A UTILIZAÇÃO DO LUMINOL EM LOCAIS DE CRIME CONTRA A VIDA: ASPECTOS TOXICOLÓGICOS E A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PELOS PROFISSIONAIS DA ÁREA FORENSE

USING LUMINOL IN LOCAL CRIME AGAINST LIFE: TOXICOLOGICAL ASPECTS AND THE IMPORTANCE OF THE USAGE OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENTS BY FORENSE PROFESSIONALS IN THIS AREA.

DENISE SATIE **YAMADA**[1], CARMEN LÚCIA RUIZ **SCHLICHTING**[2*]

1 Acadêmica do curso de graduação em Farmácia da Faculdade Ingá; **2.** Professora Mestre do curso de Farmácia da Faculdade Ingá.

* Rua Sol Poente, 29-A, Jardim Imperial, Maringá, Brasil, CEP: 87023-106. carmen.schlichting@ic.pr.gov.br

Recebido em 18/09/2013. **Aceito** para publicação em 21/09/2013

RESUMO

O luminol é um reagente químico que produz luminescência, muito utilizado em locais de crime contra a vida. Em sua utilização é considerado como sendo a técnica que apresenta maior sensibilidade quando se trata de investigação de evidências criminais relacionadas com vestígios sanguíneos ocultos. É obtido sob condições básicas, por meio de uma reação de oxidação: também nomeada como hidrazina, utiliza como catalisador um metal de transição que facilita a resposta luminescente, e em meio aquoso ocorre a conversão do luminol em diazoquinona. Mesmo sendo considerado como uma técnica de alta sensibilidade, pois identifica analitos em concentrações muito baixas, ele apresenta limitações como baixa especificidade, uma vez que pode apresentar resultado falso positivo quando em contato com íons metálicos como ferro, cromo ou cobalto, também com substâncias domésticas e industriais. Outro fator que implica com seu uso é o que diz respeito a segurança da sua utilização, pelo fato de alguns estudos e pesquisas toxicológicas em animais indicarem aumento da toxicidade em células de Hamsters, e identificação do luminol como um potencial mutagênico químico. Contudo, ainda não foram claramente determinados os efeitos toxicológicos do reagente luminescente quando em contato com humanos; apenas investigações sobre o seu destino no momento em que o composto entra em contato com o trato gastrointestinal, onde é rapidamente metabolizado e excretado pelos rins na urina. Portanto, o presente trabalho busca a partir de dados na literatura, informações sobre a toxicidade do luminol e a importância da divulgação da utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) pelos peritos criminais em locais de crime contra a vida quando da utilização do reagente luminol, sendo importante ressaltar que se faz necessário alguns cuidados quanto a sua utilização, como uso de luvas, máscaras e jaleco para a proteção do profissional forense.

PALAVRAS-CHAVE: Luminol, toxicidade, equipamentos de proteção individual, segurança.

ABSTRACT

Luminol is a chemical reagent that produces luminescence, it is widely used in places where occured crimes against life. In its utilization, this technique is considered more sensible when there are criminal evidence investigations related to remained hidden blood. It is obtained under basic conditions using an oxidation reaction: also named as hydrazine or using a transition metal catalyst which facilitates the luminescent response and in an aqueous solution occurs the conversion of luminol diazoquinona. Even being considered as a high sensibility techinique, because it identifies analytes at very low concentrations, it has limitations such as low specificity, since it can provide false positive results when in contact with metal ions such as iron, cobalt or chromium or also with domestic and industrial substances. Another factor that implies in relation to its use is about the safety usage, because some animals toxicological studies indicates an increased toxicity in hamster cells, and there was the identification of luminol as a mutagen chemical potentical. However, the luminicest toxicological reagents effects in human beings have yet not been clearly determined, there are just some researches about its destination when the compound comes into contact with the gastrointestinal tract, where it is rapidly metabolized and excreted in urine by the kidneys. Therefore, the present work looked for innumerous informations about the luminol toxicity and the importance of spreading the use of Personal Protective Equipment (PPEs) by forense experts at crime scenes against life when using the luminol reagents, being very important some healhycare as the use of gloves , masks and coats for the protection of legalized professionals.

