Dilemas na dosagem de etanol *post mortem* em vítimas de acidentes de trânsito

V. S. Macedo^{a,*}, E. Souza^a, S. N. Velho^a

^aCentro Universitário da Serra Gaúcha, Caxias do Sul (RS), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: viviane.sesti@gmail.com Tel.: +55-54-984048759.

Recebido em 06/10/2017; Revisado em 30/10/2018; Aceito em 30/12/2019

Resumo

O álcool (etanol) é uma substância psicoativa presente em bebidas muito utilizadas pela sociedade desde tempos antigos até os dias atuais. Assim, é muito presente no organismo dos envolvidos nos acidentes de trânsito com vítimas fatais. A análise de sua concentração na vítima é realizada por peritos, no entanto, possui muitos paradoxos quanto à sua verossimilhança. Metodologia: foi realizada uma revisão bibliográfica acerca de conceitos toxicológicos, diferenças de amostras utilizadas, de principais metabólitos do álcool e de aspectos de valores do mesmo nos acidentes de trânsito, visando ilustrar os dilemas enfrentados pelos profissionais forenses no dia a dia. Conclusão: O procedimento analítico adotado pelo perito é variante conforme a cena do acidente, demandando uma completa análise das informações e amostras disponíveis.

Palavras-Chave: Acidentes de trânsito; Etanol; Post mortem; Biotransformação; Toxicologia.

Abstract

Alcohol (ethanol) is a psychoactive substance present in drinks that are highly used by society from past to present. Therefore, it is present a lot in the bodies from the involved on traffic accidents with fatal victims. The concentration analysis on the victim is made by forensics experts, although, it has so many paradoxes with respect to it likelihood. Methodology: a literature review was made about toxicological concepts, differences from used specimens, from alcohol main metabolites and from values aspects on traffic accidents, aiming to illustrate the faced daily dilemmas by the forensics professionals. Conclusion: the analytical process adopted by the forensics expert diversifies according to the accident scene, demanding a full analysis on data and available samples.

Keywords: Traffic accidents; Ethanol; Post mortem; Biotransformation; Toxicology.

1. INTRODUÇÃO

Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS), são registrados no mundo aproximadamente 1,3 milhão de mortes no trânsito, o que retrata 3 mil mortes/dia. Além disso, existe uma relação entre episódios de acidentes de trânsito e uso de álcool (etanol) [1].

O etanol é uma das substâncias psicoativas mais consumidas pela sociedade e constitui um dos maiores problemas de saúde pública [2]. Conseguir ocasionar alta taxa de dependência e, inclusive, há evidências de um maior envolvimento de motoristas embriagados em acidentes fatais, como as estatísticas brasileiras demonstram [3,4,5]. Conforme registros da Polícia Rodoviária Federal, em 2016, a ingestão etílica é a terceira principal causa dos acidentes com mortes [4].

O composto tanto pode determinar quanto

contribuir em acidentes (quando associado a outros fatores), visto que seu uso é estimulador de alterações neuropsicossomáticas, as quais afetam a condução do motorista (em seu tempo de reação e visão) e na tomada de decisões (como no controle da velocidade e no uso do cinto de segurança) [6]. A chance de ocorrer qualquer tipo de acidente aumenta com a sua ingestão, independente de quantidade. Por exemplo, condutores com níveis iguais ou maiores a 0,2 g/L já têm prejudicadas suas funções de atenção, visão e movimento; já para aqueles com níveis de 0,2 a 0,5 g/L de alcoolemia, o risco de envolvimento em um acidente fatal é de 2,6 a 4,6 vezes maior em relação ao indivíduo sóbrio [6].

O Brasil situa-se em um cenário em que o índice de acidentes de trânsito com vítimas fatais (associado ao consumo de bebidas alcoólicas) continua alto, apesar de algumas diminuições estatísticas terem ocorrido [7].

Diante disso, o Código de Trânsito Brasileiro estabeleceu limites e infrações para condutores influenciados sob o álcool ou substâncias psicoativas que determinem dependência, vide artigos 165 e 306, a fim de minimizar os impactos e impedir novas ocorrências [8]. Importaneamente, a Resolução de nº 432 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) dispôs a obrigatoriedade da realização do exame de alcoolemia para as vítimas fatais de acidentes de trânsito [9].

Por conseguinte, a realização de análises toxicológicas deve ser ressaltada. É de extrema seriedade a validação dos testes empregados nos laboratórios de toxicologia forense. A avaliação mais crível é dependente de um adequado manejo nos processos relacionados, desde a cadeia de custódia, aquisição da amostra até o seu correto manuseio [10].

