



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Curso Técnico em Química

BAFÔMETROS E SUAS INCERTEZAS NAS INTERFERÊNCIAS DE SUBSTÂNCIAS.

BREATHALYZERS AND THE UNCERTAINTIES CAUSED BY INTERFERING SUBSTANCES.

Caio Filipe Cabral¹

Cristhian Rafael Nora Mortari²

Isabela Zwaricz de Azevedo³

Resumo: Este estudo tem como objetivo entender como algumas substâncias legais podem influenciar os resultados do etilômetro, conhecido popularmente como bafômetro, que é utilizado para monitorar o consumo de álcool. Para isso, foi analisado de que forma o aparelho funciona e discutido seu uso na legislação brasileira. A pesquisa foi feita por meio de uma revisão de literatura, baseada em estudos científicos, além de uma análise laboratorial usando um bafômetro de dicromato de potássio em meio ácido. Os resultados mostraram que várias substâncias — como produtos de higiene bucal e alguns alimentos — podem gerar falsos positivos ou alterar a precisão das medições. Isso reforça a importância de considerar as possíveis incertezas nesses testes. Por fim, concluímos que, embora o etilômetro seja uma ferramenta fundamental no controle do uso de álcool ao dirigir, seu uso deve seguir protocolos rigorosos para evitar interpretações equivocadas e garantir que as ações legais sejam justas e precisas.

Palavras-chave: etilômetro, interferência química, álcool, incerteza analítica, fiscalização.

Abstract: This study aims to understand how certain legal substances can influence the results of the breathalyzer, commonly known as the alcohol meter, which is used to monitor alcohol consumption. To achieve this, the functioning of the device was

¹ Aluno do curso Técnico em Química, na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP - caio.cabral15@etec.sp.gov.br

² Aluno do curso Técnico em Química, na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP - cristhian.mortari@etec.sp.gov.br

³ Aluna do curso Técnico em Química, na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP - isabela.azevedo9@etec.sp.gov.br



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

analyzed and its use within Brazilian legislation was discussed. The research was conducted through a literature review based on scientific studies, as well as a laboratory analysis using a potassium dichromate breathalyzer in an acidic medium. The results showed that various substances — such as oral hygiene products and certain foods — can generate false positives or alter the accuracy of the measurements. This highlights the importance of considering possible uncertainties in these tests. In conclusion, although the breathalyzer is a key tool for controlling alcohol use while driving, its application must follow strict protocols to avoid misinterpretations and ensure that legal actions are fair and accurate.

Keywords: breathalyzer, chemical interference, alcohol, analytical uncertainty, enforcement.

1 INTRODUÇÃO

Os exames de alcoolemia são essenciais para a segurança no trânsito, auxiliando na detecção de condutores sob efeito de álcool e, conseqüentemente, na redução de acidentes e mortes. O primeiro bafômetro foi criado em 1927 pelo químico Rolla N. Harger, o aparelho foi chamado de “Drunkometer”, onde o motorista soprava em um saco plástico que continha um reagente químico que indicava a presença de álcool. Em 1954, Robert F. Borkenstein, aprimorou o modelo existente para fornecer resultados numéricos, que ficou conhecido como “Breathalyzer”. Desde então, a tecnologia evoluiu consideravelmente e passou a utilizar sensores infravermelhos, proporcionando medições rápidas e precisas.

Contudo, vários elementos podem afetar a exatidão desses exames, especialmente os modelos que utilizam sensores eletroquímicos e semicondutores, destacam-se os enxaguantes bucais que podem conter álcool em sua composição, além de alimentos fermentados como, frutas, kefir, kombuchas, vinagres, caldo de cana e extrato de baunilha, que embora não possuam etanol em sua forma pura, podem alterar na leitura do aparelho. As interferências dessas substâncias podem modificar os resultados e prejudicar na eficiência na aplicação das leis de fiscalização.

O Brasil possui uma legislação rígida em relação a embriaguez ao volante, utiliza as medições de alcoolemia como base para aplicá-las, conforme a Lei 12.760. A lei estabelece graves punições para motoristas que ingerem álcool antes de dirigir, como multa (R\$2.934,70) podendo dobrar o valor em caso de reincidência em até 12 meses, a suspensão da CNH (12 meses sem poder dirigir), apreensão do veículo e



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

crime de trânsito se o bafômetro apontar mais de 0,3 mg/L. No entanto, ninguém é obrigado a realizar o teste, o motorista pode se recusar a soprar o bafômetro, porém a recusa leva automaticamente as mesmas penalidades de quem é flagrado alcoolizado. Os agentes podem usar vídeos, exames clínicos e testemunhos para comprovar a embriaguez sem o teste. A possibilidade de recusa tem gerado discussões sobre os direitos dos motoristas e a eficácia dos métodos de fiscalização.

