



**EXCELENTÍSSIMO SENHOR DR. JUIZ DA PRIMEIRA VARA CRIMINAL DA  
COMARCA DE PARNAÍBA-PI**

OFÍCIO Nº \_\_\_\_/2013/IML/TERESINA/PI

TERESINA, 29/04/2013

REFERENTE OFÍCIO Nº 102/2013

PROCESSO Nº 0001435-21.2012.8.18.0031

## **I – HISTÓRICO**

Trata-se de resposta ao ofício acima citado com origem na Primeira Vara Criminal de Parnaíba, PI, que em síntese apertada solicita confecção de laudo pericial, solicitado pela Defensoria Pública atuante naquela Comarca, deferido pelo juiz, em que se questiona se existe comprovação científica entre a correlação de distintos testes de alcoolemia e indicar referências bibliográficas científicas, ou seja, se existe tabela comprovada cientificamente de conversão de valores aferidos no etilômetro com a quantidade de álcool no sangue.

O presente ofício chegou a este I.M.L. de Teresina, PI, onde foi nomeado este Perito para confeccionar o presente laudo.

## **II - DESCRIÇÃO**

Inicialmente cabe discorrer acerca de como são feitas as duas dosagens ( sanguínea e no ar alveolar ) com base na literatura existente e a sua interpretação.

1. FRANÇA, G.V. de. **MEDICINA LEGAL**. Sexta edição, Guanabara Koogan, 2001, Rio de Janeiro, RJ.

O Autor acima é o considerado o maior do Brasil, além de um dos dois maiores sul-americanos, juntamente com o argentino VARGAS. É professor titular de Medicina legal nos cursos de Direito e Medicina na UFPB, membro titular da Academia Internacional de Medicina Legal e Medicina Social.

Passamos a citar partes do capítulo de embriaguez alcóolica do livro do mesmo. “In verbis”:

### **Capítulo 16: Embriaguez alcóolica.**

#### **“Tolerância ao álcool”**



“Uma mesma quantidade de álcool ministrada a várias pessoas pode acarretar, em cada uma, efeitos diversos. Igualmente, pode produzir num mesmo indivíduo efeitos diferentes, dadas circunstâncias meramente ocasionais. Alguns se embriagam com pequenas quantidades e outros ingerem grandes porções, revelando uma estranha resistência ao álcool. Assim, a tolerância é a capacidade maior ou menor que uma pessoa tem de se embriagar. “

“A tolerância depende de vários fatores: a) considerando que aproximadamente dois terços do corpo são constituídos de líquidos, quanto maior o peso, mais diluído ficará o álcool. Daí ser a concentração mais elevada nos indivíduos de menor peso; b) o sistema digestivo absorve o álcool, que passa para o sangue num fenômeno bastante rápido. A absorção varia de acordo com a concentração alcóolica da bebida, o ritmo da ingestão, a vacuidade ou plenitude do estômago e os fenômenos de boa ou má absorção intestinal; c) o hábito de beber deverá ser levado em conta, pois o abstêmio, o bebedor moderado e o grande bebedor toleram o álcool em graus diferentes; d) os estados emotivos, a estafa, o sono, a temperatura, o fumo, as doenças e os estados de convalescença são causas que alteram a sensibilidade às bebidas alcólicas. “

#### **“Metabolismo do álcool etílico”**

“absorção do álcool etílico é ordinariamente processada pela via digestiva. Começa no estômago e continua pelo intestino delgado.

A velocidade de absorção, fenômeno diverso da tolerância, varia de acordo com alguns fatores e circunstâncias, como: quantidade de álcool ingerido, fracionamento e espaçamento das doses, concentração do álcool contida na bebida, presença ou não de alimentos no estômago e capacidade maior ou menor de absorção do indivíduo.

Após a ingestão, o álcool começa a ser absorvido pela via digestiva, passando diretamente para a veia porta e para o fígado, indo à circulação sanguínea e linfática do organismo, onde vai se distribuindo pelos tecidos em geral. No instante em que a absorção se equilibra com a difusão, a concentração de álcool no sangue mantém-se uniforme. A isto se chama equilíbrio de difusão.

A partir daí, o organismo humano começa o processo de desintoxicação, por fases continuadas de oxidações, transformando-se em aldeído, ácido acético, gás carbônico e água. “ (...).

Quando a dose ingerida ultrapassa a produção calórica, o restante do álcool tende a se impregnar nos tecidos lipossolúveis, com predominância no cérebro, produzindo um efeito narcótico e cujo primeiro sintoma é a excitação e em seguida a depressão.

Dessa forma, a oxidação é o principal meio de defesa do organismo sob a ação do álcool. Pequeníssimas quantidades de etanol são eliminadas sem se oxidar. E, quando isso ocorre, os órgãos encarregados são os pulmões e os rins e, mais raramente a pele e os intestinos “ (...).

“ o organismo humano metaboliza cerca de 95% do álcool pelo processo de oxidação. Os pulmões respondem apenas por 2 a 3% da eliminação do álcool ingerido “.

#### **“Pesquisa bioquímica do álcool”**



“Para se dosar o álcool no organismo humano, podem ser utilizados a saliva, a urina, o líquido, o ar expirado e o sangue.

A dosagem do álcool na saliva seria de grande valia em virtude de se aproximar da concentração alcoólica no sangue. No entanto, é prática desaconselhada por se encontrarem na saliva substâncias reductoras voláteis capazes de levar a falsos resultados. (...)