KEYWORDS: Luminol, toxicity, personal protective equipment, safety.

1. INTRODUÇÃO

A luminescência é um termo geral que pode ser utilizado para variadas designações em denominações de processos com emissão de luz. E um importante subtipo é a quimioluminescência, que consiste na energia de

excitação de um elétron para a produção da radiação luminosa que advém de uma reação química em que a produção de luz ocorre devido a quebra de ligações ricas em energia já existentes na molécula que reage, ou formadas a partir de rearranjos moleculares[1].

Esta subdivisão tem sido amplamente utilizada em inúmeros experimentos laboratoriais, em destaque na criminalística com a utilização de compostos que produzem reações quimioluminescentes instantâneas ao entrarem em contato com tecidos biológicos, como o sangue, que podem ser encontrados em locais de crime, como testes presuntivos ou testes de orientação como o luminol, o teste de benzidina (reagente de Adler-ascarelli), fenolftaleína (reagente de Kastle-Meyer), ortotoluidina e verde malaquita[2].

O luminol (5-amino-2,3-diidroftalazina-1,4-diona) ($C_8H_7O_3N_3$) é um produto químico em pó feito de nitrogênio, hidrogênio, oxigênio e carbono. O pó de luminol é misturado com um líquido contendo peróxido de hidrogênio (H_2O_2), um hidróxido (OH^-), formando um reagente muito conhecido e utilizado pelos laboratórios forenses por suas propriedades quimioluminescentes e é popular pela eficácia na detecção de sangue, muito bem caracterizada pela imediata emissão de luz azul ao entrar em contato com o sangue, amplamente utilizado pelos cientistas forenses para o trabalho da perícia criminal, e considerado como um produto de elevada sensibilidade em detecção de evidências ocultas de sangue. No entanto, este produto apresenta algumas limitações, pode reagir com alguns interferentes, como determinadas substâncias domésticas ou industriais, apresentando um resultado provavelmente falso positivo, prejudicando assim a questão da especificidade do mesmo. Outro ponto negativo a respeito da utilização do luminol é um tema pouco estudado e consequentemente pouco conhecido, quando se trata da questão sobre sua toxicidade. Até o presente momento existem poucas fontes que abordam este assunto, poucos relatos sobre pesquisas em animais (cobaias de laboratório), e praticamente nenhum conhecimento sobre seus efeitos locais ou sistêmicos em seres humanos, apenas algumas subjeções a partir de algumas breves conclusões obtidas por meio dos estudos realizados em animais teste[1].

Portanto, o presente trabalho busca a partir de dados na literatura informações sobre a toxicidade do luminol e a importância da divulgação da utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) pelos peritos criminais em locais de crime quando a utilização do reagente luminol. O pouco conhecimento sobre os riscos da toxicidade do luminol, em conjunto com a baixa disponibilização de informações, juntamente com a falta de uso, ou a falta de acessibilidade de EPIs, pode colocar em risco a saúde do profissional forense, uma vez que são pouco conhecidos seus efeitos toxicológicos agudos e/ou crônicos[3].

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a presente pesquisa foram utilizadas as bases de dados *Scientific Eletronic Library Online* (SCIELO), Google Acadêmico e NCBI Pubmed. A procura dos artigos, foi limitada entre os anos de 2000 e 2013, usando-se como palavras-chave: luminol (luminol), toxicidade (toxicity), equipamentos de proteção individual (personal protective equipment), segurança (safety). Ao final do levantamento bibliográfico, foram efetivamente utilizados 15 artigos, selecionados conforme a qualidade e relevância com o tema proposto.

3. DESENVOLVIMENTO

Obtenção do luminol e sua ação

O luminol (5-amino-2,3-diidroftalazina-1,4-diona) ($C_8H_7O_3N_3$) é um produto químico em pó feito de nitrogênio, hidrogênio, oxigênio e carbono. O pó de luminol é misturado com um líquido contendo peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ou perborato de sódio em água deionizada e um hidróxido (OH^-) ou o carbonato de sódio, formando um reagente muito conhecido e utilizado pelos laboratórios forenses por suas propriedades quimioluminescentes e é popular pela eficácia na detecção de sangue, muito bem caracterizada pela imediata emissão de luz azul ao entrar em contato com o sangue. Ele foi sintetizado pela primeira vez pelo químico alemão Albrecht, em 1928 e foi o primeiro composto a ser utilizado para a identificação de manchas de sangue, no início do século XX. Atualmente, um dos principais métodos para a sua obtenção é por meio da reação da hidrazina com o ácido 3-nitroftálico, mediante aquecimento, com a posterior redução do grupamento nitro do 5-nitroftalhidrazina para a formação do produto final[1,2,4].

