

ESTUDO DAS REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO NO TESTE DO BAFÔMETRO

Autores: Ana Luisa Sonnewend Ferreira, Nicole Evelyn Marques Pereira da Silva, Rebecca Galvez Baptista Castilho, Taynara Alves de Carvalho

Instituto Ribeiro Goulart, Jardim Oriente, 37, Rua Isaac Newton – 12236-240 – São Jose dos Campos-SP, Brasil, sonnewendana@gmail.com, rehgalvez@gmail.com, nicolemarques1209@gmail.com, taynaraalves.carvalho@gmail.com.

Resumo

Este trabalho objetiva analisar a reação de oxirredução que está presente no teste do bafômetro, que é um instrumento utilizado para fiscalização quanto ao índice de etanol no organismo. A motivação para tal abrange desde o interesse científico até a relevância social, visto que envolve reações químicas complexas, que são estudadas no ensino médio, e desempenha um papel crucial na segurança viária com a prevenção de acidentes causados por motoristas alcoolizados. Deste modo, foi adotado uma metodologia qualitativa do tipo revisão bibliográfica, em que foi possível utilizar materiais já publicados, em fontes confiáveis, sobre as reações, para embasar a identificação e análise quanto aos aspectos químicos envolvidos no equipamento em questão. Os resultados mostraram que os princípios de oxirredução dos sensores são essenciais para a precisão do teste. No entanto, há interferências como alimentos fermentados, frutas fermentadas, enxaguantes bucais e produtos com fermentação acética. Constatou-se, portanto, que a Química possui papel fundamental no funcionamento deste equipamento e que este, por sua vez, é essencial para a segurança no trânsito e na formação cidadã.

Palavras-chave: Bafômetro; Reações Químicas; Oxirredução.

Curso: Ensino Médio.

Introdução

As reações de oxirredução são um tipo fundamental de reação química que envolve a transferência de elétrons entre átomos, íons ou moléculas. Nesta reação ocorrem dois processos, a oxidação em que a substância perde elétrons e a redução que é o oposto, em que uma substância ganha elétrons (Klein, Braibante, 2017).

As reações de oxirredução são encontradas no etilômetro, mais conhecido como bafômetro, onde o etanol (álcool) é oxidado e atua como agente redutor do oxigênio, uma vez que este é o agente oxidante. Portanto, é imprescindível compreender tais fenômenos químicos a fim de obter dados precisos e legítimos. (Kermen; Méheutb, 2009).

O crescimento da frota de veículos e a intensificação do trânsito nas vias urbanas e rodoviárias têm ampliado os desafios relacionados à segurança viária. Um dos principais fatores de risco nesse contexto é a condução de veículos sob efeito de álcool, responsável por um número significativo de acidentes e vítimas no trânsito. Para enfrentar esse problema, dispositivos como o etilômetro popularmente conhecido como bafômetro tornaram-se ferramentas essenciais nas ações de fiscalização e prevenção adotadas pelas autoridades competentes (Agência Brasil, 2023).

O etilômetro atua detectando a presença de etanol no organismo por meio da análise do ar expirado pelo condutor. Apesar de seu uso ser comum em operações de fiscalização, muitos ainda desconhecem os fundamentos científicos envolvidos em seu funcionamento. Estes dispositivos utilizam diferentes tecnologias baseadas em princípios químicos e físicos, como reações de oxirredução com dicromato de potássio (sensor químico), reações em células de combustível (sensor eletroquímico) e absorção de radiação (sensor espectrofotométrico por infravermelho) (Agência Brasil, 2023).

Deste modo, destaca-se o papel importante da Química para compreender o funcionamento do etilômetro. Em estudos recentes Gonçalves e Santos (2024) apresentaram

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

uma proposta inovadora aliando aspectos químicos, físicos e de programação. Os estudiosos desenvolveram um dispositivo denominado "*Mother Helmet*", um capacete com sistema projetado para aumentar a segurança de motociclistas, visto que o sistema apresenta sensores de álcool, de fluxo e um *push button*, que realiza testes sequenciais para verificar a sobriedade do condutor. O projeto utilizou os princípios básicos de funcionamento dos etilômetros.

Diante disso, entende-se a importância da temática visto que o estudo abrange desde o interesse científico, especificamente os aspectos químicos, até a relevância social de compreender o funcionamento de um dispositivo que é utilizado na segurança viária. Deste modo, o objetivo do trabalho consiste em analisar as reações químicas que fundamentam o teste do bafômetro e identificar as interferências que podem aparecer nos resultados.

