

A QUÍMICA DO TESTE DO ETILÔMETRO

Jéssica Aparecida Dias Dutra¹, Larissa Cristina de Jesus Corrêa², Mariana Alexandra Vieira Avelar³

(jessica.dias1108@icloud.com, larissacristinade@gmail.com,
marianaalexandra27@gmail.com)

Professora orientadora: Vanessa Vieira

Coordenadora de Curso de Engenharia Química

Resumo

O Brasil é considerado um dos países com o trânsito mais violento em todo o mundo, um dos fatores que contribuem para isso é o hábito de dirigir sob o efeito de álcool. Visando reduzir a prática, diversas leis foram promulgadas para coibir a prática. A lei 12.760 de 2012 que instituiu a tolerância zero para o álcool no trânsito tornou necessária a verificação do nível de ingestão da substância pelos motoristas, ampliando o uso dos etilômetros nas ruas. O trabalho se justifica na necessidade de entender a viabilidade e a confiabilidade dos etilômetros, em comparação aos exames de sangue, que embora sejam seguros e confiáveis, não são passíveis de serem realizados durante *blitz* da operação ‘Lei Seca’. O trabalho teve como objetivo geral discutir os princípios de funcionamento do teste do bafômetro. O trabalho se refere a uma pesquisa aplicada, qualitativa, descritiva e com delineamento bibliográfico narrativo, usando materiais publicados entre os anos de 2000 e 2023. Com a conclusão do trabalho foi possível perceber que o etilômetro possui eficiência semelhante ao exame de sangue, especialmente para níveis altos de consumo etílico.

Palavras-chave: Lei seca. Bafômetro. Etilômetro. Dicromato de potássio. Célula de combustível.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos países com o trânsito mais violento no mundo. Segundo Faria (2016) um em cada quatro motoristas brasileiros dirige sob efeito de álcool, buscando melhorar a relação dos brasileiros com o trânsito, diversas medidas de educação básica e também punitivas foram criadas ao longo dos anos. Entre as medidas adotadas ao longo dos anos estão a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança e do transporte de crianças sempre em cadeirinha adequada para idade, peso, tamanho.

Em 2012 foi sancionada no Brasil a Lei nº 12.760 que ficou conhecida como nova Lei Seca e que implantou no Brasil a tolerância zero para a concentração de álcool no sangue dos

¹ Graduanda em Engenharia Química – Centro Universitário UNA Betim.

² Graduanda em Engenharia Química – Centro Universitário UNA Betim.

³ Graduanda em Engenharia Química – Centro Universitário UNA Betim.

motoristas. Para a referida lei pudesse ser posta em prática, os policiais e guardas de trânsito foram equipados com etilômetro ou alcoolímetro, que ficaram popularmente conhecidos como bafômetros, equipamentos capazes de mensurar a concentração de álcool etílico na corrente sanguínea do indivíduo avaliado (BRASIL, 2012).

A partir da sanção da ‘Lei Seca’ surgiu a necessidade de determinar de modo rápido e imediato a quantidade de álcool no sangue do indivíduo. Assim, o trabalho se justifica na necessidade de entender a viabilidade e a confiabilidade dos etilômetros (em seus diferentes modelos), em comparação aos exames de sangue, que são seguros, mas não são passíveis de uso nas vias. A partir desse tipo de análise comparativa, o uso do etilômetro se torna mais confiável, tornando a aplicação da lei um instrumento mais eficaz, fazendo do trânsito brasileiro um ambiente mais seguro.

O objetivo geral do trabalho foi discutir os princípios de funcionamento do teste do bafômetro. Para alcançá-lo, os objetivos específicos foram: descrever a legislação conhecida como “lei seca”; caracterizar o bafômetro e descrever os princípios químicos de funcionamento do equipamento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A lei seca

A existência de restrições quanto à ingestão de álcool no código de trânsito de diversos países data das décadas de 1930-1940. Andrade e Coscione (2001) explicam que até por volta de 1945, o único modo de saber se um motorista estava sóbrio era por meio da coleta de amostras de seu sangue ou urina e posterior envio para um laboratório de análise. Mas, essas análises representam procedimentos complexos e lentos.