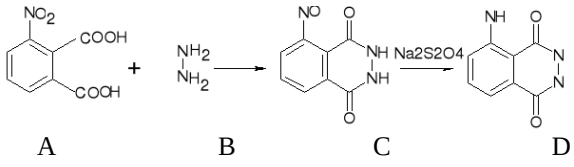

Figura 1. Reação de síntese do luminol a partir do ácido 3-nitroftálico. Em, A) Ácido 3- Nitroftálico; B) Hidrazina; C) 5-Nitroftalhidrazina; D) Luminol. Fonte: VIDOTTO, 2011[1]

O luminol é utilizado na rotina forense como um teste presuntivo ou teste de orientação para a pesquisa de sangue, assim como o teste de benzidina (reagente de Adler-ascarelli), fenolftaleína (reagente de Kastle-Meyer), ortotoluidina e verde malaquita[2].

O luminescente é eficaz para detectar sangue, mesmo depois de lavado diversas vezes devido ao fato de que,

presente nas hemácias, está a hemoglobina que contém íons de ferro em seu grupo heme e agem como o catalisador necessário para desencadear a reação quimioluminescente do luminol. Quando ainda se encontra dentro do organismo, a hemoglobina permanece protegida pelos eritrócitos que possuem mecanismos (enzimáticos e não enzimáticos) para evitar sua desnaturação, mantendo os íons ferro na forma Fe^{2+}. Ao deixar o corpo, o sangue passa a estar exposto a uma série de processos de degradação, passando por hemólises e reações de oxirredução catalisadas em um primeiro momento por enzimas de sua própria estrutura celular e, também, por aquelas presentes em microrganismos que se encontram no ambiente. Sob tais condições, ocorre então a degradação da porção polipeptídica da hemoglobina, e a oxidação do íon ferroso (Fe^{2+}) passa a acontecer deforma espontânea, com a conversão da hemoglobina a meta hemoglobina e, em meio alcalino, este íon passa a coordenar-se com grupos hidroxila em substituição ao O_2, que anteriormente ligava-se ao Fe^{2+}. Esse novo grupo prostético heme composto por íons férricos em que as moléculas de oxigênio estão sendo substituídas por hidroxilas é chamado hematina (ferro protoporfirina) e o ciclo catalítico da reação luminol/sangue é iniciado e finalizado por ele: ao borrifar o reagente sobre uma mancha de sangue, os grupamentos heme férricos (Fe^{3+}) perdem mais um elétron e vão para um novo estado de oxidação, formando dessa forma intermediários instáveis contendo Fe^{4+}, que então catalisam sua oxidação, produzindo assim a luminescência, enquanto são reduzidos novamente a Fe^{3+}. Existem algumas outras proposições para descrever o mecanismo, no entanto está ainda permanece como a mais aceita atualmente[1].

Muito utilizado em investigações forenses, nos locais de crime contra a vida e também um dos mais reconhecidos, o uso do luminol foi determinado como a técnica mais sensível, quando se trata de detecção de manchas de sangue, e relacionado com reação de quimioluminecência[5].

Sob condições básicas ele apresenta uma reação de oxidação, que com a ajuda de um catalisador de metal de transição facilita uma resposta luminescente. Uma das espécies oxidantes típicas utilizadas na reação de luminol é o peróxido de hidrogênio[6].

O peróxido de hidrogênio utilizado como catalisador, normalmente um metal de transição. Em alguns tipos de solventes orgânicos, como o dimetilssulfóxido, pode ser realizada, ou em soluções aquosas com boa resposta, mas usa eficiência ótima ocorre em meio básico[7].