Apesar de a determinação quantitativa e qualitativa do etanol consistir num processo analítico simples e preciso, em decorrência dos adventos tecnológicos, a interpretação desse resultado pode ser duvidosa [6]. Um exemplo disso é uma grande problemática quanto ao resultado - ser de origem endógena ou exógena [11]. Muitos fatores são interferentes na quantidade de álcool presente no cadáver, como as condições ambientais, o tipo de dano corporal, o estado de decomposição e o tipo de amostra analisado [12]. São cruciais os cuidados desde a parte pré à pós-analítica a fim de que os institutos de perícia criminal liberem laudos idôneos. Inclusive, pesquisadores que utilizam bancos de dados relacionados podem gerar estudos com estatísticas errôneas na literatura.

Nesse contexto, o presente estudo objetivou realizar uma revisão bibliográfica a respeito dos conceitos toxicológicos do etanol, de sua origem, dos principais tipos de amostras utilizadas na análise *post mortem* e valores limites de alcoolemia encontrados na literatura.

2. METODOLOGIA

O estudo compõe uma revisão bibliográfica, em que foram utilizados livros impressos e eletrônicos, além de artigos científicos selecionados nos seguintes bancos de dados: Scielo, *PubMed*, PMC, Periódico Capes e Google Acadêmico. Para a pesquisa nestes bancos, foram pesquisadas as seguintes palavras chave (às vezes associadas): etanol (*ethanol*), álcool (*alcohol*), toxicologia (*toxicology*), *post mortem*, amostra *post mortem* (*post mortem specimen*), forense (*forensic*), autópsia (*autopsy*), vítima de acidente de trânsito (*traffic accident victim*), alcoolemia (*BAC*) e fermentação alcoólica (*ethanol fermentation*). Para os critérios de seleção, foram escolhidas publicações entre o período de 1990 a 2017, com idioma em português, inglês e espanhol.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Toxicologia do Etanol

O etanol é um composto altamente hidrossolúvel, de baixo peso molecular e volátil. Ele pode ser absorvido

pelas vias oral, havendo a estomacal de rápida absorção (20%) e a do intestino delgado (80%); via cutânea, além da respiratória, diante de sua volatilidade [13,14]. A sua concentração máxima no plasma é alcançada entre 30 a 90 minutos, após a ingestão. A taxa de absorção desse composto varia entre as pessoas e as circunstâncias. Reconhecem-se fatores interferentes, por exemplo, o início da absorção nas microvilosidades intestinais e o tempo de esvaziamento gástrico [2].

Após a ingestão, sua distribuição ocorre rapidamente, sendo que os níveis teciduais são semelhantes aos plasmáticos. Essa distribuição ocorre para a maioria dos tecidos, intracelular ou extracelularmente, conforme a quantidade de água presente. A sua concentração é variada, decrescentemente: sangue, cérebro, rins, pulmões, intestinos, músculos estriados, fígado, ossos e adipócitos [13,15].

Em seguida à absorção do álcool pelo trato gastrointestinal, o mesmo é conduzido ao fígado através do sistema porta hepático [13]. Apenas 2 a 10% da quantidade absorvida são eliminados pelos pulmões e rins. Ainda, no hepatócito existem três vias metabólicas diferentes capazes de oxidar o etanol a aldeído acético, sendo elas: ADH - Álcool Desidrogenase (na matriz citoplasmática), SMOE - Sistema Microsomal de Oxidação do Etanol (no retículo endoplasmático liso) e finalmente, o da catalase, nos peroxissomos [15].

Em adição, de acordo com Akkari *et al*, os primeiros caminhos do seu metabolismo são indiferentes para as três vias, levando à produção do acetaldeído [15]. A concentração ingerida difere o tipo da reação: enquanto que com pequenas quantidades de álcool, a ADH catalisa a conversão de etanol em acetaldeído, com maiores concentrações (tanto uso agudo quanto crônico), o SMOE interage de forma constante, elevando o catabolismo do etanol de 4 a 10 vezes. Apesar de o SMOE ser mais ativo que a catalase e a ADH, o mesmo produz radicais livres e superóxidos, potenciais causadores de danos celulares, como mutações, alterações funcionais e morte tecidual [16].

Ainda, o álcool pode ser biotransformado por outras vias não oxidativas, sendo que a porção não oxidada corresponde a até 10% da quantidade ingerida [2, 16]. Há quatro vias reconhecidas pela literatura: a que sintetiza os ésteres de ácidos graxos (FAEE's), via esterificação do etanol com ácidos graxos ou acil graxo coenzima-A endógenos, através de várias enzimas, como a FAEE sintase e acil-CoA: etanol O-aciltransferase (AEAT); a sintetizadora do fosfatidiletanol, fosfolípido gerado na membrana celular pela presença do álcool etílico, através da fosfolipase D; e, finalmente, as formadoras de etilglicuronídeo (EtG) e etilsulfato (EtS), produtos da biotransformação do etanol, respectivamente, pelas reações de conjugação da fase II com ácido

glicurônico e com sulfato ativado – rotas que deixam o composto mais hidrofílico [17, 18].