Atualmente, no Brasil, as autoridades competentes responsáveis pelo manuseio e medição dos testes de alcoolemia utilizam dois principais tipos de bafômetros, o bafômetro ativo, que é amplamente usado em fiscalizações de trânsito e fornece resultados quantitativos precisos, e o bafômetro passivo, principalmente usado em triagens rápidas, ele detecta a presença de álcool no ar próximo ao indivíduo.

É fundamental a calibração dos dispositivos conforme as normas vigentes para assegurar a exatidão dos resultados, a escolha do modelo do bafômetro depende do objetivo da situação, seja ele para monitoramento pessoal, algumas pessoas medem o próprio nível de álcool antes de decidir se podem dirigir ou não, para uso corporativo, empresas de maquinário pesado ou transporte de cargas exigem bafômetros para monitorar os funcionários e fiscalizações de trânsito. Além da calibração, é importante o desenvolvimento contínuo de tecnologias para minimizar as interferências.

Com a crescente necessidade de tecnologias de medição para assegurar a segurança pública, torna-se essencial entender como substâncias interferentes impactam a efetividade dos exames de alcoolemia. Esta pesquisa é importante para melhorar as técnicas de detecção e assegurar a exatidão dos resultados.

Por fim, é importante ressaltar que a detecção dessas substâncias que alteram os bafômetros não se limita somente a identificação desse problema, mas também a proposição de soluções, estratégias de mitigação e evita que motoristas não embriagados sofram punições indevidas. Ao adotar uma abordagem proativa os testes de alcoolemia resultarão em resultados mais precisos, contribuindo na eficácia de aplicações de leis e contribuir para um ambiente mais seguro nas vias públicas, reforçando o compromisso das autoridades com a proteção da vida.

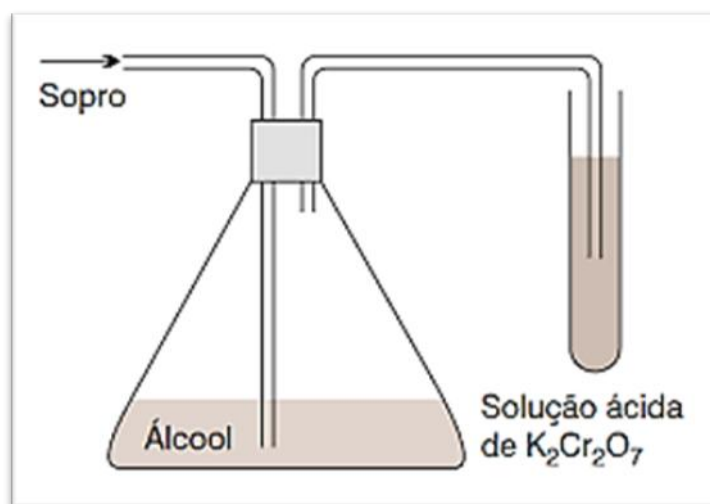
2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, além das pesquisas realizadas através de artigos científicos

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

relacionados aos etilômetros, um experimento prático também foi utilizado como metodologia, o bafômetro laboratorial foi o escolhido para fazer os testes com as substâncias e a imagem abaixo demonstra um ensaio padrão para simulá-lo.

Figura 1: Simulador de pulmão



Fonte: Andrade, C.G; Costa R.J 2018

2.1 Materiais

Para realizar o experimento padrão, foram usados os seguintes materiais:

- Kitassato;
- Bexiga;
- Abraçadeira de nylon;
- Mangueiras de silicone;
- Tubos de ensaio;

2.1.1 Reagentes e Substâncias

- 1g Dicromato de Potássio;
- 10ml Ácido Sulfúrico P.A;
- 40ml Água Destilada;
- Bebida alcoólica (Whisky);
- Enxaguante bucal (Listerine);
- Vinagre;
- Caldo de Cana;



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

- Bombom de licor.

2.2 Metodologia do Bafômetro Laboratorial

Para realização do aparelho experimental, é necessário soprar em um dos tubos para dentro do Erlenmeyer contendo a amostra escolhida. Quando a substância borbulha com o ar soprado na solução ácida de dicromato de potássio, vapores de álcool são liberados e provocam a mudança de cor laranja fluorescente para a coloração verde ou azul.