A sensibilidade do luminol permite a detecção de sangue em uma proporção de uma parte em um milhão (1:1.000.000), assim como uma gota de sangue em 999.999 gotas de água[3]. A sensibilidade é capaz de identificar a presença de analito com limites de detecção muito pequenos, ou seja, em concentrações muito baixas de sangue quando utilizado em locais de crime, sua eficácia, em diferentes estudos, demonstra detecção de materiais em superfícies mesmo quando submetido a até dez lavagens[8].

No entanto, ele apresenta limitações, como baixa especificidade, podendo apresentar resultados falso positivos, interagindo com íons metálicos, como ferro, cromo ou cobalto, que catalisam a reação e desencadeiam a emissão de luz pelo reagente, além de outros tipos de agentes oxidantes como peroxidases de vegetais entre outros agentes oxidantes fortes que também reagem com o composto e geram a emissão de luz[9]. O luminol é um composto lábil, necessitando de refrigeração, e o preparo da solução deve ser feito no momento do uso, o que, muitas vezes, dificulta o seu uso no local do crime, além disso, pode comprometer os resultados obtidos nos testes imunológicos confirmatórios para sangue[2].

Desse modo, um estudo com uma vasta gama de substâncias domésticas e industriais que poderiam ser confundidas com a hemoglobina no teste do luminescente forense de sangue foram examinadas. Portanto foram estudadas várias categorias de frutas, vegetais, polpas e sucos, óleos domésticos e comerciais, agentes de limpeza, tintas e vernizes. Um número significativo de substancias, em cada categoria, deram intensidades de luminescência que eram comparáveis com as de hemoglobina não diluída, por pulverização com a solução padrão contendo luminol forense alcalina aquosa e perborato de sódio[10].

Os resultados indicaram que um cuidado especial deve ser tomado para evitar interferências quando a cena do crime estiver contaminada com nabo ou rabanete, e superfícies revestidas com alguns tipos de tinta esmalte. Em menor medida, alguns cuidados devem ser tomados com superfícies cobertas com cerâmica e tinta de poliuretano[10].

Aplicação do luminol em locais de crime contra a vida

A ciência desempenha cada dia mais um papel de relevância nas investigações criminais, tornando-se necessário o desenvolvimento de técnicas para materialização de vestígios e elucidação de um crime[1]. A atividade pericial em um local de crime é regulada pelo Código de Processo Penal (CPP), sendo inserida no título das provas, sendo obrigatória nas infrações penais que deixarem vestígios. Deve ser realizada por perito criminal oficial, que ao final emite um laudo pericial[11].

No local de crime contra a vida, o perito verifica se

este está preservado pela polícia, caso haja alterações, ele registra. Na sequência o perito faz uma vistoria preliminar, elabora o seu plano de ação e faz anotações. Busca vestígios (impressões digitais, sangue, fios de cabelo, objetos, rompimentos de obstáculos, cadáveres) conforme o evento e os fotografa. Efetua as medições e desenha um croqui. Coleta os vestígios com a técnica apropriada, identifica-os e os preserva[11].

Crimes violentos, como homicídio, costumam deixar vestígios, como pegadas de sangue, contudo com o decorrer do tempo, tais vestígios, principalmente os biológicos, podem perder propriedades importantes para a confiabilidade do teste seja por fatores ambientais, ou por manipulação humana, com a intenção de limpá-los para que o fato ocorrido seja encoberto [1,3].

Além da utilização em reações químicas de luminescência, o luminol é tradicionalmente utilizado, por muitas décadas, em análise forense para investigação criminal em detecção de manchas de sangue latente em cenas de crime[12].