A desintoxicação bioquímica é gradativa, necessitando cerca de 8 a 10 horas para excreção, levando em conta a variação individual decorrente da função renal, hepática, dentre outros [15, 19]. Inclusive, a porcentagem da excreção do álcool está sujeita a um coeficiente, o qual denota a quantidade do etanol eliminado por minuto e quilograma de peso corporal em um determinado momento, independente de sua concentração [15].

O etanol, por ser uma substância depressora do sistema nervoso central, gera uma desordem nas transmissões de impulsos nervosos nas membranas excitáveis [20]. Após a sua ingestão, iniciam-se os efeitos estimulantes, como a presença de euforia e desinibição, e ainda a impulsividade ou passividade, as quais após um tempo alternam para a diminuição da coordenação motora e a falta de controle (conhecidos graus de embriaguez conforme a medicina legal), características geradoras de acidentes de trânsito [21, 22].

3.2 Origem do álcool etílico e principais amostras para análise post mortem

A determinação do álcool consumido pelo indivíduo (etanol exógeno) pode ser realizada tanto pela sua presença inalterada (em determinados tipos de amostras, como ar expirado e urina), quanto pela avaliação de marcadores biológicos, ou seja, de moléculas geradas pelo processo de biotransformação do etanol ou mudanças bioquímicas, presentes em determinados fluidos corporais. Há vários biomarcadores, dentre os quais se podem citar: a gama-glutamil transferase (GGT), alanina e aspartato aminotransferases (ALT e AST), transferrina deficiente em carboidrato (CDT), etil glicuronídeo e etil sulfato (EtG e EtS, respectivamente) e os ésteres de ácidos graxos (FAEEs) [16].

Os ésteres de ácidos graxos são sintetizados na presença do álcool através de ácidos graxos livres, triglicerídeos, lipoproteínas ou fosfolipídios, sendo o palmitato de etila e o oleato de etila os mais abundantes no sangue [23]. Os metabólitos EtG e EtS, principalmente mensurados na urina, geralmente através de cromatografia líquida e/ou gasosa, são mais duradouros que o etanol em relação ao tempo de meia vida e são indicadores do consumo recente e altamente sensíveis e específicos – portanto, em relação aos demais biomarcadores, são mais presentes na literatura em questão. Ainda existem substâncias como o 5-hidroxitriptofano (5-HTOL) e o ácido 5-hidroxi-indolacético (5-HIAA), metabólitos da serotonina, quantificados em urina e utilizados para a detecção do consumo recente, já que seus valores são aumentados significativamente pelo álcool [16, 23, 24].

Entretanto, a falsa determinação pode ocorrer,

devido diversos interferentes como, por exemplo, a “redistribuição *post mortem*” – a qual é influenciada por muitos fatores, como a situação do cadáver no estado de putrefação, a interferência ambiental sobre a decomposição, o tempo entre a morte e a coleta da amostra, danos às barreiras fisiológicas e à integridade tissular diante de alterações enzimáticas celulares, liberação e difusão do toxicante do trato gastrointestinal para o sangue e tecidos adjacentes e a ação microbiana [25, 26].

Os microorganismos possuem importante função na putrefação cadavérica, participando na liberação de diversos compostos a partir da quebra dos tecidos moles e seus componentes: gases como dióxido de carbono, ácido sulfídrico, metano, amônia, dióxido de enxofre, gás hidrogênio; diversos compostos orgânicos voláteis (COV), como álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos, ésteres e éteres; além de compostos fosforados e oxigenados. Inclusive, a principal metodologia usada para identificação do etanol, cromatografia gasosa, é de grande valia para identificação dos demais COV's, principalmente na avaliação do intervalo *postmortem* – relevante no auxílio à elucidação de casos de mortes de trânsito não resolvidas [27].

Especificamente, várias espécies bacterianas, as quais migram do sistema gastrointestinal para o linfático e circulatório, fazem uso de carboidratos em seu metabolismo – como, por exemplo, todas as *Enterobacteriaceae*, bactérias fermentadoras, como a *Escherichia coli*, além de vários gêneros de fungos [28, 29]. A partir de uma molécula de glicose, ocorrem séries de reações de clivagens e transformações glicolíticas enzimáticas, as quais geram o ácido pirúvico, este o qual possui destinos alternativos, como a produção de ácido acético, o qual vira álcool etílico [28]. Além disso, também há o uso de aminoácidos e de ácidos graxos para a produção do etanol endógeno, a qual varia conforme a temperatura, o tempo e a disposição nutricional, ocorrente no cadáver ou *in vitro* [28, 29].