As análises de sangue para determinação a concentração de álcool ainda são feitas através de métodos cromatográficos. Estas análises, geralmente utilizadas como prova em tribunais devido a sua precisão elevada e por ser baseada em estudos clínicos, são relativamente caras. No caso da análise de urina, o etanol medido corresponde à fração eliminada pelo metabolismo do indivíduo e não reflete a concentração de etanol presente no sangue da pessoa no momento da obtenção da amostra e sim aquela apresentada cerca de 2 horas antes (ANDRADE; COSCIONE, 2001, p. 2).

Apesar da ausência de um consenso mundial sobre o limite de alcoolemia entre os países, a restrição legal ao uso de álcool na direção parece ser a medida mais efetiva para a prevenção de acidentes. Essa restrição corrobora com as pesquisas que indicam que mesmo quantidades reduzidas de álcool promovem alterações significativas no organismo. No entanto,

essas alterações são influenciadas por diversas variáveis, tais como características fisiológicas, hereditárias e antropométricas, além de características relacionadas à frequência do consumo alcoólico, tipo e quantidade de bebida que é ingerida (GALDINO, 2011). Baseado nisso, a Tabela 1 mostra uma comparação dos limites estabelecidos por diversos países para a alcoolemia na condução de veículos.

Tabela 1: Alcoolemia legal em alguns países

País	Concentração alcoólica no sangue em % BAC (<i>Blood Alcohol Concetration</i>)
África do Sul	0,05
Alemanha	0,05
Austrália	0,05
Brasil	0,00
Canadá	0,08
Coreia do Sul	0,05
Estados Unidos	0,08 – 0,10
França	0,05
Hungria	0,00
Reino Unido	0,08

Fonte: adaptado de Galdino (2011, p. 17).

Corrêa (2020) destaca que entre os países mais populosos do mundo, o Brasil é considerado uma das nações mais rigorosas em relação a combinação álcool e direção. No Brasil, a Lei Federal de nº 11.705/08, conhecida vulgarmente como ‘Lei Seca’ gerou uma série de alterações no Código de Trânsito Brasileiro (CTB), modificações essas instituídas com o intuito de reduzir a quantidade de acidentes de trânsito geradas por motoristas ébrios (BRAZ, 2016).

Dentre as alterações geradas pela Lei Seca, destaca-se a constituição de infração de trânsito o ato de dirigir sob a influência de álcool, qualquer que seja seu teor no sangue, com previsão de multa no importe igual a cinco vezes ao valor da infração gravíssima, e ainda, a suspensão do direito de dirigir por um ano, retenção do veículo até a apresentação de um condutor habilitado, bem como o recolhimento do documento de habilitação (RODRIGUES, 2018). Outra mudança foi dada com a revisão do artigo 277 do CTB, com a entrada em vigor da lei, ficando estabelecido que seriam aplicadas a mesma penalidade e medidas administrativas ao condutor que se recusasse a submeter-se aos testes de alcoolemia (BRAZ, 2016).

Horst (2016) explica que posteriormente a Lei 12.760 de 2012 trouxe novas modificações para o CTB como a remoção da expressão ‘via pública’, o que permite que a infração possa ser caracterizada inclusive em propriedade particular. Essa modificação passou a exigir além da prova do uso de substâncias a prova da influência da substância psicoativa sobre a pessoa do condutor, sendo assim mais um requisito para caracterizar a infração, o que beneficia o réu.

Dentre os meios de comprovação de embriaguez é o mais utilizado pela fiscalização policial é o teste com etilômetro. Para que exista legalidade e validade na prova obtida por meio desse dispositivo, a Resolução 206 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) regulamenta que os aparelhos homologados pelo CONTRAN devem ser aferidos pelo Instituto Nacional de Metrologia com sua verificação periódica validada a cada doze meses, além disso, as condições de uso devem obedecer à legislação metrológica em vigor (BORGES, 2013).