Manchas de sangue são extrema importância em um local de crime. Todavia para que isso seja possível, faz-se necessário primeiramente certificar-se de que tais manchas realmente são sangue. Para isso, existem testes de presunção ou testes de orientação, que devem englobar propriedades como rapidez, segurança, sensibilidade e especificidade, além de não reagir com a amostra para não interferir nos testes posteriores como o de DNA[1].
Podem surgir dificuldades na triagem de itens para verificação de casos, em determinados tipos de superfícies, um pobre contraste entre o sangue e o fundo pode significar manchas nem sempre tão evidentes. Métodos de busca indiretos típicos podem ser demorados, e podem resultar em manchas de sangue potencialmente importantes que estão sendo perdidas. Luminol, fluoresceína, peróxido de hidrogênio, luz ultravioleta e fotografia infravermelha foram testados em um esforço para encontrar uma ferramenta de pesquisa rápida segura e eficiente para a aplicação direta em superfícies escuras. Os métodos foram comparados em sensibilidade, especificidade, e capacidade de funcionar em vários tipos de superfícies. Juntamente com os resultados experimentais, foram também comparados a facilidade de utilização, os custos e as considerações de saúde e segurança. O peróxido de hidrogênio é determinado como o mais eficaz, no entanto, onde o sangue é susceptível de ser diluído o luminol apresenta maior sensibilidade[13].

E também, em cenas de crimes, muitas vezes pode haver vestígios de sangue oculto, ou o local pode ter sofrido alterações, o autor do crime pode ter limpado, ou lavado o local para despistar as investigações, na tentativa de encobertar evidencias, são as chamadas manchas por limpeza, contudo, o reagente possui um alto grau de sensibilidade, mesmo tendo passado vários anos da ocorrência do crime[3,4].

O luminol sozinho geralmente não resolve um caso de crime contra a pessoa, é um passo no levantamento do local do crime, mas ele pode revelar informações essenciais para fazer com que uma investigação possa avançar. Amostras ocultas de sangue podem ajudar os peritos criminais localizar o ponto de ataque e até que tipo de arma foi utilizada, pois o projétil de uma arma de fogo faz o sangue aspergir de forma diferente de uma faca. O luminol pode também revelar marcas de sangue em sapatos, determinando para os peritos criminais informações importantes sobre o que o suspeito fez depois do crime[3].

Quando se trata do trabalho dos cientistas forenses, muitos cuidados devem ser levados em consideração, tais como o procedimento da coleta, deve ser realizado utilizando luvas, manipular evidencias de modo correto, realizando trocas de luvas, manter o local bem isolado, evitando circulação de pessoas não autorizadas no local, evidencias com identificação correta e registros prévios, conservação de amostras e embalagens com devida separação. Todos estes são fatores importantes quando se trata de investigação criminal, qualquer descuido, falta de atenção, contaminação, ou erros cometidos pelo perito pode comprometer toda a investigação, inutilizando, dessa forma, quaisquer métodos utilizados, incluindo a utilização da técnica do luminol, que possui considerável confiabilidade. Pois uma vez ocorrido qualquer tipo de erro com o local de investigação anula todo o trabalho, portanto deve-se tratar minuciosamente em detalhes os cuidados com os procedimentos no momento da realização do trabalho de perícia criminal[4].

Toxicidade do luminol

Apesar de apresentar alta sensibilidade à presença de sangue, auxiliar no trabalho dos cientistas forenses na identificação de amostras de sangue, e assim desempenhando uma função importante quanto aos procedimentos de análise das evidencias, o reagente luminescente não foi amplamente adaptado para uso em determinados países. Seu uso tem sido limitado, predominantemente devido a preocupações com a saúde do profissional manipulador do reagente e a respectiva segurança do seu uso[14].

Ainda segundo o autor citado, a fonte que tem desencadeado parte das preocupações relacionadas com a segurança do uso do reagente luminescente parece estar relacionada com informações de um artigo que indica o luminol como agente causador de frequente troca de cromatídeos irmãos no DNA em determinadas condições.

Estudos em cobaias indicaram um aumento da taxa de toxicidade em células de Hamster Chinês, in vitro, quando expostos a diferentes doses de luminol em um intervalo de 12 e 24 horas. No entanto, estes estudos o identificaram apenas como um potencial mutagênico

químico. Não há provas adicionais para se obter estimativas do grau de perigo em relação ao seu uso de rotina. É necessário realizar testes utilizando um sistema de células com a sensibilidade de células humanas normais (tais como linfócitos periféricos humanos), nenhuma avaliação foi feita a respeito de qual a posologia do reagente pode produzir tais efeitos em células humanas[14].