O álcool pode ser dosado em diversas matrizes biológicas devido a sua hidrossolubilidade e cinética na distribuição dos fluidos corpóreos [30]. A dosagem de álcool no sangue (alcoolemia) é usualmente a mais analisada em cadáveres, mas sua indisponibilidade leva ao uso de outros espécimes, como a urina, o líquido, a bile e o humor vítreo [30]. Apesar de o sangue femoral ser considerado o espécime recomendado para a análise, muitos patologistas preferem coletar o sangue cardíaco como substituto [30, 31]. L. Jungmann (2011) descreveu um caso de suicídio por intoxicação alcoólica e demonstrou que a alcoolemia diferiu em dois sítios coletados – sendo a do sangue cardíaco significativamente maior que o da femoral, diante da difusão da molécula advinda do conteúdo gástrico, o que destaca a importância da retirada de amostras sanguíneas de locais longe do

estômago e, se possível, a comparação entre os diferentes sítios [32, 33].

Sangue e urina, apesar de muito utilizados, podem sofrer diversas alterações, devido a fatores endógenos do indivíduo (além dos já citados), como a presença de patologias, como diabetes e glicosúria renal, e infecções microbianas generalizadas ou específicas, como aquelas causadas por *Candida albicans*, *Proteus vulgaris*, *E. Coli* e *Staphylococcus aureus* [25, 34]. Um caso relacionado é verificado num estudo *post mortem* efetuado por Antonides *et al*, em que numa amostra de urina de uma senhora com bacteremia por *S. aureus*, rica em glicose e contaminada com *C. albicans*, foi observada a síntese de etanol e de gases como o CO₂, trinta dias após sua morte [34]. Além disso, amostras de urina podem estar contaminadas com espécies geradoras da enzima β-glicuronidase, responsável pela hidrólise do Etil Glicuronídeo, como o caso de variadas cepas da *E. coli*. Nessas situações podem ocorrer resultados falso-negativos – caso que sugere a mensuração de EtG juntamente com EtS, pois a concentração deste não é afetada pela hidrólise, sendo a mais adequada para diferenciar a ingestão *ante mortem* da síntese *post mortem* [35].

Além da rotineira análise urinária e sanguínea do etanol, outros espécimes podem ser utilizados, como o humor vítreo e o cabelo [24, 36]. O humor vítreo apresenta como vantagem, raramente estar contaminado – diante de sua estrutura anatômica e de seu meio estéril, não influenciado pela migração bacteriana –, permitindo uma maior estabilidade do etanol e metabólitos ali difundidos, além de ser de fácil manuseio e disponibilidade [24, 30]. Além disso, é relatado que a concentração de etanol nesse espécime e no sangue é similar, diante do fato de o etanol levar pouco tempo para entrar na corrente sanguínea e, por conseguinte, nos fluídos oculares [30]. Diante da sensibilidade e da especificidade do EtG e EtS em corpos sem estado de putrefação, a origem do etanol através deles é capaz de ser bem definida. Enquanto que suas detecções simultâneas sugerem a ingestão *ante mortem*, baixos níveis de etanol sem estes biomarcadores apontam a produção *post mortem* [25, 37].

M. Sundstrom *et al* ressaltam a importância da análise do EtS em corpos decompostos, diante de sua maior estabilidade em relação ao EtG [38]. Singer *et al* relatam que a síntese do etanol no humor vítreo raramente ocorre, pela sua grande distância da cavidade central do corpo, evitando a contaminação originada do rompimento do trato gastrointestinal, concluindo-se que a concentração de etanol achada nessa amostra é provavelmente um indicador seguro [24]. Em estudo realizado por A. Thierauf *et al*, na análise de etanol, EtG e EtS em 26 amostras (sangue, urina e humor vítreo) de vítimas relacionadas ao consumo de etanol, foi encontrada

uma boa correlação da concentração do álcool entre essas matrizes (baseado no teste de correlação de *Spearman*), equivalente a: $rs = 0.978$ (urina/sangue), $rs = 0.968$ (urina/humor vítreo) e $rs = 0.953$ (sangue/humor vítreo) [37]. Apesar dos grandes benefícios da análise do humor vítreo, Kugelberg *et al* destacam que a sua realização não é recomendada em casos de pessoas que sofreram alguma doença oftalmológica e/ou alguma cirurgia relacionada, pois esses fatores podem causar várias alterações na cinética do álcool [30].

