

O ENSINO DE POTENCIAL DE HIDROGÊNIO (pH) ATRAVÉS DA OBSERVAÇÃO DA TITRABILIDADE DE LÍQUIDOS DIVERSOS CONSUMIDOS NO AMBIENTE DE UMA ESCOLA PÚBLICA DO ESTADO DO CEARÁ.

Eliana Dantas Ribeiro¹
Halisson de Souza Pinheiro²

RESUMO

Em um ambiente escolar de ensino médio, nota-se que muitos espaços da instituição, tais como os laboratórios, precisam ser eficientemente aproveitados para a difusão do conhecimento. Nas áreas das Ciências da Natureza, muitas vezes, ocorrem fenômenos físicos, químicos e biológicos que podem ser de difícil compreensão para os estudantes, quando o professor utiliza apenas o quadro branco para fazer a demonstração de alguns conceitos e de alguns cálculos que fundamentam esses fenômenos. Diante disso, visando melhorar a compreensão dos alunos sobre conceitos de Potencial de Hidrogênio e poder apresentá-los ao universo da pesquisa científica, foi realizado um experimento no laboratório de ciências de uma escola pública no estado do Ceará, para a aferição do Potencial de Hidrogênio (pH), com a utilização de um pHmetro. Os estudantes observaram que muitos líquidos, tais como os refrigerantes, comumente consumidos na escola, apresentaram pH muito baixo, entre 2 e 3, valores que surpreenderam os alunos. Em um ambiente escolar, foi possível concluir que é possível fazer experimentos de baixo custo e de fácil execução, que auxiliam positivamente o professor no ato de lecionar conteúdos. Isso mostra que o professor pode utilizar outros espaços da escola, além de uma sala de aula convencional, para ministrar efetivamente as suas aulas.

Palavras-chave: Ciências da natureza; laboratório de ciências; metodologias de ensino; potencial de hidrogênio.

1. INTRODUÇÃO

O processo de aprendizagem, muitas vezes, não ocorre de forma unânime, ainda mais quando se trata de 50 a 60 alunos em uma sala de aula. Cada um desses estudantes tem uma preferência por uma metodologia para aprender determinado conceito.

Diante disso, a inserção dos alunos em outros ambientes além da sala de aula pode contribuir para um eficiente trabalho do docente.

Segundo Matsumoto (2015), o estudo além da sala de aula pode contribuir na construção do conhecimento. Já Moran (2015) explica que é possível ensinar e aprender de

¹ Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará. Professor(a) da rede pública do ensino médio (SEDUC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. General Afonso Albuquerque Lima, s/n – Cambéba, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP:60.822-325. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7582-597X> .Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6639370941924870> E-mail: elianadribeiro1@gmail.com

² Doutor em Engenharia e Ciência de Materiais pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor Adjunto da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Rua José Franco de Oliveira, S/N, Redenção, Ceará, Brasil, CEP: 62.790-970 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1162-5749> . Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1503821809491382> . E-mail: halisson@unilab.edu.br.

várias formas, em espaços diferentes, e o melhor ainda: em todos os momentos. O que justifica a existência dessa pesquisa, onde os alunos saíram do ambiente trivial de uma sala de aula com quadro e pinceis para um laboratório repleto de objetos novos e didáticos, por se tratar de um local com equipamentos diferentes, tais como vidrarias, reagentes químicos, microscópio.

A maioria dos alunos, ao se deparar com esse ambiente anteriormente descrito mostram-se surpresos, pois nunca haviam conhecido um laboratório de ciências. Isso despertou ainda a vontade do docente em trazer os alunos para um ambiente laboratorial didático, onde o professor pode explicar conceitos de forma prática. O Potencial de Hidrogênio (pH), por exemplo é uma escala de números em que mostra se uma substância qualquer é ácida ou não, de modo que, a partir deste parâmetro, é possível fazer gráficos, fazer cálculos com os valores de pH, dentre outros. O último em específico, pode ser realizado através de expressões logarítmicas, que possibilitam calcular a concentração hidrogeniônica utilizando valores de pH predefinidos (Oliveira *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a interdisciplinaridade é algo que está bastante presente neste trabalho, pois para o conceito de pH, há a conexão entre áreas como a Química, na explicação deste parâmetro, e a Matemática, na resolução do cálculo de cologaritmo. Libâneo e Pimenta (1999) citam que a escola é um ambiente que deve propiciar boas condições de trabalho para os docentes e discentes, incluindo boas salas de aulas, bons laboratórios e currículos que possam ter interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade é um ponto que vai além da sala de aula, até mesmo o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) utiliza isso em suas questões. Então, não é rara a existência dessa metodologia de ensino e aprendizagem para os estudantes. Essa prova é basicamente interdisciplinar, ela preconiza também a coesão entre o que é ensinado e cobrado aos candidatos, sempre mantendo uma relação entre o ensino e a realidade do estudante (Stadler; Hussein, 2017).