Na urina, essa pesquisa não tem valor absoluto, dadas as variações de concentração motivadas pelo número de micções, bem assim pelo fato de estar ou não vazia a bexiga no início da libação, dando, desse modo, concentrações diferentes. (...)

A dosagem do líquido cefalorraquidiano, por outro lado, é menos usada.

No ar expirado, o álcool poderá ser dosado, consistindo a operação em mandar o paciente soprar num pequeno balão de borracha ou num aparelho próprio e fazer esse ar passar através de uma mistura de permanganato de potássio e ácido sulfúrico. Desse modo, é oxidado o álcool ali presente, descolorando-se o permanganato. Esse é o método de Harger.

Outro processo é o de Forrester, em que o ar expirado atravessa um tubo com perclorato de magnésio. Todos esses métodos baseiam-se na relação álcool-bióxido de carbono no ar expirado.

A taxa de concentração do álcool no sangue pode ser determinada pelo macrométrico de Nicloux(...). O método que mais prestígio tem na dosagem da alcoolemia é o da Cromatografia gasosa. É um método de grande credibilidade pelo seu contributo de inteira especificidade, pois não interfere outras substâncias reductoras. (...).”

### **“Avaliação dos resultados”**

(...) Todavia, entendemos que mais importante do que determinar uma taxa de álcool no sangue, na urina ou no ar expirado é caracterizar as manifestações clínicas de uma embriaguez logo após o delito.

A investigação bioquímica objetiva a presença de álcool no organismo, mas não responde às indagações de como o indivíduo se comportava em seu entendimento numa ação ou omissão criminosa, porque há uma variação de sensibilidade muito grande de um bebedor para outro. (...).

Essas indagações a que o Perito está obrigado a responder num exame de embriaguez vão além de uma simples determinação da taxa de álcool. Uma cifra isolada, um número apenas, não oferece exatamente dados às formulações questionadas.

Uma simples cifra não tem nenhum valor, pois existem indivíduos que se embriagam com pequenas quantidades e outros que toleram excessivamente o álcool. Ou se acredita na insensibilidade e na frieza dos laboratórios, ou na inteligência humana. E só o estudo detalhado do comportamento do embriagado dará uma concepção exata do grau de embriaguez, através de um exame clínico.

“(...).

“Nessas condições, a caracterização de um estado de embriaguez é sempre um critério clínico em que se procura evidenciar a capacidade de autodeterminar-se normalmente, revelada pelo agente ao tempo do evento criminoso, competindo ao



perito averiguar se as suas condições somatoneuropsíquicas configuram as especificações da lei”(...).

“A determinação da embriaguez pelo ar expirado, realizada por patrulheiros, é tão desastrosa que os Tribunais, por certo, jamais aceitarão. Pretende-se dessa maneira atribuir a tais profissionais uma capacidade médica e, mais do que isso, uma capacidade médico-legal”.

2. BRINSKI, G. **ÁLCOOL E DIREÇÃO: PROPOSTA DE CONTENÇÃO DE ACIDENTES.** Trabalho apresentado como requisito para título de especialista sob orientação de Professora Jane Mendes Ferreira. Universidade Federal do Paraná. 2011. “ In verbis”:

“Para melhor aplicar os efeitos legais que a embriaguez traz para o trânsito a Secretaria Municipal de Transportes de São Paulo analisou os efeitos do álcool em um indivíduo com 70 kg de peso, chegando aos resultados expostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Efeitos do álcool

DOS E (g/l)	EQUIVALENTE	EFEITOS
0,2 a 0,3	1 copo cerveja, 1 cálice peq. vinho, 1 dose uísque ou de outra bebida destilada	As funções mentais começam a ficar comprometidas. Percepção de distância e velocidade é prejudicada.
0,31 a 0,5	2 copos cerveja, 1 cálice grande de vinho, 2 doses de bebida destilada	O grau de vigilância diminui, assim como o campo visual. O controle cerebral relaxa, dando a sensação de calma e satisfação.
0,51 a 0,8	3 ou 4 copos de cerveja, 3 copos de vinho, 3 doses de uísque	Reflexos retardados, dificuldades de adaptação da visão a diferenças de luminosidade; e tendência à agressividade
0,81 a 1,5	Grandes quantidades de bebida alcoólica	Dificuldades de controlar automóveis; incapacidade de concentração e falhas de coordenação neuromuscular
1,51 a 2	Grandes quantidades de bebida alcoólica	Embriaguez, torpor alcoólico, dupla visão
2,1 a 5	Grandes quantidades de bebida alcoólica	Embriaguez profunda.
Acima de 5	Grandes quantidades de bebida alcoólica	Coma alcoólico.

Fonte: São Paulo ( 2011).

A aferição e a margem de erro dos etilômetros foram disciplinadas pelo Inmetro por meio de sua Portaria n. 06 de 2002, que aprovou o Regulamento Técnico Metrológico, no qual o Ministério da Justiça se baseou para publicar seu Manual de



Procedimentos Operacionais (2008) que apresenta tabela de Medição Realizada - MR e Medição Considerada – MC para fins de autuação do artigo 165. A unidade de referência é miligrama de álcool por litro de ar expelido dos pulmões no aparelho etilométrico é exposta na Tabela 2 (...).

### 3. CARVALHO, D. G. de et LEYTON, V. **Avaliação das concentrações de álcool no ar exalado: considerações gerais.** Artigo original.