O cabelo é um tipo de amostra incomum cuja análise realizada é a dos biomarcadores, como ésteres de ácidos graxos e o EtG, e não a do etanol [22, 31, 36]. O EtG pode ser detectado em pequenas quantias não só no cabelo, como também em outros tipos de pelos corporais (axila, púbis, pernas, braços e peito), tornando-se uma alternativa versátil frente a casos de indisponibilidade de espécimes [22, 36]. P. Cabarcos *et al* (2012) abordam que esse tipo de análise é relevante para a diferenciação do consumo alcoólico moderado do crônico, diante da grande janela de detecção disposta, sendo que em seu estudo, valores acima de 50 pg/mg apontavam indivíduos etilistas [36]. No entanto, M. Sundstrom *et al* (2014) alertam da cautela que deve ser tomada com a interpretação de resultados positivos, pois há riscos de contaminação com fontes não líquidas de etanol e de EtG [38]. Assim, apesar do EtG ser mais utilizado, é preconizada a mensuração concomitante deste com a dos FAEE para descarte de casos falso-positivos de alcoolismo – por exemplo, se apenas os ácidos graxos são detectados, é um provável caso de contaminação por cosméticos, enquanto que a presença dos dois sugere alcoolismo agudo ou crônico [22].

Diante dessas possibilidades, é ressaltada a importância da correta conservação dos espécimes *post mortem*, o qual compreende técnicas como a adição de fluoreto de sódio e o armazenamento a -20°C – capazes de impedir a indesejada formação do álcool pela inibição do crescimento de vários microorganismos, além de permitir a comparação da concentração com outros espécimes, anterior à liberação do laudo [30, 34, 35]. Entretanto, reconhece-se que conservantes, como o fluoreto, podem tanto estabilizar quanto degradar metabólitos. Assim, sempre é recomendada a coleta de múltiplas alíquotas, para amostras preservadas e não preservadas [30].

3.3 Valores de alcoolemia *post mortem* em acidentes de trânsito

A OMS reconhece o aumento do número de vítimas fatais de acidentes de trânsito nos países desenvolvidos, além de relevar a importância no aumento da atenção das autoridades pelo combate dos motoristas embriagados, principalmente nos países em desenvolvimento, onde há o uso popular de bebidas alcoólicas por jovens [39,40]. Sabe-se que as leis a

respeito do uso de álcool por condutores diferem de uma nacionalidade para outra [41]. Abreu *et al* em seu estudo demonstraram a variação da alcoolemia presente em alguns países, como a Argentina – com 0,5 g/l, El Salvador – com 1,0 g/l e o México, com 0,8g/L; Além de mostrar que existem países sem normas relacionadas, como Cuba, Bolívia, Haiti e Paraguai [40, 41].

O território brasileiro é considerado um dos países que possui o trânsito mais perigoso, fato que leva os órgãos governamentais a tentar minimizar o índice de acidentes, estabelecendo novas diretrizes que visam melhorar esses resultados [41]. O Conselho Nacional de Trânsito, na resolução nº 432, atribuiu procedimentos a serem adotados pelas autoridades de trânsito – no artigo 165, o condutor sofre infração frente à positividade de alcoolemia independente de concentração, aos sinais de alteração de capacidade psicomotora, inclusive ao teste de etilômetro com concentração igual ou superior a 0,05 mg/L de ar alveolar expirado. Já, o limite considerado para crime, conforme o artigo 306, é a alcoolemia com valor igual ou maior a 0,6 g/L e teste de etilômetro com medição igual ou superior a 0,34 mg/L [8, 9]. Além disso, há a Lei Seca (de nº 11.705), aprovada em 2008, a qual impõe penalidades como 6 a 36 meses de detenção, além de multa ou suspensão da carteira de habilitação para o condutor influenciado pelo álcool [42].

Vários pesquisadores realizaram estudos visando verificar o verdadeiro impacto dessas leis, sendo que foi notada uma grande variação na mortalidade conforme a região, além da maioria deles ter demonstrado um aumento no número de acidentes fatais mesmo após a implantação das leis [43, 44, 45]. Interessantemente, a média de alcoolemia encontrada por alguns autores, associada a esses acidentes, foi inferior ao valor limite que designa crime imposto pelo Código [40, 44]. Ainda, Martins *et al* [45] além de apontarem a constante falha da fiscalização do trânsito, problemática que contraria a proposta das leis, evidenciou em seu estudo de quatro anos, que em relação à época da inexistência da Lei Seca, entre 2008 e 2011 houve uma redução no número de vítimas de acidente de trânsito (influenciadas ou não pelo álcool), de 22,14% - valor apontado como razoável, porém ainda baixo do esperado pelos pesquisadores.

