado em Engenharia de Produção (UFF). Mestre em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ. Licenciado em Matemática e Especialista em Instrumentação Matemática (também pela UFF). Bacharel em Ciências Navais pela Escola Naval.

### **Rita de Cássia Arruda Fajardo**

Doutora e Mestre em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Possui Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho e em Gestão Pública pela UFSCar. Graduada em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade de São Paulo - USP. Atualmente é docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – campus São Carlos, campus São Carlos, no eixo tecnológico de Gestão.

### **Sérgio Mitihiro do Nascimento Maêda**

Possui graduação em engenharia mecânica pela Universidade Federal Fluminense (2012). Tem experiência na área de engenharia mecânica, com ênfase em sistemas de manutenção planejada. Atualmente está cursando Mestrado em Engenharia de Produção pela UFF.

### **Thamara França do Carmo Torres**

Graduação em Engenharia de Produção pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (2005). Pós-graduação em Docência do Ensino Superior pela Universidade Cândido Mendes (2008). MBA em Gestão Estratégica da Produção e Manutenção pela Universidade Federal Fluminense (2015). Mestre

em Engenharia de Transporte pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2019). Sua principal linha de pesquisa é na área de logística. É doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**Thamiris Silva Rosa**

Nascida na cidade de São Carlos interior de São Paulo no ano de 1997, é graduada em Tecnologia em Processos Gerenciais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – campus São Carlos (2019). Atualmente ainda reside em São Carlos e trabalha em uma empresa privada do ramo administrativo.

**Thiago Zamith Cunha**

Graduado em Ciências Navais pela Escola Naval, do Rio de Janeiro (2017), com especialização nas áreas de Eletrônica e Planejamento Militar.

**Thaise Ribeiro Luz**

Entusiasta da área de tecnologia, marketing digital e empreendedorismo; possui graduação em Marketing pelo Centro Universitário Internacional (2017) e pós graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Cruzeiro do Sul (2020).