O primeiro autor é Perito criminal do Núcleo de Toxicologia Forense do Instituto Médico Legal, SP, e o segundo é Doutora em Toxicologia \_ FCF \_ USP, perita criminal do Núcleo de Toxicologia Forense do Instituto Médico Legal, SP. “In verbis”:

“Atualmente, a verificação da embriaguez em condutores tem sido realizada principalmente pela medição do álcool no ar alveolar por meio do uso de etilômetros. Essa tecnologia já está bem estabelecida e, além de rápida e capaz de realizar amostragem adequada, fornece resultados que se aproximam muito do valor real de álcool no sangue alveolar. A maioria dos instrumentos comercialmente disponíveis exibe boa precisão e exatidão, desde que devidamente calibrados e operados. (...)

Os testes de triagem consistem em verificar se o condutor fez uso ou não de bebida alcoólica em quantidades suficientes para que os níveis de alcoolemia sejam iguais ou superiores àqueles estabelecidos em lei. Se o resultado for positivo, o condutor deverá ser encaminhado para outro exame; caso negativo, o condutor poderá prosseguir. Esse teste também tem sido empregado por outros setores, como programas de saúde e segurança ocupacional, e em outros campos da medicina<sup>1</sup>.

Os testes comprobatórios são aqueles utilizados como prova de que o indivíduo está em desacordo com as exigências legais no que se refere à sua concentração de álcool no sangue. São realizados com etilômetros modernos capazes de emitir resultados com um grau aceitável de exatidão. (...).

#### ***Métodos de amostragem de ar exalado***

Uma avaliação real da concentração de álcool no sangue, isto é, aquela que pode estar associada aos sinais e sintomas de intoxicação pela ingestão de bebidas alcoólicas, pode ser obtida se for analisado o ar alveolar, pois somente no nível dos alvéolos é que ocorre um completo equilíbrio entre o álcool presente no pulmão e aquele no sangue. Portanto, apenas analisando o ar alveolar é que se pode obter medidas precisas de alcoolemia<sup>20</sup>. Além disso, é de fundamental importância que a amostra de ar não seja coletada assim que o indivíduo tenha tomado seu último gole, pois a concentração obtida no equipamento será muito alta devido ao álcool residual remanescente na boca. Por isso, é importante que a coleta seja feita em, no mínimo, 15 minutos, preferencialmente 20, após o último gole, para assegurar que todo o álcool presente na boca tenha sido absorvido.



Os sistemas de amostragem de ar da maioria dos etilômetros são projetados para aceitar para a análise somente o ar alveolar. Amostras de ar da boca ou das partes superiores do trato respiratório são normalmente rejeitadas automaticamente por esses instrumentos.

Para assegurar uma amostra apropriada de ar que seja aquela da região dos alvéolos, esta deve consistir de um sopro ininterrupto até quase uma expiração completa. Dessa forma, o equipamento rejeita a primeira parte do ar, que consiste numa mistura com baixa concentração de álcool, e aceita para a análise o ar proveniente dos alvéolos, que é o que contém a maior concentração.

Os métodos existentes de coleta são ativo e passivo. O primeiro é denominado ativo, pois requer a cooperação do indivíduo. Nesse caso, o equipamento exige que o indivíduo sopre apropriadamente através de um bocal descartável, fornecendo uma amostra de ar alveolar.

No método passivo, não há a necessidade da colaboração do averiguado; o instrumento aspira a amostra de ar em frente à face da pessoa e mede o conteúdo alcoólico. Como se deve assegurar que a pessoa esteja expirando no momento da coleta, não é um método adequado, pois, não havendo controle da amostragem, não se pode afirmar que a amostra submetida à análise seja o ar alveolar<sup>1, 20</sup>. Nesses casos, foram relatadas leituras negativas (zero) em indivíduos com níveis significativos de alcoolemia. (...)

### ***Princípios de detecção***

#### *Células eletroquímicas*

De forma simples, a célula eletroquímica para determinação do álcool consiste de uma camada porosa, quimicamente inerte, revestida em ambos os lados de uma fina camada de platina. A camada porosa é impregnada com solução ácida eletrolítica e uma conexão elétrica é aplicada às duas superfícies de platina. Esse conjunto é montado num estojo plástico com um orifício que possibilita a introdução da amostra de ar. Nesse sistema, o álcool presente na amostra é eletroquimicamente oxidado, para produzir um fluxo de elétrons (corrente elétrica). Quanto maior a quantidade de álcool, maior o fluxo formado, gerando uma resposta elétrica quantitativa.

Os instrumentos com esse tipo de detecção apresentam as seguintes vantagens:

- alta especificidade analítica para o álcool etílico;
- alta exatidão, especialmente em baixas concentrações de álcool;
- resposta linear numa ampla variação de concentração;
- não exige fonte de energia externa para operação normal, apenas uso de baterias;
- longa durabilidade;



- alta confiabilidade em diversas condições de campo.

Dentre algumas desvantagens, pode-se citar:

- relativo alto custo por unidade;
- dificuldade temporária em zerar o equipamento após repetidas medidas de álcool em altas concentrações ("efeito fadiga");
- necessidade de calibração periódica.

#### *Absorção por infravermelho*

Os equipamentos com detecção por espectrometria infravermelha operam pelo princípio de que moléculas orgânicas absorvem luz infravermelha (IV) em vários comprimentos de onda, dependendo de sua composição atômica e de sua estrutura molecular. A quantidade de radiação absorvida depende da concentração da substância absorvente presente em uma amostra, sendo uma medida desta.