Uma das competências da Base Nacional Curricular Comum - BNCC preconiza o exercício da curiosidade intelectual, recorrendo-se à abordagem por meio das Ciências sejam elas Exatas, Humanas ou da Natureza, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade. Ao analisar esse ponto, percebe-se que a Base cita a investigação, que pode ser realizada dentro de um laboratório de Química por exemplo, dentre outros.

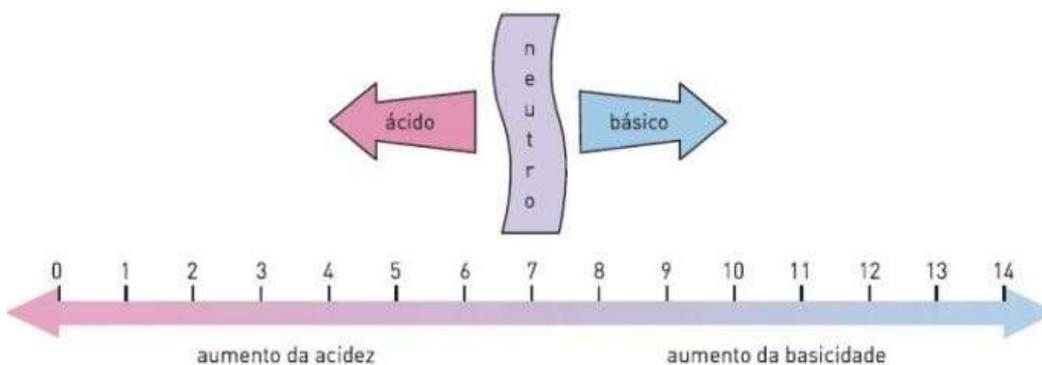
Nessa perspectiva, experimentos de laboratório são ótimos para explicar conceitos das disciplinas, que podem ser vivenciados no cotidiano, pelos alunos. Dado o exposto, nesse trabalho foram coletadas amostras de bebidas consumidas diariamente por funcionários e estudantes da escola, tais como: café, refrigerantes, sucos, leite e água, com o objetivo de fazer a aferição do pH dessas amostras, para a observação do padrão de consumo do público.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Potencial de Hidrogênio(pH)

O Potencial de Hidrogênio - pH O Potencial de Hidrogênio - pH é um termo utilizado para informar se uma substância está acida ou básica. Para isso, deve-se estender a escala de pH que varia de 0 a 14, em que de se a substância apresentar um valor entre 0 a 7 elase encontra ácida; entre 7 a 14 básica, caso ela apresente-se como 7 é considerada neutra, comomostra na Figura 1.

Figura 1 - Escala de pH



Fonte: Usberco e Kaufmann (2016).

Bastos, Rodrigues e Souza (2011) explica que para os ácidos, a intensidade de ionização (ou concentração de H⁺) revela a sua potência, ou seja, quanto mais existe a presença de H⁺ mais forte é o ácido. Para isso esses ácidos apresentarão a constante de ionização maiorque 1, como mostra na Equação 1.

$$K_a = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{H_a} \quad [1]$$

Onde:

K_a = constante de ionização do ácido

HAH_3O^+ = cátion hidrônio

A = ânion

HA =

eletrólito

Além disso, os autores Bastos, Rodrigues e Souza (2011) explicam que o potencial hidrogeniônico (pH) de uma solução é o logaritmo, com sinal trocado da concentração hidrogeniônica molar, como pode ser verificado na Expressão 2.

$$\text{colog } H^+ = -\log H^+ \quad [2]$$

Onde:

Colog: Cologaritmo

Já que o logaritmo utilizado no cálculo do pH tem base igual a 10, a expressão 2 também pode ser escrita na forma da equação 3:

$$10^{-pH} = [H^+] \quad [3]$$

Caso a molaridade de hidrônios (H^+) do meio seja um valor conhecido, é possível calcular o valor do pH, conforme as expressões

2.2 Formas de aferição do pH de uma solução.

Existem variadas formas de se encontrar um valor para o pH, por meios de equipamentos dos mais simples aos mais complexos. Usberco e Kaufmann (2016) citam o papel de tornassol, Figura 2, onde em meios básicos revelam uma cor azul, já em meios ácidos revelam a cor rósea. Os autores também citam outros indicadores como alguns vegetais: repolho roxo, beterraba, pétalas de rosas. No caso do repolho roxo, Figura 3, o suco deste vegetal com uma solução qualquer revela uma cor vermelha se for ácida, ou revela uma cor verde-amarela se for básica.