Em contraste a alguns estudos, aos poucos, os dados estão mudando. Em uma operação policial recente (2017), com fiscalização de uso de álcool, excesso de velocidade, ultrapassagens irregulares e transporte de crianças, estatísticas foram levantadas: num comparativo de cinco anos (entre 2013 e 2017), foi registrada uma redução de 53% na taxa de mortalidade nas estradas federais do País [46]. Enquanto que em 2011, houve 128 mortes por milhão de veículos em circulação, em 2016 o número caiu para 68,6 mortes por milhão [46]. Ainda, o Departamento Nacional de Trânsito (Detran) conquistou um recorde reduzindo mortes no trânsito, através de uma maior movimentação de autuações e fiscalizações rotineiras: no primeiro semestre de 2017, foram poupadas 76 vidas, quando comparadas as atuais 115 mortes às 191 ocorridas no mesmo período no ano anterior [47].

Portanto, apesar das diferenças de valores obtidos através da adoção dessas diretrizes, melhorias sempre devem ser feitas, não só em relação ao aumento da vigilância das ruas e dos pontos de venda de bebidas

alcoólicas, como também através do desenvolvimento de projetos sociais de conscientização e educação no trânsito.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante desses fatos e do reconhecimento de que a probabilidade de um indivíduo embriagado ser vítima fatal é entre cinco a sete vezes maior do que a de uma pessoa sóbria, é salientada não só a necessidade do aumento de fiscalização no tráfego, como também da melhoria da sinalização e das condições de estradas [46, 47]. Uma situação frequente nos acidentes de trânsito é que muitas das vítimas fatais não passam por exames toxicológicos de alcoolemia, como no caso de pessoas embriagadas que são encaminhadas a hospitais e que ali falecem, ao contrário daqueles que morrem espontaneamente na via pública [48].

A existência de diversos fatores interferentes na análise de etanol *post mortem* é um segundo ponto a ser levado em conta. Os profissionais devem tomar inteiração de todas as informações disponíveis na cena, como por exemplo, do nível de integridade e decomposição do cadáver, além de saber explorar as possibilidades de amostras, reconhecendo que o sucesso na análise nem sempre é possível pela diversidade dos acidentes [11].

Um maior alerta à população jovem pela sua maior propensão à exposição ao álcool e aos acidentes de trânsito, a incorporação de uma maior fiscalização das vias, do cumprimento das leis de trânsito, da realização de exames nas emergências nosocomiais, da cobertura de todas as vítimas e da adequada análise toxicológica dos acidentes relacionados devem ser preconizados. Esses fatores, se rigorosamente executados pelo governo e pelas instituições médicas e criminais, futuramente refletirão em uma diminuição nos acidentes de trânsito, em uma liberação idônea de laudos periciais e na correta aplicação penal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T.A. Araujo; A.D.S. Oliveira; I. B. J. Souza. Acidentes de trânsito e sua relação com o consumo de álcool: revisão integrativa. Rev. Enferm. UFP 9:8437-43 (2015).
- [2] O. Seizi; M. A. C. Márcia; A. O. B. José. Etanol. In: O. Seizi; M. A. C. Márcia; A. O. B. José. Fundamentos de Toxicologia. Atheneu. 3. ed. São Paulo, Brasil. 391.
- [3] F. Pechansky; L. V. Diemen; V. M. Gonçalves. Aperfeiçoamento em técnicas para fiscalização do uso de álcool e outras drogas no trânsito brasileiro. SENAD. Brasília (2014).
- [4] Metro Jornal (2017). Brasil é o quinto país do mundo em mortes no trânsito, segundo OMS. Retirado em 20/08/2017, de <https://www.metrojornal.com.br/foco/2017/05/01/brasil-e-o-quinto-pais-mundo-em-mortes-no-transito-segundo-oms.html>.
- [5] A.G. Andrade; J. C. Anthony; C. M. Silveira. Álcool e suas consequências: uma abordagem multiconceitual. Retirado em 13/09/2016, de <http://www.cisa.org.br/UserFiles/File/alcoolesuasconsequencias-pt-cap8.pdf>.
- [6] F.E. Adura; V. Leyton; J. C. Ponce; A. F. Sabbag. Alcoolemia e Direção Veicular Segura. Rev. Ass. Med. Bras. 54: 377-86 (2008).