Algumas indicativas apontam que o luminescente pode afetar negativamente o reparo do DNA e recombinação em células de Hamster Chinês in vitro. Esta atividade parece atribuível a capacidade do luminol em inibir a poli (ADP-ribose) polimerase, uma enzima envolvida na resposta a quebras de DNA que possam surgir durante a replicação, reparação e recombinação. Porém ocorrem as limitações, verificando-se que novamente, os testes que envolvem o luminescente não foram estendidos para estudos dos seus efeitos em células humanas[14].

Existem poucas avaliações toxicológicas detalhadas envolvendo o luminol, apenas alguns estudos com animais, nos quais a DL50 (a dose letal para 50% de uma população teste) para o reagente em ratos é relatado como sendo maior que 500mg/kg. Após uma injeção intravenosa de uma dose única de 2,5 mg do luminescente em cadelas, estes estudos relataram uma maior excreção de sódio na urina e diminuição da pressão sanguínea arterial[14].

Outras pesquisas em animais, utilizando uma população teste de ratos para ser realizada uma determinação que pode ser tomada como um ponto de partida para uma caracterização toxicológica geral, quanto ao metabolismo e a disposição do reagente luminescente, que consiste em administração por via oral e intravenosa[15].

Após administração por via oral de uma vasta gama de diferentes doses, o luminescente foi bem absorvido, metabolizado e excretado. Cerca de 90% da dose foi quase totalmente recuperada na urina em um intervalo de 24 (vinte e quatro) horas, na forma de dois metabólitos identificados como LMN (luminol) N 8-glucurónido e LMN (luminol) N 8 com ácido sulfâmico. O produto oxidativo do luminescente ácido 3-aminoftálico aparentemente não foi formado in vivo. Quanto ao metabolismo e disposição na via intravenosa os resultados apresentados foram semelhantes aos anteriores. Com pouca ou nenhuma atividade radioativa presente no tecido em um intervalo de 12 (doze) horas após a aplicação. A excreção da radioatividade na bílis após a injeção intravenosa foi mínima, de 8% da dose em um total de seis horas, e consistia no mesmo glucurónidourinário excretados e conjugados com sulfato[15].

Ainda que não determinado claramente os efeitos do reagente luminescente sobre toxicidade em humanos, existem investigações sobre o seu destino enquanto ocorre sua oxidação produzindo metabólitos pouco, ou insignificantemente absorvidos. Quando metabolizado in vivo, o reagente é rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal, metabolizado e excretado na urina principalmente. Muito pouco de sua molécula é excretada intacta, e seus metabólitos não se acumulam nos tecidos. Demonstra níveis muito baixos de absorção na pele, e em casos da utilização comum por pulverização, sem utilização de máscaras de proteção, pela ausência de estudos publicados que tratam da toxicologia potencial da inalação de gotículas aéreas de solução de luminol, supõe-se que o mesmo seria absorvido através dos alvéolos pulmonares e ao atingir a corrente sanguínea seria rapidamente metabolizado e excretado pelos rins na urina[15].

Deve também levar em conta a toxicidade dos outros componentes utilizados para a formação do reagente quimioluminescente como o peróxido de hidrogênio ou o perborato de sódio e o carbonato de sódio que são irritantes para as mucosas do nariz, garganta e olhos, podem provocar tosse, espirros, asma, doenças respiratórias e lacrimejamento dos olhos. O perborato de sódio possui ação teratogênica e pode levar a lesões oculares graves com DL50 oral de 2.567 mg/Kg em ratos, enquanto que a DL50 oral para o peróxido de hidrogênio é de 800 mg/Kg em ratos[16,17].

Medidas preventivas para a utilização do luminol

Por se tratar de um reagente químico, apresentar níveis de toxicidade parcialmente conhecidos, e embora não apresentando potenciais riscos à saúde do profissional forense, que é passível de exposição excessiva ao produto, a manipulação do luminol deve ser realizada com todos os cuidados necessários, e devem-se levar em consideração os fatores sobre o uso de equipamentos de proteção individual. Por se tratar de segurança e proteção da saúde do manipulador, são estipulados o uso de determinados equipamentos de proteção individual, tais como o uso de máscaras, luvas e jaleco com finalidade de evitar exposição ao produto[18].