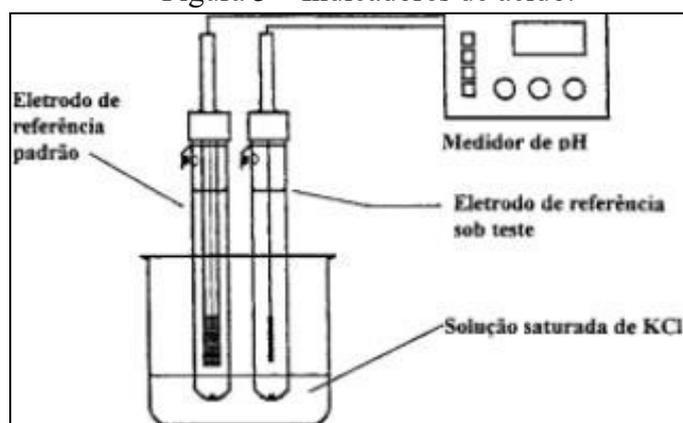
Figura 2 – Indicadores de ácido.



Fonte: Usberco e Kaufmann (2016).

Alguns medidores de pH são automáticos, como o da Figura 3.

Figura 3 – Indicadores de ácido.



Fonte: Silva Jr., Araújo Filho e Silva (2000).

Na Figura 4, está apresentado o medidor de pH que faz as medições por meio de uma esfera de LCD que existe na extremidade inferior do equipamento.

Figura 4 - pHmetro de LCD



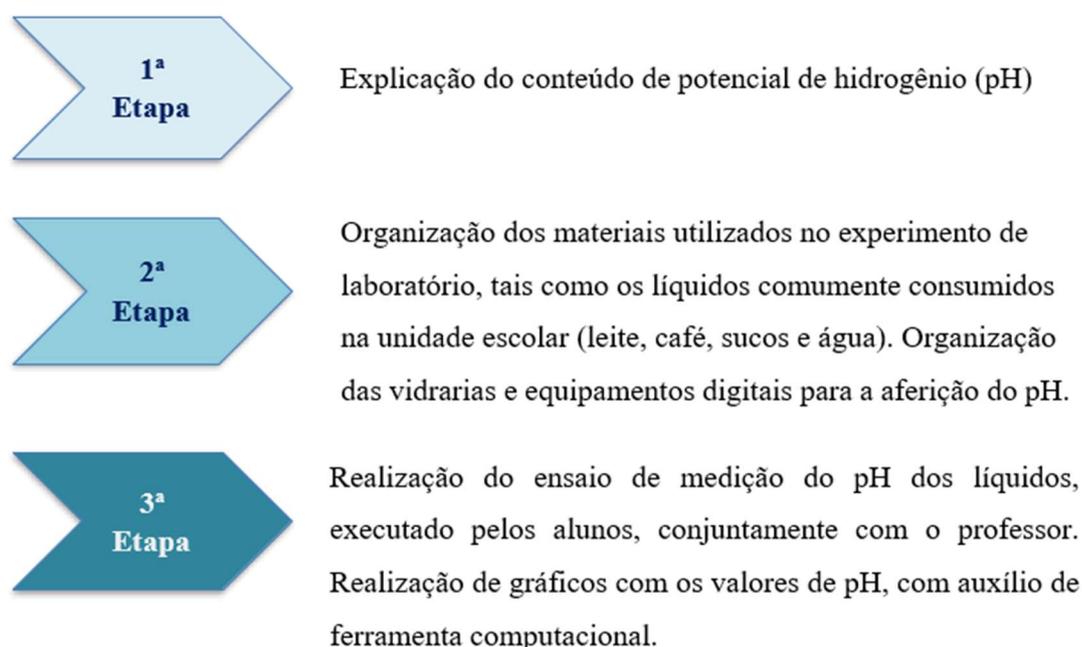
Fonte: Autor (2024).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho tratou-se de uma pesquisa exploratória, que ocorreu através da junção de uma aula convencional e de uma aula prática, para uma turma de 35 alunos da 2ª série do ensino médio, em um laboratório de Ciências de uma escola pública, sobre o assunto de potencial de hidrogênio (pH).