Silva (2014) destaca em relação ao etilômetro, tanto no aspecto técnico do equipamento como nos procedimentos para realização do teste, que existe uma série de especificações e requisitos para que o equipamento seja usado nas verificações de trânsito. Para a realização do teste é fundamental o uso de bocais descartáveis que serão acoplados ao etilômetro e usado com o objetivo de o condutor assoprar o ar que será capturado pelo equipamento. Esses bocais apresentam uma tecnologia em que há uma válvula que impede que o ar de dentro do equipamento volte para sua boca. Todas essas medidas são imprescindíveis, pois esses bocais, por questão de higiene, e para que não interfira em testes posteriores, serão usados apenas uma vez.

2.2 O Bafômetro

O álcool etílico promove alterações em todo o organismo. Após a sua ingestão ele é rapidamente absorvido pela circulação sanguínea a partir do estômago, intestino delgado e cólon. O tempo para alcançar a concentração máxima de álcool no sangue varia entre 30 e 90 minutos, e pode ser influenciado por diversos fatores, tais como o teor alcoólico da bebida, a ingestão anterior de alimentos e a presença de açúcares na bebida alcoólica (GALDINO, 2011).

Após a ingestão, o álcool é distribuído por todo o organismo. Por se tratar de substância hidrossolúvel, acumula-se em tecidos com maiores quantidades de água. Dessa forma, órgãos altamente permeáveis, como o cérebro, os pulmões e os rins são mais comprometidos. Nesse sentido, as mulheres apresentam maior vulnerabilidade aos efeitos deletérios do álcool devido à quantidade relativamente maior de gordura e menor quantidade de água corporal que possuem (GALDINO, 2011).

Os efeitos do álcool sobre um indivíduo e o nível de alcoolemia também variam em decorrência de uma série de fatores: da pessoa que o ingere (complexidade do corpo, peso, estrutura), da quantidade de álcool ingerido-absorvido, rapidez com que se bebe, tipo de alimentação, circunstâncias em que se dá o consumo, tolerância. Circunstâncias como a fadiga, gravidez ou transtornos do período menstrual aumentam a sensibilidade ao álcool, o horário do consumo também interfere no efeito gerado, já que durante a noite é produzida uma metabolização diferente daquela que acontece durante o dia, a idade e o sexo são fatores particularmente relevantes (RACHKORSKY *et al.*, 2012).

Entre 90 e 98% do álcool são eliminados do corpo na forma de CO₂ e água. Os 2 a 10% restantes são excretados de modo inalterados por meio da respiração, urina, suor e saliva (GALDINO, 2011). Segundo Borges (2013) embora pequenas quantidades de álcool possam ser identificadas no suor, lágrimas, bile, suco gástrico, saliva e outras secreções, a maior parte do álcool que escapa à oxidação é eliminada pelos rins e pulmões.

Dessa forma, Borges (2013) explica que a fase de eliminação do etanol corresponde à redução da sua concentração devido à bioquímica, que acontece especialmente no fígado. O metabolismo do etanol é inicialmente processado pela ação da enzima álcool desidrogenase que converte o etanol em acetaldeído, e que por sua vez se converte em ácido acético devido a atuação do aldeído desidrogenase. O produto final do metabolismo será o dióxido de carbono e água.

A concentração de álcool no sangue em determinado momento é determinada pela absorção, distribuição e eliminação. Sendo esses fundamentais para a determinação da sua concentração no sangue (BORGES, 2013).

O bafômetro mensura a quantidade de álcool etílico na corrente sanguínea de um indivíduo mediante análise do ar expelido durante a respiração. Goi e Goi (2020) afirmam que todos os tipos de bafômetro se baseiam em reações químicas, sendo os reagentes mais comumente usados para o seu funcionamento o dicromato de potássio e a célula de combustível. A diferença básica entre os dois reagentes é o dicromato muda de cor na presença do álcool enquanto a célula gera uma corrente elétrica, sendo esse o mais usado no Brasil.