- [7] R. H. G. Martins; C. B. H. Ribeiro; T. Fracalossi; N. H. Dias. A lei seca cumpriu sua meta em reduzir acidentes relacionados à ingestão excessiva de álcool? Rev. Col. Bras. Cir. **40**: 438-442 (2013).
- [8] Código de Trânsito Brasileiro. Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Retirado em 13/11/2014, de www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm.
- [9] Conselho Nacional de Trânsito. Resolução nº 432, de 23 de janeiro de 2013. Retirado em 04/12/2018, de [http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/\(resolu%C3%A7%C3%A3o%20432.2013c\).pdf](http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/(resolu%C3%A7%C3%A3o%20432.2013c).pdf).
- [10] I. V. Lima; G. F. Conti. Morreu sóbrio ou alcoolizado? Rev Int Tox. **2** (2009). Retirado em 24/09/2016, de <http://revinter.intertox.com.br/index.php/volume-2-numero-1-fevereiro-de-2009-sao-paulo>.
- [11] A. Balsini; A. L. Bittencourt. Dosagem Alcoólica com propósitos forenses. Resumo de Monografia, publicado no Boletim Informativo do Instituto de Prevenção e Pesquisa em Álcool e outras Drogas (IPPAD). Instituto de Análises Forenses do IGP/SC, Santa Catarina (2014). Retirado em 24/09/2016, em http://www.igp.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=78&Itemid=91.
- [12] S. Duailibi; R. Laranjeira. Políticas Públicas relacionadas às bebidas alcoólicas. Rev. Sau. Pub. **41**:839-48 (2007).
- [13] M.V.P. Ventorin. Metabolismo do Etanol. In: M.V. P. Ventorin. Relação entre a dosagem de etanol no sangue e na saliva. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo (2004). 8-9.
- [14] O.A. Martins. Efeito do consumo de bebidas alcoólicas no organismo - Uma revisão. Rev. Elet. Ed. Cien. **3** (2013).
- [15] A. C. S. Akkari; E. C. Lima. Padronização de informações sobre metodologias analíticas para a determinação dos níveis de álcool (etanol) em diferentes amostras biológicas. Anais do II Simpósio de Iniciação Científica da Universidade Federal do ABC, São Paulo (2009).
- [16] C. A. Best; M. Laposata. Fatty acid ethyl esters: toxic non-oxidative metabolites of ethanol and markers of ethanol intake. Fron. Bio. **8** (2003).
- [17] A. V. F. Marín. Toxicocinética do etanol. In: A. V. F. Marín. Verificação da janela de detecção de etilglucuronídeo urinário entre usuários crônicos e bebedores sociais de etanol por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas, São Paulo (2006). 9-14.
- [18] E. M. A. Leite; L. C. A. Amorim. Toxicologia Geral. Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas, Minas Gerais (2004).
- [19] D. V. T. Wong *et al.* Álcool e neurodesenvolvimento: aspectos genéticos e farmacológicos. Rev. Elet. Farm. **1** (2008).
- [20] R. Praczy; C. S. M. Santos; R. K. T. Pinheiro; S. C. C. Mainardes. As ações do álcool no sistema nervoso central do dependente químico. Anais da V Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, Maringá, Paraná (2010).
- [21] A. D. Testing. Drug-Free Workplace Advisor. Stages of Alcohol Consumption. Retirado em 20/08/2017, de www.americandrugtesting.net/newsletter/Newsletter27_alcohol_stages.pdf.
- [22] P. Fritz. Alcohol Biomarkers in Hair; In: P. Kintz; A. Salomone; M. Vincenti. Hair Analysis in Clinical and Forensic Toxicology. Academic Press, Elsevier, United States of America (2016). 84, 94-95, 100, 110, 116.
- [23] A. Helander; I. Olsson; H. Dahl. Postcollection Synthesis of Ethyl Glucuronide by Bacteria in Urine May Cause False Identification of Alcohol Consumption. Jour. Clin. Chem. **53**: 1855-1857 (2007).
- [24] P. P. Singer; G. R. Jones; R. Lewis; R. Johnson. Loss of Ethanol from Vitreous Humor in Drowning Deaths. Jour. Anal. Tox. **31** (2007).
- [25] M. G. S. Jesus; A. A. M. Chasin; I. V. Lima. Concentrações sanguíneas de xenobióticos: influência da redistribuição post mortem e da estabilidade química e metabólica na interpretação dos resultados analíticos. Rev. Bras. Tox. **12**:87-94 (1999).
- [26] C. W. Jared; B. M. Danielle; W. G. S.; L. E. Claire; R. Frank; K. K. P. Microbial impacts in postmortem toxicology. In: D. O. Carter; J. K. Tomberlin; M. E. Benbow; J. L. Metcalf. Forensic Microbiology. Wiley, United States of America; 2017. 212-214, 218-219.
- [27] M. Statheropoulos; C. Spiliopoulou; A. Agapiou. A study of volatile organic compounds evolved from the decaying human body. For. Sci. Int. **153**:147-155 (2005).
- [28] W. J. Washington *et al.* Koneman, diagnóstico microbiológico: Texto e Atlas colorido. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro (2012) 210-212.
- [29] C. L. Correa; R. C. Pedroso. Vantagens e limitações do uso da urina como amostra biológica na dosagem alcoólica. Rev. Psiq. Clin. **27** (2000).
- [30] F. C. Kugelberg; A. W. Jones. Interpreting results of ethanol analysis in postmortem specimens: A review of the literature. For. Sci. Int. **165**:10-29 (2007).
- [31] P. Cabarcos; I. Álvarez; M. J. Tabernero; A. M. Bermejo. Determination of direct alcohol markers: a review. Anal. Bio. Chem. **407**:4907-25 (2015).
- [32] L. Jungmann; M. G. Perdekamp; M. Bohnert; V. Auwarter; S. Pollak. Complex suicide by ethanol intoxication and inhalation of fire fumes in an old lady: Interdisciplinary elucidation including post-mortem analysis of congener alcohols. For. Sci. Int. **209**: 11-15 (2011).
- [33] A. K. Chaturvedi. Postmortem Aviation Forensic Toxicology: An Overview. Jour. Anal. Tox. **34** (2010).
- [34] H. Antonides; L. Marinetti. Ethanol Production in a Postmortem Urine Sample. Jour. Anal. Tox. **35**: 516-518 (2011).
- [35] A. Helander; I. Olsson; H. Dahl. Postcollection Synthesis of Ethyl Glucuronide by Bacteria in Urine May Cause False Identification of Alcohol Consumption. Clin. Chem. Jou. **53**: 1855-1857 (2007).
- [36] P. Cabarcos; H. M. Hassan; M. J. Tabernero; K. S. Scott. Analysis of ethyl glucuronide in hair samples by liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry (LC-ESI-MS/MS). Jour. App. Tox. **33**: 638-643 (2013).
- [37] A. Thierauf; J. Kempf; M. G. Perdekamp; V. Auwarter; H. Gnann; A. Wohlfarth; W. Weinmann. Ethyl sulphate and ethyl glucuronide in vitreous humor as postmortem evidence marker for ethanol consumption