A amostra de ar alveolar é introduzida em uma câmara, na qual passa uma fonte de luz IV num comprimento de onda selecionado. Se a amostra contiver álcool, a intensidade de luz que passa através da célula diminui. O decréscimo do sinal IV que alcança o detector é uma medida quantitativa da concentração dessa substância na amostra de ar.

Alguns equipamentos utilizam sistemas de medida mais específicos para álcool pelo uso de filtros ópticos<sup>10</sup>. Os analisadores de última geração incorporaram dois comprimentos de onda para aumentar a especificidade para a molécula de etanol.

A maior vantagem dessa tecnologia é alcançar especificidade e exatidão em baixas concentrações de etanol; alia-se a isso sua rapidez, possibilidade de análises em seqüência e fácil operação. Além disso, os equipamentos atuais aceitam somente amostras de ar alveolar e, se a amostragem não for adequada, o equipamento a rejeita e invalida o teste. São equipamentos para serem utilizados em lugares fixos, normalmente acoplados a sistemas computadorizados, fornecendo resultados impressos e com cópias. Suas desvantagens são seu alto custo e o fato de não poderem ser facilmente transportados para utilização em campo, a não ser em unidades móveis. (...).

#### *Colorimétrico*

Nos instrumentos mais antigos de determinação de álcool no ar alveolar eram utilizados métodos colorimétricos, que consistiam na oxidação do álcool em uma solução acidificada de dicromato de potássio, resultando em uma alteração de cor (de amarelo para verde). Esse princípio analítico ainda é empregado, principalmente em tubos-teste descartáveis de plástico ou vidro, transparentes, que contêm esse reativo químico, acoplados a sacos plásticos (balões). É um método simples, de baixo custo, e que pode ser aplicado como triagem em indivíduos alcoolizados; além disso, pode ser utilizado em autotestes.

#### *Duplos sensores*



Algumas companhias estão combinando duas tecnologias no mesmo equipamento, como, por exemplo, infravermelho e células eletroquímicas, oferecendo a vantagem de que a amostra é analisada por dois métodos substancialmente diferentes. (...).

### *Resultados*

Os resultados das determinações pelos etilômetros podem ser expressos diretamente pelas concentrações de álcool no ar ou, indiretamente, pelas concentrações no sangue, havendo, nesse último caso, necessidade de se utilizar um fator de conversão. Esse fator é a relação entre a concentração de álcool no ar expirado na temperatura de 34° C e a concentração no sangue arterial dos pulmões. Esse valor já foi determinado por meio de várias pesquisas experimentais e, hoje, a maioria dos etilômetros está calibrada para 2.100:1. Isso significa que 2.100 partes de ar alveolar contêm a mesma quantidade de álcool que uma parte de sangue. Outros pesquisadores propuseram a adoção de 2.300:1. Esse valor é o fator de conversão utilizado no Reino Unido. O valor de 2.100:1 é o mais aceito internacionalmente e geralmente resulta em uma subestimativa da concentração de álcool no sangue, sendo mais adequado quando o teste é usado para fins legais. Alguns estudos têm indicado ser raro encontrar-se uma proporção ar: sangue abaixo de 2.100:1.

Deve-se estar atento para a existência de um grande número de problemas em potencial, tanto teóricos como operacionais, que podem prejudicar qualquer resultado de alcoolemia, seja ele efetuado no ar expirado, sangue ou urina. No caso do ar alveolar, esses problemas podem ser amenizados com coleta e análise da amostra em duplicata, num intervalo mínimo de dois minutos até o máximo de dez, sendo esse processo indicado por muitos especialistas.

### *Interferentes*

Os motoristas freqüentemente alegam que a leitura expressa nos etilômetros estava alta, pois alguma outra substância que não o álcool estava presente na amostra no momento do teste, interferindo no resultado. Estes alegam até alguns medicamentos e substâncias não- voláteis que, por suas características, não interfeririam nas análises. Tal fato tem sido assunto muito debatido e, devido à falta de melhores informações a respeito, por vezes motoristas de fato culpados têm sido inocentados.

Historicamente, a presença de substâncias interferentes, principalmente a acetona, tem sido de preocupação quando se trata de medição de álcool no ar alveolar com finalidade forense. A acetona presente pode advir de *diabetesmellitus*, jejum prolongado e dietas pobres em carboidratos, mas seus níveis no ar são analiticamente insignificantes, não interferindo quando etilômetros são utilizados para cumprir as legislações de trânsito. Já foi verificado que mesmo indivíduos em jejum de 36 horas não apresentaram acetona no ar alveolar como interferente significativo em testes comprobatórios.





Além da acetona, também se têm questionado outros interferentes, quer de origem endógena, ocupacional ou ambiental. Entretanto, essas substâncias, se presentes em situações normais, estariam em concentrações tão baixas que não interfeririam nos resultados dos testes realizados por etilômetros.

Os equipamentos com sensores eletroquímicos não respondem à acetona e a hidrocarbonetos, mas alguns são sensíveis a acetaldeído, a formaldeído e a éter quando presentes em altas concentrações. Podem também detectar monóxido de carbono (CO), mas somente em concentrações altas que seriam letais.