No começo da década de 1920, quando a Lei Seca foi implantada nos Estados Unidos, Rolla Harger criou o Drunk-o-meter, um instrumento capaz de identificar por meio da respiração os níveis de álcool. Costa (2017) explica que o indivíduo soprava dentro de um balão que continha uma solução química que mudava de cor com a presença de álcool, quanto maior a quantidade de etanol presente, os níveis eram calculados por meio de uma equação

matemática. O maior problema do invento era a sua capacidade de estabilidade, era preciso ser calibrado sempre que era movido de lugar. Em 1954 o equipamento foi aprimorado e substituído por um portátil e mais prático. Como consequência, anos mais tarde foi desenvolvido os atuais etilômetros.

Costa (2017) explica que os analisadores de respiração não medem diretamente o teor ou a concentração de álcool no sangue, que requerem análise de uma amostra. Ao invés disso, eles estimam essa concentração de modo indireto, medindo a quantidade de álcool na respiração do indivíduo. Andrade e Coscione (2001) pontuam que três tipos de equipamentos são utilizados e estão disponíveis para comercialização: os descartáveis, os portáteis e os que são usados com a finalidade de gerar provas legais. Os princípios químicos envolvidos (e seus custos) variam segundo a precisão requerida e as condições em que as determinações são realizadas. Os etilômetros mais simples usam como reagente o dicromato de potássio, enquanto os mais sofisticados usam a célula de combustível (SILVA, 2014). Goi e Goi (2020) destacam que a diferença fundamental entre os dois principais reagentes usados em um bafômetro é que o dicromato muda de cor na presença do álcool enquanto a célula gera uma corrente elétrica.

Faria (2016) comenta que diversas limitações dadas para o uso do teste do bafômetro, tais como a cetoacidose (produção de corpos cetônicos, comum em indivíduos com diabetes não controlada), enxaguante bucal utilizado até 15 minutos antes do teste, respiração interrompida por 30 segundos antes do teste, desidratação, presença de *piercing* na língua (por influência da fermentação alcoólica de espécies bacterianas que colonizam o local), entre outros fatores.

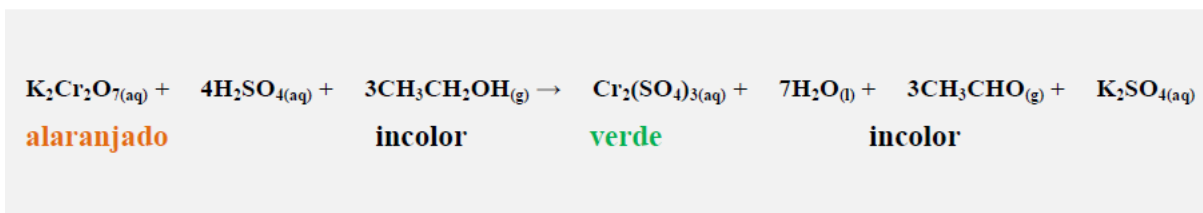
2.3 Dicromato de potássio

O funcionamento do dicromato de potássio se baseia em reações de oxirredução onde ocorre a oxidação de álcool a aldeído e a redução do dicromato de potássio a cromo (III) ou mesmo a cromo (II). Antes de o condutor alvo da fiscalização realizar o teste, a coloração observada é amarela alaranjada, devido ao dicromato de potássio, e ao final, caso haja a detecção de álcool a coloração é alterada para um verde azulado, uma vez que o cromo (III) tem como cor característica o verde e o cromo (II) azul (SILVA, 2014).

As etapas correspondentes ao funcionamento do etilômetro dicromato de potássio são: o indivíduo sopra por meio de um bocal, o ar expelido pelos pulmões passa por um tubo que contém uma mistura de dicromato de potássio e sílica umedecida com ácido sulfúrico (meio ácido); o etanol presente na boca do condutor (se esse ingeriu bebida) reage com os íons dicromato de potássio da solução, produzindo etanal (acetaldeído) e íons cromo (III); em razão

da reação química, ocorre uma mudança na coloração da solução, a cor amarela alaranjada muda para um tom esverdeado, acusando a presença de álcool. Ao final do teste, quanto mais intensa for a coloração verde, maior será o teor de álcool no sangue (SILVA, 2014). A reação química é mostrada na Figura 1.