Após o sopro, o tempo necessário para observar a alteração de coloração depende da concentração de álcool no ar exalado. Quanto maior a quantidade de etanol presente, mais intensa será a mudança de cor, indicando uma maior concentração de álcool no organismo da pessoa que realizou o teste. A intensidade da coloração verde é, portanto, proporcional à quantidade de etanol presente na amostra respirada.

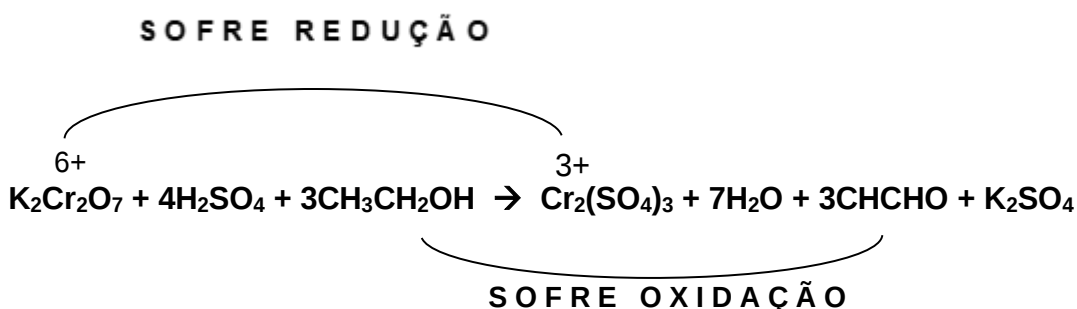
3 O FUNCIONAMENTO DO BAFÔMETRO E AS REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

Para avaliar a quantidade de álcool no organismo de uma pessoa através do ar que ela exala é utilizado um aparelho chamado etilômetro, mais conhecido como bafômetro. Uma fração do álcool ingerido por uma pessoa através de bebidas alcoólicas chega até os pulmões, onde é expelido pela respiração. A lei de Henry explica esse fenômeno, onde em uma temperatura constante, a pressão parcial do gás e a dissolução de um gás em um líquido é diretamente proporcional, multiplicada por uma constante própria do mesmo (KOTZ et al., 2015). Em vista disso, a quantidade de álcool no ar exalado retrata a quantidade de álcool no sangue. (BRAATHEN, 1997).

A movimentação de elétrons entre as substâncias, popular como as reações químicas de redox, representa o funcionamento do bafômetro. Um dos tipos mais conhecidos de etilômetro, o ar expelido que possui etanol, passa por uma câmara contendo dicromato de potássio, no qual é transformado em ácido acético. Quando o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) é reduzido, sua coloração muda de laranja para esverdeado. Essa reação de oxirredução avalia a quantidade de álcool presente no sangue e verifica se o indivíduo passou do limite legal para dirigir. Quanto maior a quantidade de álcool, maior será a redução do dicromato de potássio, ou seja, mais

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos
forte será a cor do verde (BRAATHEN, 1997).

Para equilibrar e entender as equações químicas que ocorrem nesse processo são utilizados procedimentos específicos e fundamentais para calcular o NOX. É exigido que considere a movimentação de elétrons entre os reagentes e a quantidade de átomos presentes, para que aconteça um equilíbrio, ou seja, a mesma quantidade de elétrons perdidos na oxidação deve ser o mesmo número de elétrons ganhos na redução. Deste modo, é possível que o etilômetro forneça uma estimativa precisa do nível de álcool no sangue de uma pessoa a partir do ar exalado.



4 CLASSIFICAÇÃO DOS ALCOOIS

Os álcoois primários, secundários e terciários são classificados com base no número de grupos alquila (cadeias de carbono) ligados ao carbono que contém o grupo hidroxila (-OH).

Álcool primário (1º): O carbono que está ligado ao grupo -OH está conectado a apenas um outro carbono (ou nenhum, no caso do metanol). Isso significa que ele tem dois hidrogênios ligados a ele, além do -OH. Exemplo clássico é o etanol. Esses álcoois tendem a ser mais reativos em certas reações, como oxidação em dicromato de potássio, que é facilmente transformado em aldeído e depois em ácidos carboxílicos.