No primeiro momento, foi realizada uma aula teórica para os alunos sobre a explicação do conteúdo. Nas 2ª e 3ª etapas, foram realizadas as aplicações práticas do conteúdo lecionado, em que os estudantes realizaram um experimento, conjuntamente com o professor, de aferição do pH de líquidos consumidos na escola, durante o período de 1 mês. As 3 etapas podem ser verificadas no fluxograma da Figura 5.

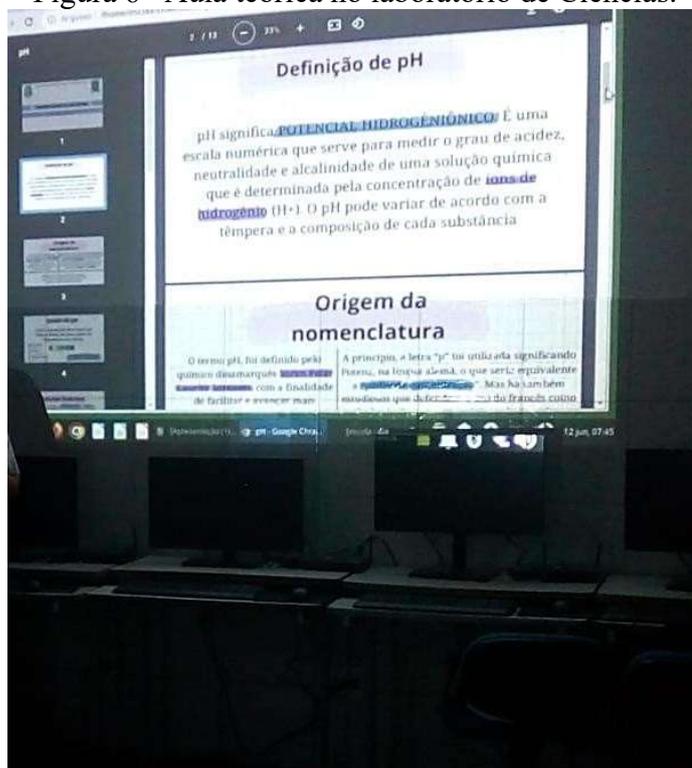
Figura 5 - Fluxograma da pesquisa.



Fonte: Autor (2024).

Na primeira semana, foi realizada uma aula teórica, como mostra a Figura 6, a fim de que os alunos compreendessem os conceitos de pH, soluções ácidas e básicas, bem como a sua utilidade no cotidiano das pessoas. Nesta aula, foram trabalhadas a competência 1 e a habilidade 4 da BNCC, relativa às Ciências da Natureza, sobre possibilitar aos alunos o entendimento dos prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade.

Figura 6 – Aula teórica no laboratório de Ciências.



Fonte: Autor (2024)

Ainda na primeira semana, foram organizados os utensílios e as vidrarias de laboratório a serem utilizadas no ensaio, tais como: equipamentos de proteção individual (jalecos e luvas), béqueres de 100 ml, pipetas, bandejas de plástico, água destilada, erlenmeyers de 100 ml e medidores de pH digital LCD.

A partir da segunda semana, deu-se início a realização dos ensaios. Para isso, os alunos realizaram as práticas durante o contra turno das aulas, sempre acompanhados pelo professor. O cronograma deste trabalho pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 – Cronograma de ações

Semana	Ações
1ª Semana 27/05/2024	Aula teórica sobre pH e titrabilidade ácida. Organização do ambiente laboratorial.
2ª Semana 03/06/2024	Primeiro ensaio de medição do pH
3ª Semana 10/06/2024	Segundo ensaio de medição do pH
4ª Semana 17/06/2024	Terceiro ensaio de medição do pH
5ª Semana 24/06/2024	Quarto ensaio de medição do pH e organização dos dados para discussão dos resultados.

Fonte: Autor (2024).

Na realização do ensaio de cada semana, foi selecionado um grupo de 60 pessoas, incluindo 15 funcionários, sendo 10 professores, 3 coordenadores e 2 secretários, e 45 alunos (entre 15 e 21 anos), sendo 15 para cada série do ensino médio. Este quantitativo foi fixo durante as 4 semanas de ensaio.