Figura 1: Representação da reação química do etilômetro que usa o dicromato de potássio como reagente



Fonte: Silva (2014, p. 31)

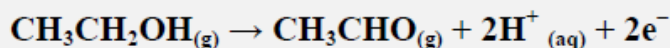
Assim, Silva (2014) explica que o teste por dicromato de potássio apenas permite uma análise qualitativa da presença do álcool, sem se preocupar com aspectos quantitativos dessa presença, sendo essa uma limitação desse tipo de bafômetro.

2.4 Célula de combustível

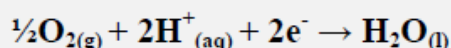
O bafômetro que usa célula de combustível tem seu funcionamento baseado no princípio da pilha de combustível. Silva (2014) explica que caso o indivíduo tenha consumido algum tipo de bebida alcoólica, ao soprar um tubo descartável, o etanol expirado é oxidado em meio ácido sobre um disco plástico poroso coberto com pó de platina (um catalisador) e umedecido com ácido sulfúrico, sendo um eletrodo conectado a cada lado desse disco poroso. Ao final da reação, libera-se ácido acético, íons de hidrogênio e elétrons. Esses elétrons, então, passam por um fio condutor bastante sensível, gerando uma corrente elétrica que é lida em uma escala proporcional ao teor de álcool no sangue da pessoa que é testada. A concentração de álcool é determinada por meio de um microchip que está presente dentro do aparelho que converte a intensidade da corrente elétrica resultante desse processo em miligramas de álcool por litro de ar alveolar expirado. O resultado é indicado na tela do equipamento. Quanto maior a quantidade de álcool consumido, maior a quantidade de elétrons gerados e maior a corrente elétrica. A Figura 2 apresenta a reação que ocorre.

Figura 2: Representação da reação química do etilômetro baseado no princípio da célula de combustível

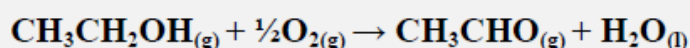
No eletrodo negativo (ânodo) ocorre a oxidação (catalisada pela platina):



No eletrodo positivo (cátodo) ocorre a redução do oxigênio (contido no ar):



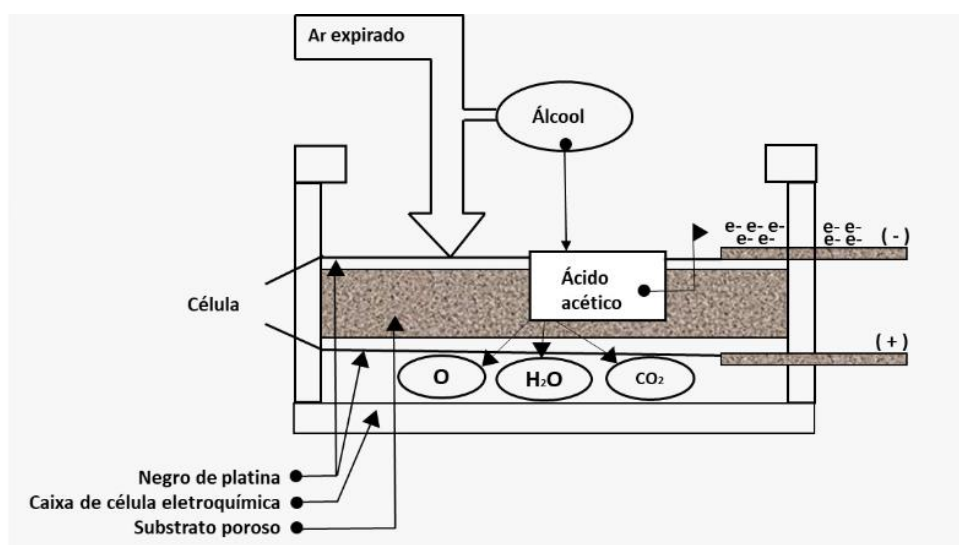
A equação completa da pilha será, então, a seguinte:



Fonte: Silva (2014, p. 32)