ETANOL

Álcool secundário (2º): O carbono ligado ao grupo -OH está conectado a dois outros carbonos. Nesse caso, o carbono tem apenas um hidrogênio ligado além do -OH. Um exemplo é o isopropanol. Álcoois secundários geralmente oxidam a cetonas, mas não facilmente a ácidos, mostrando um comportamento diferente dos primários. Embora reajam com o dicromato de potássio, álcoois secundários não são

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

encontrados em grandes quantidades em substâncias ingeridas por seres humanos e, quando são encontrados os álcoois primários prevalecem sobre eles, ou seja, não interferem nos resultados desta pesquisa.



ÁLCOOL ISOPROPÍLICO

Álcool terciário (3º): O carbono ligado ao grupo -OH está ligado a três outros carbonos, ou seja, não tem hidrogênios diretamente ligados a ele. Um exemplo comum é o terc-butanol. Esses álcoois são geralmente mais estáveis e menos reativos à oxidação, porque não possuem hidrogênios no carbono com o -OH que possam ser removidos facilmente. Com isso, a reação não ocorre com dicromato de potássio.



T-BUTANOL

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Figura 2: Substâncias Testadas



Fonte: Cabral, C.F; Mortari, C.R.N; Azevedo, I.Z 2025

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Figura 3: Solução de Dicromato de Potássio em meio Ácido após Reação com Enxaguante Bucal



Fonte: Cabral, C;F; Mortari, C.R.N; Azevedo, I.Z 2025

Figura 4: Solução de Dicromato de Potássio em meio Ácido após Reação com Caldo de Cana



Fonte: Cabral, C;F; Mortari, C.R.N; Azevedo, I.Z 2025

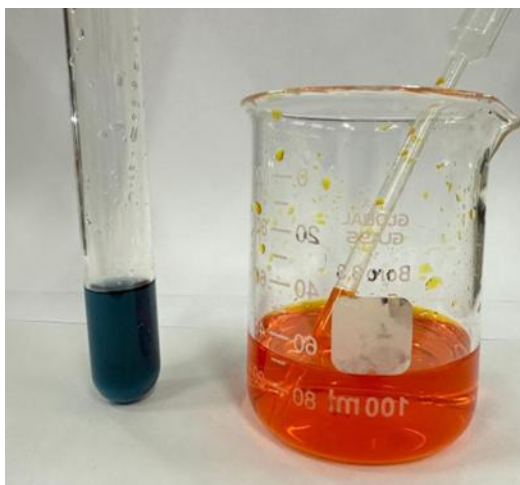
Figura 5: Solução de Dicromato de Potássio em meio Ácido após Reação com Vinagre de Álcool



Fonte: Cabral, C;F; Mortari, C.R.N; Azevedo, I.Z 2025

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Figura 6: Solução de Dicromato de Potássio em meio Ácido após Reação com Whisky



Fonte: Cabral, C;F; Mortari, C.R.N; Azevedo, I.Z 2025

AMOSTRAS	SUBTÂNCIAS	PRESENÇA DE ALCOOL	DESCRIÇÃO
1°	Enxaguante bucal	Positivo	A amostra 1 apresentou coloração verde musgo
2°	Caldo de cana	Negativo	A amostra 2 não apresentou alteração
3°	Vinagre de álcool	Negativo	A amostra 3 não apresentou alteração
4°	Bebida alcoólica (whisky)	Positivo	A amostra 4 apresentou coloração azul esverdeado
5°	Bombom de licor	Não foi possível realizar no bafômetro laboratorial	

O bafômetro laboratorial apontou interferências significativas em substâncias comuns do cotidiano, como por exemplo os enxaguantes bucais, no qual apresentou coloração verde musgo e mesmo sem a ingestão de bebidas alcoólicas podem alterar



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

nos resultados positivos dos testes de alcoolemia.

Por outro lado, substâncias popularmente conhecidas por alterar nos bafômetros, como o vinagre de álcool e o caldo de cana devido a fermentação ou composição, não apresentam quantidades significativas de álcool para a detecção nos exames e na alteração da cor da solução de dicromato de potássio. O bombom de licor não conseguiu ser testado em razão das limitações do bafômetro laboratorial.

Também foi possível notar uma alteração na bebida alcoólica, no entanto divergente ao enxaguante bucal. O whisky apresentou coloração azul esverdeado por causa da sua alta concentração alcoólica, a cor intensa reforça a eficiência do método de detecção baseado na reação de oxirredução com dicromato de potássio.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo do trabalho foi verificar se determinadas substâncias legais podem interferir nos resultados dos bafômetros. A primeira hipótese de que produtos do nosso cotidiano, como enxaguantes bucais, alimentos fermentados e outros produtos poderiam afetar diretamente nos resultados, foi validada parcialmente pelos dados obtidos.