- prior to death. *For. Sci. Int.* **210**: 63-68 (2011).
- [38] M. Sundstrom; A. W. Jones; I. Ojanpera. Utility of urinary ethyl glucuronide analysis in post-mortem toxicology when investigating alcohol-related deaths. *For. Sci. Int.* **241**: 178-182 (2014).
- [39] Organização Mundial da Saúde. Promovendo a defesa da Segurança Viária e das Vítimas de Lesões Causadas pelo Trânsito. Retirado em 24/10/2016, de <http://portalsaude.saude.gov.br>.
- [40] A. M. M. Abreu; J. M. B. Lima; T. A. Alves. O Impacto do Álcool na Mortalidade em Acidentes de Trânsito: Uma questão de Saúde Pública. *Rev. Enf. Esc. Ann. Ner.* **10**: 87-94 (2006).
- [41] G. Bacchieri; A. J. D. Barros. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. *Rev. Sal. Pub.* **45**: 949-63 (2011).
- [42] A. P. P. Oliveira; A. M. M. Abreu; L. A. R. Paixão. Possível impacto da “Lei Seca” nos atendimentos a vítimas de acidentes de trânsito em uma unidade de emergência. *Rev. Enf. Esc. Ann. Ner.* **17**: 49-54 (2013).
- [43] M. N. NUNES; L. F. C. Nascimento. Análise espacial de óbitos por acidentes de trânsito, antes e após a Lei Seca, nas microrregiões do estado de São Paulo. *Rev. Ass. Med. Bras.* **58**: 685-690 (2012).
- [44] M. Z. Stampe; H. H. Silva; D. Schroeter; R. Boni; J. C. Pechansky; S. Santos. Acidentes de trânsito com vítimas fatais necropsiadas no Departamento Médico Legal de Porto Alegre. SENAD, Porto Alegre (2010) 78-83.
- [45] R. H. G. Martins; C. B. H. Ribeiro; T. Fracalossi; N. H. Dias. A lei seca cumpriu sua meta em reduzir acidentes relacionados à ingestão excessiva de álcool? *Rev. Col. Bras. Cir.* **40**: 438-442 (2013).
- [46] Portal Brasil. Operação Rodovida aumenta fiscalização nas estradas. 2017. Retirado em 24/08/2017, de www.brasil.gov.br/defesa-e-seguranca/2017/02/operacao-rodovida-aumenta-fiscalizacao-nas-estradas.
- [47] Jornal de Brasília. Detran aumenta fiscalização contra o álcool e registra queda no número de mortes no trânsito. Retirado em 24/08/2017, de www.jornaldebrasil.com.br/cidades/detran-aumenta-fiscalizacao-contr-o-alcool-e-registra-queda-no-numero-de-mortes-no-transito.
- [48] A. M. M. Abreu; J. M. B. Lima; R. H. Griep. Acidentes de trânsito e a frequência dos exames de alcoolemia com vítimas fatais na cidade do Rio de Janeiro. *Rev. Enf. Esc. Ann. Ner.* **13**: 44-50 (2009).