Antes da realização dos ensaios de medição do pH, por se tratar de um ambiente laboratorial, foi necessária a explicação da importância de se utilizar equipamentos de proteção individual, como: luvas e jalecos, a fim de se evitar possíveis contaminações ou acidentes com reagentes.

Em cada uma das semanas do experimento laboratorial, foi explicado aos alunos a importância da limpeza de todas as vidrarias utilizadas com água destilada, a fim de se evitar erros na aferição do pH, devido a alguns resíduos existentes na superfície das vidrarias.

3.1 Execução dos ensaios

A coleta das 60 amostras ocorreu uma vez por semana, como mostra a Tabela 2, durante o intervalo de aulas do período da tarde. Para cada grupo, foram coletadas amostras de 20 ml, para serem reservadas em béqueres e erlenmeyers. Antes de mergulhar o pHmetro digital em cada uma das amostras, foi necessário fazer a limpeza da extremidade do equipamento, para evitar contaminações. Foi explicado aos alunos sobre a importância da frequente higienização, com água destilada dos utensílios utilizados em ensaios de laboratório, para evitar erros de medição. É importante frisar que a quantidade de 60 amostras foi coletada em uma semana de experimento, como foram dedicadas 4 semanas para a realização dos ensaios, foram verificadas no total 240 amostras.

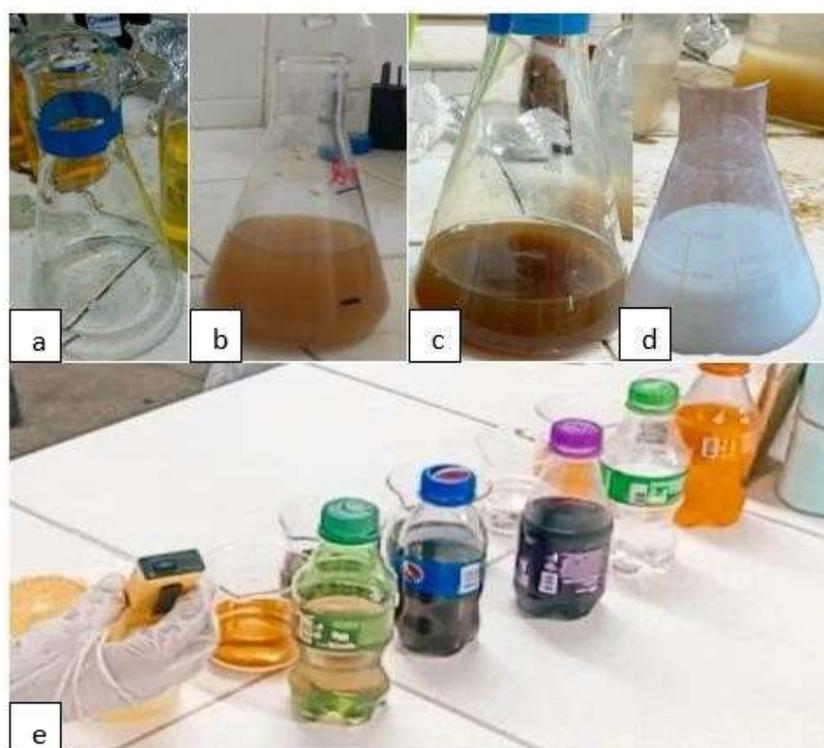
Tabela 2 – Coleta semanal por grupo de pessoas

Grupos	Quantidade de amostras	Coleta/ semana
Funcionários (docentes e gestão)	15	1
Alunos 1ª série do ensino médio	15	1
Alunos 2ª série do ensino médio	15	1
Alunos 3ª série do ensino médio	15	1
Total	60	

Fonte: Autor (2024).

As amostras coletadas mostradas na Figura 7 foram de líquidos como: café (marca Pilão) servido na escola, sucos naturais de limão e de laranja, refrigerantes Pepsi, Fanta Uva, Fanta Laranja, Kuat e Sprite, leite (marca Ninho) e água filtrada, não mineral, consumida via bebedouro pelos alunos.