O experimento mostrou que realmente substâncias como enxaguante bucal podem causar alterações na cor da solução de dicromato de potássio em meio ácido mesmo não tendo a ingestão de bebidas alcoólicas. Em compensação o vinagre de álcool e o caldo de cana, comuns pelas interferências, não possuem a quantidade de álcool suficiente para detecção, mostrando que nem todo produto fermentado tem a quantidade de etanol para interferir nos bafômetros.

Isso tudo reforça a necessidade de considerar as incertezas analíticas e químicas que estão presentes neste tipo de análise, ainda mais em contextos legais. O uso do etilômetro é indispensável para segurança no trânsito, no entanto, deve-se seguir um protocolo rigoroso em sua aplicação, como a calibração periódica e a análise crítica dos resultados. A presença de um resultado positivo não significa que seja uma prova definitiva, principalmente com a possibilidade de interferência por substâncias não alcoólicas.

Portanto, existem algumas ações que podem aumentar a confiança nos testes:

- O desenvolvimento de protocolos de fiscalização, com atenção ao histórico recente no consumo de possíveis interferentes;



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

- Agentes de trânsito devidamente qualificados, ou seja, treinamentos contínuos quanto as causas que comprometem a previsão do etilômetro;
- Campanhas educativas ao público, referentes aos riscos de usar produtos antes de dirigir mesmo sem a ingestão de álcool;
- Contraprovas, como exames de sangue quando existe dúvidas do teste de alcoolemia.

Conclui-se que esse teste continua sendo indispensável para evitar acidentes de trânsito, no entanto sua eficácia depende do aprimoramento e da implementação de medidas que diminuam esses erros, assegurando a segurança nas vias e aos direitos dos indivíduos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. M.; SANTOS, L. R. Testes de alcoolemia: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 15, n. 2, p. 45-56 2022. Acesso em: 28 fev. 2025.

ANDRADE, J. C.; COSCIONE, A. R. **Simulação de um Bafômetro**. Universidade Estadual de Campinas, Instituto Química. Acesso em: 02 mar. 2025.

BRAATHEN, C. (5 de Maio de 1997). Hálito Culpado: O Princípio Químico do Bafômetro. **Química Nova na Escola**, pp. 1-3. Acesso em: 14 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Justiça. **Testes de alcoolemia: aspectos legais e metodológicos**. Brasília, DF: MJ, 2023. Acesso em: 28 fev. 2025.

FERRAZ, L. G.; BARBOSA, E. M. **A importância da solução de dicromato de potássio na determinação de etanol**. Revista de Análises Químicas, v. 19, n. 1, p. 89-96, 2023. 28 fev. 2025.

JOMAR, R. F.; RAMOS, D. O.; ABREU, A. M. M. **Teste do bafômetro: resultados e recusas de motoristas interceptados pela Operação Lei Seca no Rio de Janeiro**. Faculdade de Enfermagem, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Acesso em: 09 abr. 2025.

KOTZ, J. C., TREICHEL, P. M., TOWNSEND, J. R., & TREICHEL, D. A. (2015). Química Geral e Reações Químicas. Cengage Learning. Acesso em: 14 mar. 2025.

LEAL, M. C.; ARAÚJO, D. A.; PINHEIRO, P. C. **Alcoolismo e Educação Química. Química e Sociedade**. Acesso em: 09 mai. 2025.

NICASTRO, P. H., **Da Sujeição dos Motoristas aos Testes de Alcoolemia: obrigação ou faculdade?** Acesso em: 12 abr. 2025.



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, M. S. **Aplicação do dicromato de potássio na análise de álcool.** Química Nova, v. 43, n. 3, p. 375-382, 2020. Acesso em: 28 fev. 2025.

PELUSO, V. T. P. **O Crime de Embriaguez ao Volante e o “Bafômetro”.** Boletim do Instituto de Ciências Criminais (IBCCrim). Acesso em: 07 mai 2025.

REIS MARCO, V. ; Dr^a AMADO.BEATRIZ **O alcoolismo no trânsito e o ensino de química.** Volta Redonda RJ : Universidade Federal Fluminense. 14 ago. 2020.

SOUZA, R. C.; LIMA, T. A. Métodos de determinação da alcoolemia: uma análise comparativa. **Jornal de Toxicologia e Saúde**, v. 12, n. 4, p. 201-210, 2021. Acesso em: 28 fev. 2025.