Os analisadores infravermelhos, dependendo do comprimento de onda usado, podem ser sensíveis a outras substâncias que não o álcool, por exemplo, instrumentos com comprimento de onda único sem um sensor secundário, operando a 3,4 micra, poderão detectar acetona, se presente. Entretanto, apesar da acetona e do acetaldeído poderem absorver luz IV, a quantidade dessas substâncias presente na amostra é tão baixa que não irá interferir na quantificação do etanol, uma vez que a sensibilidade para a acetona é 5 vezes menor e, para o acetaldeído, é 15 vezes menor que para o álcool. Alguns broncodilatadores na forma de aerossóis contêm um gás propelente que absorve a luz IV na região de 9 micra, mas não em 3 micra. O tolueno e outras misturas de solventes, como os tineres, utilizados em vários processos industriais, podem absorver luz IV. Entretanto, o homem não exala quantidades significativas desses solventes, exceto no caso de uso abusivo ou quando inalados ou ingeridos em quantidades tão altas que possam ser fatais. Mesmo em casos em que houve ingestão de gasolina, não foi relatado nenhum resultado analiticamente significativo.

Para uma correta aplicação dos testes de álcool no ar alveolar com uso de etilômetro, alguns requisitos básicos devem ser considerados:

**Instrumento:** O etilômetro usado deve ser homologado pelo órgão competente de cada país. Por exemplo, o National Highway Traffic Safety Administration dos EUA publica anualmente uma lista de etilômetros que foram rigorosamente testados quanto à sua exatidão. Apenas os equipamentos aprovados são homologados para uso.

**Apresentação dos resultados:** Os etilômetros deverão ser programados para exibir os resultados das análises de acordo com as legislações de cada país. Quando a lei determinar o limite de álcool no ar alveolar, o equipamento deve expressar o resultado diretamente; no caso em que o limite for estabelecido em valor de alcoolemia, o equipamento deverá estar programado para executar a conversão, já expressando o resultado final.

**Treinamento:** Os operadores deverão ser treinados para operar o equipamento e, se necessário, acompanhar cursos de reciclagem periódicos.

**Calibração:** Cada equipamento deverá ser calibrado de acordo com normas estabelecidas pelo fabricante. Essa calibração deverá ser realizada com sistemas especiais, tais como torpedos descartáveis ou recarregáveis de padrão de álcool em forma de gás seco (normalmente mistura de nitrogênio e etanol), soluções de



álcool em água e pastilhas secas com concentrações de álcool conhecidas, dentre outros<sup>4</sup>. Esses sistemas podem ser obtidos de fornecedores idôneos ou de qualquer outra entidade credenciada.

**Registros:** Os arquivos referentes à calibração e às análises deverão ser mantidos por um período estabelecido, se houver regulamentação legal. (...).

4. RACHKORSKY, L. L.. ZERBINI, T. CINTRA, R.B. **Avaliação pericial da embriaguez: legislação e aspectos práticos. Forensic evaluation of alcoholic intoxication: legislation and practical aspects.** Saúde, Ética & Justiça. 2012;17(2):44-9.

1 Médico Residente de Medicina do Trabalho da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

2 Médica preceptora da Residência de Medicina do Trabalho e de Medicina Legal da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Foi realizada revisão bibliográfica em publicações de 1985 a 2012 com os descritores “intoxicação alcoólica”, “transtornos do sistema nervoso induzidos por álcool” e “medicina legal”, além de pesquisa em jurisprudências disponíveis online. (...).

Existe grande dificuldade em correlacionar sinais e sintomas de embriaguez com a alcoolemia. Nos artigos há a discussão de que a origem dos dados dos estudos que avaliaram essa capacidade, datados principalmente dos anos 80 e 90, são obscuros, possuem referência pobre e que não consideraram fatores de confusão comuns, como a tolerância ao álcool.

Esses estudos mostram diversas ferramentas e tabelas usadas para a constatação de sinais clínicos de embriaguez e correlação com concentração sanguínea, conforme mostra a Tabela 1.

**TABELA 1** - Alcoolemia correspondente aos sinais encontrados em exame de verificação de embriaguez

Sinal	Alcoolemia(g/L)	Principal Estudo
Olho vermelho	>0,65	Mcknight et al. (2002)
Odor de álcool	>0,80	Moskowitz, Burns e Ferguson (1999)
Distorções na fala	>1,00	Klingholz, Penning and Liebhart (1988)
Dificuldade para andar	>2,00	Penttilla et al. (1974)
Teste de Romberg positivo	>1,50	Penttilla et al. (1974)
Índex-nariz e índex-index	>1,80	Widmark (1981)
Hand Pat	>1,20	Mcknight (1999)

Fonte: Rubenzer.



(...)Os trabalhos analisados apontam para grande divergência entre as alterações de exame clínico detectadas durante a verificação de embriaguez e os valores de álcool etílico no sangue ou no ar alveolar, o que aponta para a grande dificuldade que o médico legista enfrenta no momento em que lhe é solicitado realizar a estimativa da alcoolemia baseada no exame clínico. (...).

5. PRATES, A. de M. ( sob orientação de ALVES, S. R. – PROF. DOUTOR ).  
**“Alcoolemia e etanol no ar exalado: validação de uma metodologia rápida e sua aplicação em um grupo populacional exposto a doses controladas.”** *Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente. FIOCRUZ ( Fundação Oswaldo Cruz ). Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, RJ, julho de 2012.*

**Banca examinadora:** Prof. Dr. Claudio Cerqueira Lopes; Prof. Dr. Josino da Costa Moreira; Prof. Dr. Sergio Rabello Alves – *Orientador da Dissertação defendida.*

**(...) “Aspectos toxicocinéticos e toxicodinâmicos do etanol no organismo humano “**

“Devido principalmente às suas propriedades físico-químicas, a toxicocinética do etanol é complexa e sua distribuição através dos diversos compartimentos corpóreos depende de muitos fatores, incluindo: quantidade e tipo de ingestão (dose única ou fracionada), presença de alimento no estômago, fluxo sanguíneo hepático, idade, sexo, quantidade de água no corpo e atividade/síntese de isoenzimas álcool desidrogenases.