Metodologia

A metodologia definida para este trabalho é do tipo qualitativa, sendo uma abordagem com base em uma revisão bibliográfica e análise de reações que ocorrem em um processo específico, que é o teste do bafômetro.

De acordo com Markoni e Lakatos (2003) a pesquisa qualitativa é uma atividade situada que localiza o observador no mundo. Ela consiste em um conjunto de práticas interpretativas que tornam o mundo visível. Os pesquisadores qualitativos estudam objetos e situações em seus contextos naturais, tentando entender os significados que as pessoas atribuem a eles.

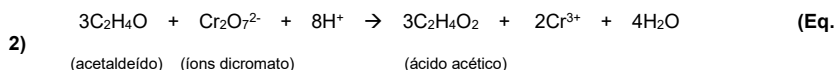
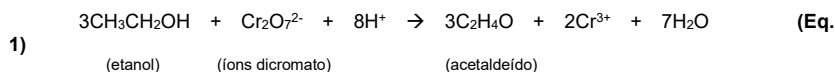
Seguindo esta linha de pesquisa, a primeira etapa do trabalho configura-se como uma revisão bibliográfica sendo uma etapa fundamental da pesquisa científica que consiste na busca e análise crítica e sistemática de publicações existentes sobre o tema, com o objetivo de conhecer o estado atual da temática, identificar lacunas, discutir conceitos e sustentar teórica e metodologicamente a pesquisa (Jacobsen, 2016).

A segunda etapa foi pautada em identificar os aspectos químicos envolvidos na reação do teste do bafômetro, conforme conceitos e definições já estudadas em sala de aula durante o Ensino Médio e identificados na literatura, ressaltando os pontos relevantes para o desenvolvimento do trabalho.

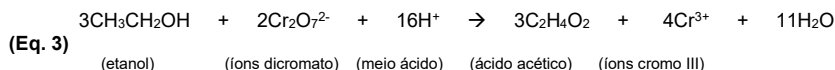
Resultados

A partir dos conceitos de química orgânica, sabe-se que álcoois podem sofrer oxidação e gerar aldeídos, cetonas ou ácidos carboxílicos a partir de agentes oxidantes (Pavia *et al.*, 1982). No bafômetro ocorre a oxidação do álcool primário (etanol) por duas etapas.

Na primeira etapa ocorre a reação do etanol com íons dicromato resultando um aldeído (acetaldeído), conforme Equação 1. Posteriormente, na segunda etapa, o aldeído passa também pelo processo de oxidação resultando em um ácido carboxílico (ácido acético), com a evidente redução dos íons Cr(VI) para íons Cr(III), apresentado na Equação 2 (Andrade; Coscione, 2001).



A reação global de oxirredução do etanol e íons dicromato pode ser descrita pela Equação 3, já balanceada.

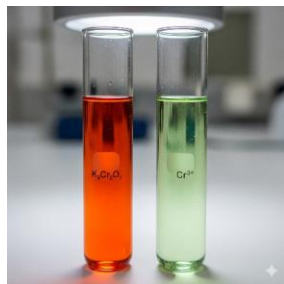


Discussão

Até os dias atuais, é empregado o princípio do primeiro bafômetro instituído por R. F. Borkenstein (1958) que desde o início operava usando o método colorimétrico de análise. De acordo com esse princípio, conforme o etanol reage, há uma mudança de coloração que vai do laranja para o esverdeado (Andrade; Coscione, 2001).

Conforme reação apresentada (Eq. 3), o álcool ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) presente no sangue, passa para os pulmões e é exalado na respiração, reage com o íon dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) que é o agente oxidante em meio ácido, sendo comum o uso do ácido sulfúrico (H_2SO_4). Deste modo, o etanol é oxidado a ácido acético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) e o íon dicromato, que inicialmente apresenta coloração laranja, é reduzido a íons cromo (III) que têm uma coloração verde (Figura 1).

Figura 1: Solução de íons cromo (III)



dicromato de potássio e íon

(Fonte: IA)

Vale destacar que a mudança de cor indica a presença e a quantidade de álcool, pois quanto mais álcool na respiração, isso indica que mais dicromato será convertido e, portanto, a cor verde será intensa. Atualmente, existe um sistema eletrônico acoplado a reação que indica a mudança de cor e é capaz de quantificar a concentração de álcool no ar. E outros dispositivos modernos, já estão utilizando sensores de células de combustível eletroquímica, que geram corrente elétrica para não depender da reação colorimétrica (Gonçalves, Santos, 2024).