Costa (2017) afirma que os etilômetros usados pela Polícia Brasileira normalmente são os da marca ELEC Ind. Com. Equip. Medição LTDA, modelo BAF-300 e tem como funcionamento técnico a célula de combustível. O sensor de álcool presente no equipamento é formado por um sensor eletroquímico, uma célula de combustível, mostrado na Figura 3, em que o vapor de álcool (não o hálito do indivíduo) é verificado na câmara do mesmo. A escolha desse modelo de sensor foi para reduzir medidas errôneas devido a presença de fumaça de cigarro, acetona e outras substâncias. Tendo como princípio de funcionamento a geração de uma corrente elétrica proporcional à concentração de etanol, por meio da oxidação das moléculas de etanol em uma célula eletroquímica.

Figura 3: Diagrama de funcionamento da célula



Fonte: adaptado de Costa (2017, p. 30)

O dispositivo ainda conta com um sensor de fluxo de ar, que impede a entrada de ar quando o fluxo alcança 7L/min, é do tipo chave de pressão. De modo que, quando a chave se encontra fechada um sinalizador sonoro do tipo piezo elétrico é acionado emanando um som que permite conduzir o teste. O ar segue então para a câmara, que tem fluxo livre contínuo, já que por medidas de segurança e de higiene o ar não fica armazenado, além de não interferir no teste subsequente. O resultado é mostrado em visor de LED (COSTA, 2017).

2.5 Testes laboratoriais

As análises de sangue para a determinação da concentração de álcool ainda são realizadas por meio de métodos cromatográficos (SOMAN *et al.*, 2022). Essas análises, normalmente são usadas como prova em tribunais devido a sua elevada precisão e por serem baseadas em estudos clínicos, são relativamente caras. No caso da análise de urina, o etanol medido corresponde à fração que é eliminada pelo metabolismo do indivíduo e não reflete a concentração de etanol presente no sangue da pessoa no momento de obtenção da amostra e sim aquela apresentada em torno de duas horas antes (ANDRADE; COSCIONE, 2001).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho se refere a uma pesquisa aplicada, qualitativa, descritiva e com delineamento bibliográfico narrativo. Trata-se de uma pesquisa aplicada porque está voltada ao entendimento dos princípios de funcionamento do etilômetro voltado para o cumprimento das leis de trânsito. Se trata de uma pesquisa qualitativa e descritiva visto que faz uma apresentação dos conceitos e princípios relacionados ao funcionamento do equipamento e possui delineamento bibliográfico porque a pesquisa usará apenas fontes secundárias para a obtenção de dados.

Para realizá-la foram realizadas pesquisas em diferentes trabalhos acadêmicos, teses e artigos científicos, utilizando trabalhos publicados entre os anos de 2000 e 2023, preferencialmente após o ano de 2018. A consulta de materiais ocorreu em sites como Google Acadêmico, plataforma de periódicos Lilacs e no portal da Capes. As buscas foram realizadas aplicando as palavras-chaves: Lei Seca, Bafômetro e Etilômetro. Como critério de exclusão foi adotado o idioma, apenas materiais em português e inglês foram utilizados e apenas materiais publicados na íntegra e em fontes científicas foram usados. Dessa forma foram incluídos 13 trabalhos e excluídos 21 trabalhos, sendo que a maior parte foi excluída porque versava apenas sobre a legalidade do uso do bafômetro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação entre a metodologia cromatográfica e o etilômetro em um grupo de seis indivíduos demonstrou uma diferença percentual média de 40% entre elas, com os resultados do etilômetro acusando valores inferiores ao da cromatografia (FARIA, 2016). Embora os resultados apresentados por Faria sejam relevantes, a amostra avaliada foi pequena, sendo necessário um horizonte de estudo maior.

No fim do século XX, medidas de prevenção a lesões provocadas no trânsito pelo uso de álcool por motoristas era praticamente inexistentes em países pouco desenvolvidos. Otero e Zwi (1999) realizaram no Quênia um estudo à época visando mostrar a eficiência do uso dos bafômetros em relação aos exames de sangue para detectar altos níveis de concentração etílica.