O etanol é rapidamente absorvido principalmente no estômago. Uma fração importante é eliminada através da biotransformação ocorrida no fígado, fenômeno este classicamente denominado como efeito de primeira passagem. De acordo com Swift (2003) o metabolismo hepático do etanol mostra cinética de saturação, em concentrações bem baixas, de maneira que a fração removida diminui quando aumenta a concentração neste órgão. Portanto, se a absorção do etanol é rápida e a concentração na veia porta é elevada, a maior parte dele escapa para a circulação sistêmica, corroborando para os efeitos comportamentais típicos da ingestão excessiva. Contudo, se a absorção for lenta, uma maior fração é removida pelo metabolismo hepático. Após alcançar a corrente sanguínea, o etanol é uniformemente distribuído pela água corpórea. Assim, em um estômago vazio o etanol é mais facilmente absorvido e conduz a maiores alterações orgânicas.

Cerca de 90% do álcool etílico absorvido é biotransformado sendo que entre 5 e 10% é excretado de forma inalterada, através do ar expirado e na urina. Este último percentual, embora insignificante do ponto de vista toxicológico, é responsável pelo fornecimento da base ou do princípio da estimativa dos níveis sanguíneos de etanol a partir das mensurações realizadas no ar expirado ou na urina.

Para se calcular o valor da concentração sanguínea a partir do ar expirado, utiliza-se a Lei de Henry que diz: “A solubilidade de um gás dissolvido em um líquido (etanol no sangue arterial) é proporcional à pressão parcial do gás acima do líquido (etanol no ar exalado)”. Portanto, a proporção das concentrações de etanol no sangue e no ar alveolar, determinada ao final da expiração profunda é relativamente constante sendo que uma concentração de 0,8 g.L<sup>-1</sup> (8 dg.L<sup>-1</sup>) de



sangue arterial, produz aproximadamente, 0,35 mg.L-1 no ar expirado. Esta proporção é a base da utilização do etilômetro.

A biotransformação do álcool etílico ocorre quase que integralmente no fígado. Aproximadamente, 85% do etanol ingerido é metabolizado por oxidação enzimática que consiste de duas reações enzimáticas sucessivas que requerem nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD+) como co-fator. A primeira reação envolve a enzima álcool desidrogenase (ADH) responsável pela conversão de etanol a acetaldeído com conseqüente redução do NAD+. O metabólito acetaldeído é uma substância reativa e hepatotóxica. Posteriormente o acetaldeído é metabolizado a ácido acético (acetato) pela enzima aldeído desidrogenase (ALDH), que também reduz a NAD+. O acetato produzido é rapidamente convertido a gás carbônico e água através do Ciclo de Krebs. Ambas ADH E ALDH apresentam múltiplas isoformas, que podem ser codificadas através de diversos genes e são responsáveis por gerar importantes diferenças acerca do metabolismo do álcool etílico, caracterizando um polimorfismo observado em diferentes grupos populacionais.

Uma via secundária de biotransformação do álcool envolve a enzima catalase. Esta enzima se faz presente em todos os tipos celulares e sua função está relacionada à eliminação de peróxidos e à concomitante diminuição das espécies radicalares. Na presença de peróxidos, este tipo enzimático pode oxidar etanol a acetaldeído e acetato. Apesar da catalase contribuir minoritariamente em relação à oxidação total do etanol, a produção de acetaldeído pode ocasionar alterações fisiológicas em tecidos cerebrais e outros órgãos através da formação de de adultos de acetaldeído com proteínas e com o DNA. Este pequeno grau de esterificação pode contribuir para a toxicidade a longo prazo.”

(...)Com relação à biomarcadores urinários do consumo crônico de álcool etílico destacam-se o etil sulfato e o etilglucuronídeo, formados pela conjugação do etanol com sulfato e com ácido glicurônico, respectivamente. Entretanto apenas 0,02 a 0,06% do etanol é eliminado por essa via de transformação. Além de ser eliminado do organismo mais lentamente que o etanol, o etil glucuronídeo é um metabólito direto dessa substância, o que lhe confere maior especificidade. (...).

### **Justificativa**

- Este estudo de justifica devido a necessidade de se comparar os resultados obtidos pelo etilômetro na avaliação de amostras de ar exalado humano em estudos controlados de ingestão de etanol com aqueles obtidos por uma técnica analítica reconhecidamente segura, sensível, precisa e confiável, a cromatografia em fase gasosa.
- A utilização do etilômetro para a avaliação da concentração de álcool no sangue, como único instrumento analítico para esta constatação, requer um alto grau de confiança em seus resultados o que pode ser questionado particularmente quando se sabe que este equipamento deveria ser usado apenas como um teste de triagem. Assim, faz-se imprescindível o conhecimento de suas limitações e eventuais vantagens as quais podem ser obtidas através da “validação” de seus resultados por comparação com outra técnica padronizada.