Há um ponto relevante que deve ser discutido que são as interferências no teste do bafômetro devida à presença de compostos que, ao serem ingeridos ou exalados, são confundidos pelo dispositivo como álcool. Dos principais alimentos têm-se os pães fermentados naturalmente, que no processo de digestão liberam pequenas quantidades de álcool. As frutas e sucos fermentados, que também podem gerar álcool residual. Enxaguantes bucais que possuem em sua composição alta concentração de álcool. Vinagre e produtos com fermentação acética também podem alterar os resultados (Jus Brasil, 2024).

Para evitar falsos positivos, recomenda-se aguardar 15 a 20 minutos após o consumo dessas substâncias antes do teste, garantindo que o álcool residual da boca evapore. A força do sopro também influencia no resultado, já que um sopro fraco pode medir apenas o ar da boca. A precisão varia conforme o tipo de aparelho: o eletroquímico (célula de combustível) é o mais usado pela polícia e apresenta baixa chance de erro; o infravermelho (IR) utilizado em delegacias, é altamente preciso; enquanto os semicondutores, comuns em aparelhos pessoais, apresentam maior risco de falsos positivos. Em geral, os bafômetros possuem baixo risco de alteração, desde que calibrados e utilizados corretamente (Moje, 2022).

Conclusão

Diante dos resultados é evidente a importância dos conceitos químicos para compreender o funcionamento do teste do bafômetro, visto que se baseia em uma reação de oxirredução. Além disso, a química fornece explicação quanto as interferências no resultado do teste ocasionados por comidas, bebidas e demais produtos. Portanto, este é um exemplo prático de como a química impacta a segurança e a legislação da sociedade.

Referências

AGÊNCIA BRASIL. Lei Seca completa 15 anos com redução de 32% nas mortes no trânsito. Agência Brasil, 18 jun. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-06/lei-seca-completa-15-anos-com-reducao-de-32-nas-mortes-no-transito>. Acesso em: 19 jun. 2025.

ANDRADE, J. C.; COSCIONE, A. R. Simulação de um bafômetro. Chemkeys – Liberdade para aprender. Universidade Estadual de Campinas, 2001.

EDUCADOR BRASIL ESCOLA. Oxidação do etanol. UOL Educação. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/educador/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

Gemini ferramenta de IA. Solução de íons dicromato de potássio e íons de cromo (III) após sofrer reação de oxirredução. Criado em: 29 de ago de 2025.

GONÇALVES, Robert Vinícius Oliveira. *Mother Helmet: sistema embarcado para monitoramento de sobriedade e uso correto do capacete em motociclistas*. 2025. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) – Campus de Quixadá, Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2025.

JACOBSEN, Alessandra de Linhares. *Metodologia científica (orientação ao TCC)*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2016. Disponível em: <https://cursodegestaoelideranca.paginas.ufsc.br>. Acesso em: 29 jun. 2025.

JUSBRASIL. Lei seca e o pão. Alimentos que podem alterar o teste do bafômetro. Jusbrasil, 2023. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/lei-seca-e-o-pao-alimentos-que-podem-alterar-o-teste-do-bafometro/2772229049>. Acesso em: 29 ago 2025.

KERMEN, I.; MÉHEUT, M. Different models used to interpret chemical changes: analysis of a curriculum and its impact on French students' reasoning. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 10, p. 24–34, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1039/B901457H>.

KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens. *Conceitos Científicos em Destaque. Química Nova Escolar – São Paulo*, v. 39, n. 1, p. 35–45, 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos da metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MOJE AUTO. Bafômetros – que tipos existem e você pode confiar neles? *Moje-Auto.pl*, [s.l.], 2022. Disponível em: <https://www.moje-auto.pl/pt/blog/consulta/tipos-e-efic%C3%A1cia-dos-baf%C3%B4metros/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

REVISTA CHEMKEYS. Simulação de um bafômetro. *E-Contents*. Disponível em: <http://www.chemkeys.com/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

STUDOCU. Relatório de Orgânica: Oxidação do Etanol – Sumário 1.... Disponível em: <https://www.studocu.com/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Bafômetro. *Química UFPR*. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

UOL EDUCAÇÃO. Reação de oxirredução salva vidas. *Mundo Educação – UOL*. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

Comentado [A1]: Verificar se todas as citações no texto estão listadas aqui nesse tópico e manter somente as citadas.

Veja no modelo que o prof Bruno enviou se a formatação das referências está correta.



XXIX INIC
Encontro Latino Americano
de Iniciação Científica

XXV EPS
Encontro Latino Americano
de Pós-Graduação

XIX INIC Jr.
Encontro Latino Americano
de Iniciação Científica Júnior

VENEXUN
Encontro Nacional
de Iniciação Científica
Universitária

XV INIO
Encontro Nacional
de Iniciação Científica
de Iniciação

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**