Mesmo com os potenciais riscos, ainda que sejam considerados de menor escala em nível de preocupações com lesões e patogenias aos trabalhadores, não são muito conhecidas as intervenções que possam evitar quaisquer tipos de acidentes por contaminações, exposições ou lesões envolvendo produtos como o luminol[19].

É necessária uma melhor implantação de medidas efetivas para reduzir a exposição, com aplicação de regulamentações. Equipamentos de proteção individual, tecnicamente tem o potencial de reduzir os riscos da exposição, porém na prática, o seu uso é mínimo[19].

Não há muitas informações nos estudos sobre drogas preventivas, ou exames de saúde periódicos a serem realizados. Há evidências de que são necessárias implementações de medidas técnicas, que sejam impostas por uma regulamentação para prevenir os riscos ocupacionais[19].

Outro fator muito importante, quando se trata de me-

didas preventivas para cientistas forenses, são as boas práticas de biossegurança em laboratórios, que por objetivo prioriza a prevenção de potenciais riscos de agentes químicos e biológicos. Estas práticas possuem fundamentos em agências reguladoras e orientação com regulamentos e recomendações gerais[20].

No entanto, pesquisas indicaram inadequações nos treinamentos, pouca utilização ou pouca disponibilização de equipamentos de proteção individual, relatos de profissionais que sofreram ferimentos parciais com materiais perfurocortantes e riscos de contaminação por contato direto com a pele ou respingos de compostos químicos[20].

Estes estudos apontaram uma necessidade de uma melhor formação sobre as práticas de biossegurança de maneira geral, englobando informações detalhadas sobre os riscos de contaminações com os materiais utilizados em laboratórios, como os abordados anteriormente (perfurocortantes e compostos químicos). E para alcançar resultados satisfatórios se faz necessário monitoramento local dos treinamentos como exigências das agências reguladoras[20].

4. CONCLUSÃO

Ainda pouco conhecido, principalmente no Brasil, o luminol é um composto químico que, a princípio, foi desenvolvido para auxílio em investigações criminais, como teste presuntivo, utilizado pelos peritos criminais na realização de perícia em locais de crime, principalmente nos casos de crime contra a vida, devido à sua elevada sensibilidade em detecção de vestígios sanguíneos, especialmente os ocultos, ou seja, evidências de sangue que, com o propósito de se anular as investigações, foram submetidas a algum tipo de lavagem, ou limpeza, com o objetivo de que as mesmas desaparecessem por completo. Tentativa que, por muitas vezes, torna-se nula, uma vez que no local seja utilizado o reagente luminescente, que provavelmente pode apontar a existência de tais evidências.

Contudo, ainda que oferecendo vantagens sobre seu uso para auxiliar o trabalho forense, estudos em países europeus indicam que a segurança toxicológica duvidosa, quando se trata da utilização e manipulação do mesmo. E outro fator, que também gera preocupação, é a questão de poucas informações sobre a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)pelos cientistas forenses. Estas são questões das quais ainda apresentam poucos estudos, pois mesmo apresentando potencial risco de toxicidade, não existem, ainda, provas de que o luminol seja nocivo para humanos, e por esta razão se desencadeia a pouca utilização, ou a não adesão dos EPIs.

Desse modo, um meio de se aprofundar os conhecimentos sobre um luminescente como este, seria que se mantivesse uma continuidade dos estudos sobre o mesmo, com a realização de pesquisas, novos testes sobre a sua toxicidade e juntamente ampliar os estudos sobre os interferentes que implicam em resultados falso positivos, pois o composto apresenta alta sensibilidade, no entanto, é necessário maior investigação sobre sua especificidade, sendo este um fato ainda não totalmente comprovado, que por sua vez coloque em risco a confiabilidade do mesmo, portanto todos estes são assuntos dos quais são necessários maior abordagem.

REFERÊNCIAS

1. Vidotto A, Queiroz PR. Técnica de quimioluminescência em manchas de sangue: O uso de luminol para a sua identificação. Acesso em 11 jul. 2013. Disponível em: http://www.cpgls.ucg.br/6amostra/artigos/saude/ananza%20vidotto%20e%20%20paulo%20roberto%20queiroz.pdf.