## **Resultados & Discussão**

(...) A partir dos dados do gráfico acima, fica comprovada a necessidade de se utilizar individualmente os dados de concentração de etanol, uma vez que o desvio de cada valor alcança quase a totalidade do valor seguinte. Isso ocorre devido a variabilidade farmacocinética que ocorre de pessoa para pessoa, que segundo Grant *et al*, pode ser diminuída com a infusão intravenosa constante de etanol. (...).

(...) Diferentemente da comparação da página anterior, somente 6 indivíduos possuíam os dados do etilômetro e da cromatografia gasosa, desse modo, a comparação desses valores mostrou uma diferença percentual média de 43,485% entre elas. Subestimando assim a concentração real no sangue. E essa diferença é confirmada pelo T de *student* pareado, que tem como resultado um valor de 2,022, em contra partida com um T tabelado de 4,03 e um  $\alpha$  de 1%, configurando assim uma diferença estatística entre os resultados. (...).

## **CONCLUSÃO**

Após a aplicação da metodologia validada no cromatógrafo gasoso com detector de ionização em chama acoplado com “headspace”, verificou-se uma diferença percentual de mais de 40% em 4 dos 6 indivíduos analisados, em relação ao etilômetro, o que aponta uma maior necessidade de estudos relacionando esses dois meios de obtenção da concentração de etanol no sangue.

Outro importante ponto é a utilização e interpretação dos dados de forma individual e não coletiva, devido às diferenças entre o metabolismo de cada indivíduo. (...).

### **6. LAUDO PERICIAL ANTERIOR ( CONSTANTE DA REVISTA DA DEFENSORIA PÚBLICA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL –ANO III – N. 5 – SET/2011-ABR/2012 )**

**Laudo realizado pelo IML de São Paulo, no processo criminal nº 011.09.000130-4 ( Primeira Vara Criminal do Foro Regional XI de Pinheiros, SP ).**

“De fato, em resposta ao requerimento judicial, a perita Dra. Priscila Maria de Andrade Borra (Médica Legista, CRM 79842) assim se manifestou: Em resposta ao quesito: “Se há comprovação científica entre a correlação de distintos testes de alcoolemia e indicar referências bibliográficas científicas”:

Sim, em relação à correlação urina e sangue. Porém, referente a tabelas de conversão de valores aferidos no etilômetro, que verifica o nível de álcool etílico presente no ar expirado, desconheço a existência de tabelas de conversão ou correlação com dosagens feitas no sangue e/ou urina.

Por conta desta manifestação pericial, a Juíza de Direito Margot Chrysostomo Correa Berossi, após criteriosa fundamentação, julgou a ação penal improcedente nos seguintes termos:

Portanto, até prova científica contrária, álcool no sangue é uma coisa e álcool no ar expelido dos pulmões é outra. Assim, se o tipo penal do art. 306 do Código de Trânsito Brasileiro é taxativo ao mencionar que o crime se configura com determinada quantidade de álcool no sangue do condutor do veículo e que tal



prova, por questões óbvias, somente pode ser feita através de exame do sangue daquele, impossível a responsabilização penal através do teste em aparelho de ar alveolar pulmonar (etilômetro), mediante o exame do ar expelido dos pulmões, já que, mediante a escrupulosa observação do princípio constitucional da legalidade, tal crime não existe. “.

**7. ANDRADE, A.F. de et all. Artigo de revisão. MECANISMOS DE LESÃO CEREBRAL NO TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO (Trabalho realizado pela divisão de Neurocirurgia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo). Revista da Associação Médica Brasileira, São Paulo, 2009.**

(...) **Fisiopatologia:** a lesão encefálica que se estabelece após o TCE é o resultado de mecanismos fisiopatológicos que se iniciam com o acidente e se estendem por dias a semanas. As lesões primárias são aquelas que ocorrem no momento do trauma. (...) nos traumatismos fechados, caracterizados quando não ocorre contato com o conteúdo intracraniano, as lesões primárias podem resultar da movimentação cerebral associada à energia cinética do acidente. Nas lesões decorrentes de forças de aceleração e desaceleração não é necessário o impacto do crânio contra estruturas externas. Como o encéfalo e a caixa craniana possuem densidades diferentes, quando submetidos às mesmas forças inerciais, respondem de forma desigual. Esse descompasso de movimentos pode promover a ruptura de veias cerebrais que desembocam nos seios durais, bem como impacto e laceração do parênquima contra as estruturas rígidas do crânio. Somado a esse mecanismo como a região central do encéfalo é relativamente fixa em virtude da presença do tronco encefálico, as regiões periféricas do cérebro tendem a apresentar maior amplitude de movimento. (...) no local do acidente, intercorrências clínicas como hipotensão arterial, hipoglicemia, hipercarbia, hipóxia respiratória, hipóxia anêmica e distúrbios hidreletrolíticos são os principais fatores de lesões secundárias. (...).

(...) A) Lesões difusas

(...) Dentre as lesões difusas o termo concussão cerebral é utilizado atualmente para se referir a perda temporária da consciência associada ao TCE. (...) A concussão leve engloba os casos com distúrbios neurológicos completamente reversíveis, sem perda da consciência, e pode ser dividida em três subgrupos. O primeiro subgrupo é constituído por pacientes que apresentam confusão e desorientação mental que duram segundos, sem amnésia. No segundo, os pacientes desenvolvem amnésia retrógrada de cinco a dez minutos e no terceiro subgrupo os pacientes desenvolvem amnésia retrógrada e anterógrada (...).