Figura 7- Separação das amostras e aferição do pH
a) Água b) Suco de laranja c) Café d) Leite e) Refrigerantes

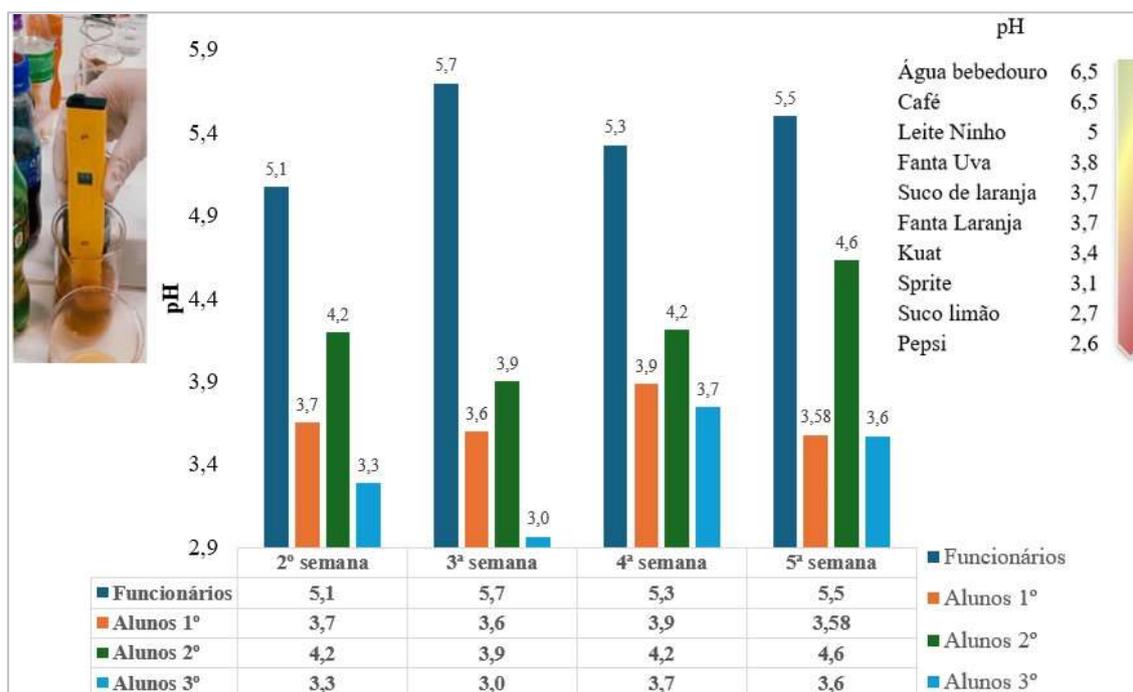


Fonte: Autor (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados mostraram que os valores de pH para o público estudantil foram menores, quando comparados aos valores encontrados para o público de funcionários. Enquanto o intervalo de pH observado entre as bebidas consumidas por funcionários foi entre 5,1 e 5,7, o intervalo entre os alunos foi entre 3,0 e 4,6. Isso indica o alto consumo, mesmo que em apenas um mês, de bebidas com baixos valores de pH, tais como refrigerantes, como está mostrado na Figura 7. Esses resultados refletem o padrão de consumo de jovens que consomem líquidos com pH ácido.

Figura 8- Intervalos de valores de pH observados por semana.



Fonte: Autor (2024).

Conforme a Figura 7, os refrigerantes tiveram valores de pH variando entre 2,6 e 3,8, que são valores muito semelhantes aos encontrados nos experimentos de Hanan e Marreiro (2009) e Verona *et al.* (2011). Isso mostra que uma acidez relativamente alta, ao verificar a escala de pH apresentada na Figura 1, do tópico de Fundamentação Teórica. Dentre os refrigerantes, o que apresentou maior acidez foi a Pepsi, apresentando o pH com 2,6, já a Fanta Uva apresentou um pH de 3,8 um pouco maior que o da Pepsi.

Conforme foi verificado nesta pesquisa, o consumo de refrigerantes mostrou-se evidente entre os alunos, algo que é bastante prejudicial à saúde, no que se refere à integridade estomacal, pois contribui para intensificar os sintomas da gastrite e comprometer a saúde dos dentes, podendo danificar o esmalte dentário devido à acidez intensa desse tipo de bebida (Verona *et al.*, 2011).

Segundo Segundo Sivetz & Desrosier (1979 *apud* Siqueira; Abreu, 2006), cafés com grãos torrados devem ter um pH entre 4,9 e 5,2, que são valores considerados aceitáveis para bebidas de consumo. Neste trabalho, o café servido aos professores da escola apresentou um pH de 5, que está dentro do intervalo citado pelos autores.