Foram realizados os testes com bafômetro, usando valores de análise de cromatografia gasosa como referência, em uma amostra de 179 adultos afetados por trauma que se apresentaram em departamentos de emergência. Nenhuma diferença nas proporções de indivíduos com altos níveis de álcool no sangue (igual ou superior a 50 mg%) foi detectada pelos procedimentos do bafômetro e do teste de sangue (58,7 x 60,3%). As leituras do bafômetro produziram altos níveis de sensibilidade e especificidade (97,2 e 100%, respectivamente) com valores preditivos positivos e negativos ótimos (100 e 95,9%, respectivamente) em concentrações etílicas no sangue mais altas (≥ 50 mg%). O estudo reafirmou, assim, que os testes de bafômetro eram sim valiosos para a detecção de níveis elevados de álcool no sangue e poderiam ser usados para identificar rapidamente indivíduos embriagados, sendo um procedimento fácil de realizar e podendo ser usados para monitorar a associação entre nível de álcool no sangue e direção em países em desenvolvimento de baixa renda (ODERO; ZWI, 1999).

Na primeira década dos anos 2000, houve uma paralização das condenações de motoristas embriagados em Israel devido à incerteza da associação do nível alcoólico determinado por bafômetro modelo Drager 7110 MKIII, usado pela polícia de trânsito de Israel (e por várias outras no mundo) com nível alcoólico real no sangue (PELEG *et al.*, 2010). Peleg *et al.* (2010) realizaram um estudo para analisar a eficiência deste tipo de bafômetro, comparando o percentual alcoólico encontrado pelo aparelho com o determinado através de teste no sangue, usando o método de cromatografia gasosa.

Um total de 242 testes de sangue/bafômetro válidos foram realizados em 61 participantes. O coeficiente de correlação entre os níveis de álcool no ar expirado e no sangue

foi alto ($r=0,983$). A sensibilidade e a especificidade do bafômetro foram de 97% e 93%, respectivamente. A proporção de álcool no sangue para a respiração foi de 1:2231242, ou seja, o bafômetro ainda mostrava uma concentração ligeiramente inferior à mostrada no exame de sangue. Os resultados deste estudo foram usados nos tribunais israelenses como evidência para a confiabilidade da medição do bafômetro Drager 7110 MKIII (PELEG *et al.*, 2010).

Soman *et al.* (2022) realizaram um estudo introduzindo a possibilidade de usar o teste da saliva como alternativa viável ao teste do bafômetro para determinação da presença de álcool. O estudo mostrou que o teste de saliva possui eficácia semelhante ao do bafômetro, assim como simplicidade de aplicação e baixo custo, tornando-se uma alternativa viável em caso de impossibilidade de usar o bafômetro, evitando assim a necessidade do teste com o sangue (mais caro e demorado).

5. CONCLUSÕES

O uso do teste do etilômetro/bafômetro é indicado na literatura como um teste de triagem, sendo necessária a realização de um teste confirmatório, os quais comumente não são realizados após o resultado positivo. Esse tipo de teste é de grande importância, visto que um falso positivo pode punir um inocente e o falso negativo conferir impunidade ao infrator e colocar em risco outros indivíduos ao não identificar a presença de álcool no sangue de um motorista que fez uso de substâncias.

Um teste de bafômetro pode funcionar a partir de dois princípios: o dicromato de potássio ou a célula de combustível, sendo que aqueles que se valem da célula de combustível são mais utilizados. Os estudos realizados mostraram que os bafômetros são equipamentos eficientes e seguros quando comparados com os exames de sangue, sendo capazes de fornecer resultados confiáveis e rápidos, algo fundamental para o atendimento dos pressupostos da “Lei Seca” brasileira.

Muitos são os estudos disponíveis na literatura sobre a legalidade do uso do bafômetro e a respeito das discussões do motorista não gerar provas contra si, estudos que competem à área do Direito, mas poucos são os estudos em língua vernáculo que discutem os aspectos técnicos do etilômetro, o que reforça a importância do presente trabalho.