### **III - DISCUSSÃO**

Não restam dúvidas do alcance social de medidas que visem a diminuir a embriaguez ao volante, mas ao perito médico-legal cabe, no caso concreto, analisar a adequação das normas à fisiologia e fisiopatologia humanas, ao largo de interpretações subjetivas.



No caso em questão, submetido a este perito, não restam dúvidas que se conhece bem os mecanismos fisiológicos do álcool no organismo, sendo que após ser ingerido e absorvido, vai eliminado por diversas formas, dentre elas pela urina e ar alveolar, pois do sangue passa aos pulmões. Quanto a isso, não há dúvidas de que o ar expirado, em quem ingeriu álcool, vai conter metabólitos do mesmo. Nesse sentido, pode ser dosado pelo etilômetro ou diretamente no sangue, além da própria urina. Isso é bem estabelecido.

Ocorre, que a dosagem no ar alveolar busca quantificar a dosagem que existe no sangue do indivíduo, porquanto uma expressaria a outra e existem tabelas de conversão, inclusive anexa a este laudo. Só que o que se questiona é se há referências científicas feitas com o devido rigor que comprove essa relação da tabela, entre valores aferidos pelo etilômetro e na dosagem sanguínea direta.

Este perito desconhece em que se basearam para estabelecer tais equivalências de valores das duas tabelas ( sanguínea e de ar alveolar ), pois não foi apresentado à comunidade científica estudos rigorosos que lastreiem tal correlação.

Ao contrário, há estudos de entidades sérias que demonstram que em alguns casos, essa diferença pode chegar a até 40%, como é o caso do estudo da Fundação Osvaldo Cruz, anexo a este laudo, além de muitos outros semelhantes, também anexos, ou seja, não se pode confirmar com o devido rigor científico essa correlação de valores.

Além disso, a própria dosagem no sangue, não pode se prestar sozinha a estabelecer diagnóstico de embriaguez alcoólica, assim como a dosagem no ar alveolar, pois a sensibilidade dos indivíduos é muito individual, devendo ser analisados no caso concreto e examinados por Perito médico, posto que o metabolismo não é igual no ser humano; nessa esteira, alguém pode beber muito e não se embriagar enquanto outros podem beber pouco e estar embriagados.

Além disso, conforme citado acima em trecho do livro do Professor Genival Veloso de França, deixar a cargo de um patrulheiro determinar que alguém se encontra embriagado ou a uma testemunha é por demais perigoso, posto que já é difícil para o profissional médico, imagine para quem não tem essa formação e, notadamente, porque em acidentes de trânsito é comum haver “pressão baixa”, tonturas, etc. pela desaceleração e trauma cranioencefálico que pode levar o leigo, dentre eles os policiais, a afirmar que alguém está ébrio sem que esteja.

De fato, esses valores devem ser aferidos mas valorizados pelo perito no exame médico-legal.

Inclusive, conforme citado acima, há um parecer anterior de uma perita médico-legista de São Paulo, no mesmo sentido, inclusive com julgamento corroborando o laudo pericial.

Finalizando, ainda carece de maiores estudos essa correlação, pois os que existem atualmente não dão a segurança científica suficiente para essa correlação.

#### **IV –CONCLUSÃO**

Este perito médico-legal desconhece estudos científicos que nortearam essa tabela de conversão de valores entre dosagem sanguínea e no ar alveolar de álcool, além de haver estudos de entidades sérias que não o corroboram.



## V – ANEXOS

### CD COM OS TEXTOS QUE NORTEARAM O PRESENTE LAUDO PERICIAL.

- Resolução 432/2013
- Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro.
- Avaliação das concentrações de álcool no ar exalado: considerações gerais
- Alteração lei 12.760
- Álcool e direção: propostas de contenção de acidentes. Universidade Federal do Paraná.
- INF197-Crime do artigo 306 do CTB.
- Informativo 79-Trânsito-tabela de conversão.
- Avaliação pericial da embriaguez: legislação e aspectos práticos. Faculdade de Medicina da USP.
- Revista da Defensoria Pública do Rio Grande do Sul.
- “Alcoolemia e etanol no ar exalado: validação de uma metodologia rápida e sua aplicação em um grupo populacional exposto a doses controladas.” Fundação Oswaldo Cruz e Escola Nacional de Saúde Pública.
- caracterização do crime previsto no artigo 306, da lei nº 9.503/97, quando da não realização do teste de alcoolemia por meio do etilômetro ou do exame de sangue. Universidade do Sul de Santa Catarina.
- mecanismos de lesão cerebral no traumatismo cranioencefálico. Trabalho realizado pela divisão de Neurocirurgia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, SP.
- políticas do álcool para a redução de acidentes de trânsito, São Paulo, 2012. Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo.
- Tabela de conversão etilômetro/sangue ( [www.criminalcaop.mp.gov.br](http://www.criminalcaop.mp.gov.br) ).

Na oportunidade

Apresentamos nossos protestos de estima e consideração

Teresina, 29 de abril de 2013

---

Antonio Nunes Nunes Pereira  
Perito médico-legal. Matrícula PC-PI 214.283-0. CRMPI 2250.  
Instituto de Medicina Legal de Teresina, PI.  
Departamento de Polícia Técnico-científica-Polícia Civil/PI





**GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ**  
**SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA**  
**DEPARTAMENTO DE POLÍCIA CIENTÍFICA**  
**INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL “GERARDO VASCONCELOS” – IMLGV**