A água consumida pelos alunos, através de um bebedouro, apresentou pH de 6,5 estando no intervalo aceitável pelo Ministério da Saúde, estipulado entre 6,0 e 9,0 (Brasil,

1999). Para o leite em pó integral da marca Ninho, o valor foi semelhante aos valores encontrados nas pesquisas de Foppa *et al.* (2009), Braga, Coelho e Melo (2021), em torno de 6,5. Esse valor está no intervalo estipulado pela resolução nº 51 do Ministério da Agricultura, de 6,4 a 6,8 (Brasil, 2002 *apud* Foppa *et al.*, 2009).

Essa pesquisa tratou apenas de refrigerantes convencionais, não sendo “light” ou “diet”. Um ponto observado na pesquisa de Hanan e Marreiro (2009) é que alguns refrigerantes como Fanta Uva, Laranja, Guaraná e Sprite alteram seus valores de pH devido à intensidade de açúcar adicionado ao refrigerante. Esses mesmos autores observaram que a Fanta apresentava-se mais ácida, quando comparada à sua versão “diet”, com pH de 2,22 para a versão normal e 2,72 para a versão “diet”. Outro fato é que refrigerantes, em especial, de sabor laranja podem apresentar grandes instabilidades em seu pH ao longo do tempo, devido fatores como alto teor de açúcar na composição, a composição química e a própria pressão atmosférica (Criveletto, 2011). Isso foi evidenciado neste trabalho, em que os alunos observaram que nas aferições de pH do refrigerante Fanta Laranja, houve variações de valores entre duas semanas, com intervalos entre 3,7 e 3,1.

No que se refere aos sucos naturais de limão e de laranja, o valor do pH foi menor para o suco de limão com 2,7 e o de laranja com 3,7. Esses resultados não diferiram dos valores encontrados na literatura, como o de Pedrão *et al.* (1999), onde o suco de limão natural fresco apresentou pH de 2,75. Algo interessante encontrado no experimento desses autores foi que o suco de limão após 60 dias de armazenamento alterou seu valor de pH, tornando-se mais ácido com valor de 2,66. Para essa mesma pesquisa os autores verificaram que não houve diferença na acidez, com a adição ou não adição de açúcar. Isso é um comportamento que vai de encontro às propriedades químicas dos refrigerantes, que podem intensificar a acidez devido à adição de açúcar.

5. CONCLUSÕES

Diante disso, é possível observar a variabilidade dos valores de pH para os líquidos estudados nesta pesquisa, com intervalo entre 2,6 e 6,6. Os valores de pH para os refrigerantes foram menores apresentando valores de 2,6 a 3,8, quando comparados às outras bebidas, como sucos, café, água e leite, que apresentaram um intervalo entre 2,7 e 6,5.

É importante lembrar sobre a instabilidade de um valor de pH, já que é um

parâmetro físico-químico que depende de inúmeros fatores como temperatura, composição química do material, adição de açúcares, pressão atmosférica, dentre outros. Até mesmo a temperatura do laboratório de ciências pode influenciar nos resultados de pH e alterar algum valor. A agilidade nos ensaios, bem como o cuidado com as amostras possibilitaram o menor índice de erros possível, tendo em vista que os valores obtidos concordaram com resultados de pH encontrados em trabalhos de outros pesquisadores.

Por meio dos resultados observados, foi importante fazer um diálogo com os alunos, a respeito do impacto negativo que o padrão dos seus consumos pode causar em suas vidas. Esse diálogo e reflexão é interessante no contexto escolar, pois um simples experimento de fácil execução serviu como uma ação de conscientização na escola. Além disso, a reflexão sobre o prejuízo à saúde humana, nesse contexto, é abordada na habilidade 4 do ensino médio, de Ciências da Natureza, sobre fazer o aluno pensar nos potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos para a saúde humana.

Por fim, esta pesquisa mostrou que o ambiente escolar se mostra como um laboratório de pesquisa, onde é possível realizar estudos diversos partindo do cotidiano dos alunos. Nessa perspectiva, práticas docentes, como experimentos fáceis de laboratório podem estimular o pensamento crítico dos estudantes e possibilitar diálogos de cunho conscientizador, entre professores e alunos.

REFERÊNCIAS

BASTOS, A.C.L.M.; RODRIGUES, E.M.S.; SOUZA, J.P.L de. **Físico-química**. Belém: UFPA, 2011. 302 p.