2. Almeida JP. Influencia dos testes de triagem para detecção de sangue nos exames imunológicos e de genética forense. 49f. Dissertação (Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular). Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Acesso em 20 mai. 2013. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/detalheobradownload.do¿select_action=&co_obra=160402&co_midia=2.

3. Velho JÁ, Geiser GC, Espindula A. Ciências Forenses: Uma introdução às principais áreas da Criminalística Moderna. Campinas, 2012.

4. Chemello E. Ciência forense: Manchas de sangue. Acesso em 25 mai. 2013. Disponível em: http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2007jan_forense2.pdf

5. Creamer JI, Quickenden TI, Crichton LB, Robertson P, Ruhayel R. A comprehensive experimental study of industrial, domestic and environmental interferences with the forensic luminol test for blood. Acesso em 26 jun. 2013. Disponível em: http://www.forensictv.net/downloads/luminol/a_comprehensive_experimental_study_interferences_with_forensic_luminol_test_by_creamer_et_al.pdf.

6. Soderquist TJ, Chesniak OM, Witt MR, Paramo A, Keeling VA, Keleher JJ. Evaluation of the catalytic decomposition of H2O2 through use of organo – metallic complexes – A potencial link to the luminolpresuntive blood test. Acesso em 26 jun. 2013. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/s0379073811005962.

7. Marquette CA, Blum LJ. Aplications of the luminal chemiluminescent reaction in analytical chemistry. Acesso em 17 ago. 2013. Disponível em: http://linkspringer.com/article/10.1007/s00216-006-0439-9.

8. Ponce AC, Pascual FAV. Critical revision of presumptivetests for blood stains.Acesso em 18 mar. 2013. Disponível em: http://projects.mfstc.org/workshops/resources/articles/critical%20revision%20presumptive%20tests%20bloodstains.pdf.

9. Weeb JL, Creamer JI, Quickenden TI. A comparison of the presuntive luminol test for blood with four non- chemiluminescent forensic techniques. Acesso em 20 jul. 2013. Disponível em: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bio.908/abstract.

10. Quickenden TI, Creamer JI. A study of common interferences with the forensic luminol test for blood. Acesso em 20 jul. 2013. Disponível em:

http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bio.657/abstract.
11. Rodrigues CV, Silva MT, Truzzi OMS. Perícia Criminal: uma abordagem de serviços. Gest. Prod., São Carlos. 2010: 17(4).
12. Lewis SW, Barni F. Luminol. Acesso em 12 jul. 2013. Disponível em: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470061589.fsa082/abstract
13. Finnis J, Lewis J, Davidson A. Comparison of methods for visualizing blood an dark surfaces. Acesso em 06 jun. 2013. Disponível em: http://www.ncbi.nhn.nih.gov/pubmed/23601726.
14. Larkin T, Gannicliffe C. Illuminating the health and safety of luminol. [acessoem 20 mai. 2013] Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2007.08.003.
15. Sanders JM, Chen LJ. Metabolism and disposition of luminol in the rat. Acesso em 10 jul. 2013. Disponível em: http://infomahealthcare.com/doi/abs/10.1080/004982500237659%20.
16. Mattos IL, Shiraishi KA, Braz AD, Fernandes JR. Peróxido de Hidrogênio: Importância e determinação. Quím. Nova; 2003: 26(3).
17. Ooga S. Fundamentos de Toxicologia. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2003.
18. Baah G. Manual de segurança biológica em laboratório, 3º edição: Genebra,2004. Organização mundial da saúde. Acesso em 06 ago. 2013. Disponível em: http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/bislabmanual3rddwebport.pdf.
19. Verbeek J, Ivanov I. Essential occupational safety and health interventions for low-and middle –income countries: An Overview of the evidence. Acesso em 23 ago. 2013. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.gov/pubmed/23961329.
20. Ehdaivand S, Chapin KC, Andrea S, Gnepp DR. Are biosafety practices in anatomical laboratories sufficient. A survey of practices and review of current guidelines. Acesso em 21 ago. 2013. Disponível em: http://www.ncbi. nlm.nih.gov/pubmed/23317543.