Esse trabalho pode ser ampliado, futuramente, por meio de um estudo comparativo entre as diferentes marcas de etilômetro que existem no mercado, de modo a avaliar se é possível observar diferença entre a alcoolemia apurada pelos diferentes aparelhos, o trabalho também pode se valer do teste de cromatografia, de modo a se tornar ainda mais amplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, João Carlos de; COSCIONE, Aline Renée. Simulação de um bafômetro. **Chemkeys: Liberdade para aprender**, [s. l], v. 1, n. 1, p. 1-14, 2001.

BORGES, Cleonice Pereira dos Santos. **Influência do álcool em acidentes de trânsito: o papel do enfermeiro na adoção de medidas preventivas**. 2013. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Atenção Básica em Saúde da Família, Universidade Federal de Minas Gerais, Araçuaí, 2013.

BRASIL, 2012. Lei nº 12.760. **Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro**. 20 de dezembro de 2012.

BRAZ, Vivian Rodrigues. **A embriaguez ao volante e a ineficácia na prevenção e retribuição dos infratores diante do código de trânsito brasileiro: necessidade do endurecimento da pena**. 2016. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Direito, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

CORRÊA, João Victor Borges. **A recusa em realizar o teste do bafômetro e o princípio de não produzir prova contra si mesmo**. 2020. 27 f. TCC (Graduação) – Curso de Direito, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

COSTA, Talissa Vilar de Almeida. **Análise da utilização do etilômetro nas ruas brasileiras**. 2017. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

FARIA, Anna Paula Oliveira. Utilização do etilômetro para constata embriaguez ao volante: comparação da eficácia de diferentes técnicas para medição de etanol no organismo. **Acta de Ciências e Saúde**, [s. l], v. 1, n. 5, p. 91-96, 2016. Disponível em: <http://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/view/122/113>. Acesso em: 13 abr. 2023.

GALDINO, Melyssa Kellyane Cavalcanti. **Sensibilidade ao contraste de frequências espaciais após o consumo moderado de álcool**. 2011. 112 f. Tese (Doutorado) - Curso de Neurociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

GOI, Everaldo Antônio; GOI, Mara Elisângela Jappe. A educação para o trânsito: uma temática a ser trabalhada na experimentação em química. **Research, Society and Developmet**, [s. l], v. 9, n. 3, p. 1-14, 2020.

HORST, Laura. **Acidentes de trânsito por embriaguez ao volante**. 2016. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Direito, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.

ODERO, W; ZWI, A.B. An evaluation of sensitivity and specificity of blood alcohol concentrations obtained by a breathalyser survey in a casualty department in Kenya. **Accident Analysis & Prevention**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 341-345, jul. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0001-4575\(98\)00063-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0001-4575(98)00063-3).

PELEG, K. *et al.* Comparison of blood alcohol levels with breath alcohol levels measured using the Drager 7110 MKIII breathalyzer. **Injury Prevention**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 147-148, 1 set. 2010. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/ip.2010.029215.529>.

RACHKORSKY, Luiz Lippi *et al.* Avaliação pericial da embriaguez: legislação e aspectos práticos. **Saúde, Ética e Justiça**, [s. l], v. 2, n. 17, p. 44-49, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/sej/article/download/57250/60234/72644>. Acesso em: 15 jun. 2023.

RODRIGUES, Éderson José. **O crime de embriaguez ao volante e seu impacto na sociedade**. 2018. 57 f. TCC (Graduação) – Curso de Direito, Unviersidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2018.

SILVA, Artur Dias de Oliveira Conceição. **Bebida alcoólica e direção de veículo automotores: uma combinação perigosa**. 2014. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOMAN, Akhil *et al.* Efficiency of Alcohol Salivary Strip Test in ‘Comparison to Breath Alcohol Analyser as Forensic Screening Tools for Blood Alcohol Analysis - A Comparative Study. **Indian Journal Of Forensic Medicine & Toxicology**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 1-6, 2022. Institute of Medico-legal Publications Private Limited. <http://dx.doi.org/10.37506/ijfmt.v16i4.18507>.