Disponível em: <https://dspace.unisa.br/server/api/core/bitstreams/1f54c67d-706a-4f11-9ece-e91e3c72ed57/content>. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Técnico de Análise de Água para Consumo Humano**. Brasília: FUNASA, 1999. 211p. Disponível em: funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual_prático_de_análisis_de_água_2013.pdf/b10de7cd-bfad-49ce-ad65-20ee1ccbdb72 . Acesso em: 21 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília, DF, 2017. Disponível em: portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file . Acesso em: 22 ago. 2024.

BRAGA, M.F.; COELHO, M.E.M.; MELO, F.L. de. **Análise físico-química de leite em pó comercializado na região metropolitana do Recife**. 2021. 13 f. Monografia (Graduação em Nutrição) – Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, 2021. Disponível em: [Versão final - TCC Matheus e Eduarda \(1\)](#). Acesso em: 01 set. 2024.

CRIVELETTO, R. **Estabilidade físico-química e sensorial de refrigerante sabor laranja durante armazenamento**. 2011. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: [Estabilidade físico-química e sensorial de refrigerante sabor laranja durante armazenamento](#). Acesso em : 01 set. 2024.

FOPPA, T. *et al.* Análises físico-químicas do leite em pó comparado ao leite uht integral. **Revista Ágora**, Mafra, v. 16, n. 1, 2009. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/agora/article/view/5> . Acesso em: 22 ago. 2024.

HANAN, S.A.; MARREIRO, R. de O. Avaliação do pH de Refrigerantes, Sucos e Bebidas Lácteas Fabricados na Cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. **Pesquisa Brasileira de Odontopediatria Clínica Integrada**, v.9, n. 3, set./dez.2009, p.347-353. Disponível em: [Avaliação do ph de refrigerantes, sucos e bebidas lácteas fabricados na cidade de Manaus, Amazonas, Brasil | Pesqui. bras. odontopediatria clín. integr;9\(3\): 347-353, set.-dez. 2009. | LILACS | BBO](#) Acesso em: 21 ago. 2024.

LIBÂNEO, J.C; PIMENTA, S.G. Formação de profissionais da educação: Visão crítica e perspectiva de mudança. **Educação & Sociedade**, v. 20, n. 68, dez. 1999. Disponível em [SciELO - Brasil - Formação de profissionais da educação: visão crítica e perspectiva de mudança](#) [Formação de profissionais da educação: visão crítica e perspectiva de mudança](#). Acesso em: 21 ago. 2024.

MATSUMOTO, E.M. **Moodle**: uma opção para orientar o estudo além da sala de aula presencial. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programade Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015. Disponível em: [: Moodle: uma opção para orientar o estudo além da sala de aula presencial](#). Acesso em: 22 ago. 2024.

MORAN, J. Educação híbrida. In: Bacich, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F.de M. (org.). **Ensino híbrido**: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 8. Disponível em: [educação_híbrida.pdf](#). Acesso em: 17 jul. 2024.

OLIVEIRA, A.L.S. *et al.* Matemática aplicada na Química: ensino de equações logarítmicas no cálculo do pH. In: Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do SulCatarinense, 6., 2017, Criciúma. **Anais...** Criciúma: Sict-sul, 2017. p. 416-423. Disponível em: [de Oliveira](#). Acesso em: 20 jul. 2024.

PEDRÃO, M.R. *et al.* Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural adoçado, congelado. **Food Science and Technology**, v.11, n.2, maio 1999. Disponível em: [SciELO - Brasil - Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e](#)

[adoçado, congelado Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e adoçado, congelado](#) . Acesso em: 21 ago. 2024.

SILVA JR., A.I. da; ARAÚJO FILHO, H. da C.; SILVA, R.C. Testes de desempenho de eletrodos: eletrodos de referência. **Química Nova**, v. 23, n. 4 , 2000. Disponível em: [23414-014](#) Acesso em: 22 ago. 2024.

SIQUEIRA, H.H. de; ABREU, C.M.P. de. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, fev. 2006. Disponível em: [SciELO - Brasil - Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento](#). Acesso em: 22 ago. 2024.

STADLER, J. P.; HUSSEIN, F. R. G. S. O perfil das questões de ciências naturais do novo Enem: interdisciplinaridade ou contextualização? **Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, abr./jun. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/yX7KS7nc5s4THFs3fXW8cJk/?lang=pt> . Acesso em: 21 ago. 2023.

VERONA, A. *et al.* Avaliação do pH e da titrabilidade ácida de refrigerantes. **Revista Saúde**, v.5,n.1, 2011. Disponível: <http://revistas.ung.br/index.php/saude/article/view/854>. Acesso em: 21 ago. 2023.