



REVISTA

# CML

CRIMINALÍSTICA E  
MEDICINA LEGAL

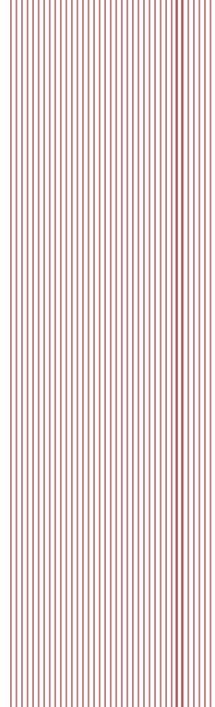
| V.9 | N.1 | BELO HORIZONTE

# 2024



REVISTA

CML



REVISTA

# CML

CRIMINALÍSTICA E  
MEDICINA LEGAL

| V.9 | N.1 | BELO HORIZONTE

# 2024

©2023 by Associação de Criminalística do Estado de Minas Gerais – ACEMG  
©2023 by Valor Editora

Belo Horizonte | 2024



Publicação da Associação de Criminalística do Estado de Minas Gerais – ACEMG  
[www.acemg.org.br](http://www.acemg.org.br)

EDITOR-CHEFE  
Pablo Alves Marinho

EDITORES ASSOCIADOS  
Adelino Pinheiro Silva  
Guilherme Ribeiro Valle  
João Henrique Roscoe Diniz Maciel  
Leonardo Santos Bordoni  
Luciene Menrique Corradi  
Pablo Alves Marinho  
Michelle Moreira Machado  
Sordaini Maria Caligiorne  
Washington Xavier de Paula

EDITORIA DE ARTE, PROJETO GRÁFICO | Valor Editora | Helô Costa

DIAGRAMAÇÃO | Valor Editora | Esther Figueiredo

[www.revistacml.com.br](http://www.revistacml.com.br)  
[revistacml@gmail.com](mailto:revistacml@gmail.com)

REDE SOCIAL  
Instagram | @revistacml  
Responsáveis | Michelle Moreira Machado e Pablo Alves Marinho

Revista Criminalística e Medicina Legal – Belo Horizonte:  
Valor Editora, 2024.  
V. 9, n. 1

Anual  
ISSN 2526-0596 (impresso)  
ISSN 2526-2785 (online)

1. Direito Penal. 2. Criminalística. 3. Medicina Legal  
I. Valor Editora. II. Título

CDU 343.9

Patrocinador

**Orbitae**  
Diagnóstico humano e forense

Realização

**valor**  
EDITORA  
[www.valoreditora.com.br](http://www.valoreditora.com.br)

## EDITOR CHEFE



**Pablo**

**Alves Marinho**

Perito Criminal do  
Instituto de Criminalística  
de Minas Gerais  
Farmacêutico e Mestre  
em Ciências Farmacêuticas

CV: <http://lattes.cnpq.br/1051658516088695>

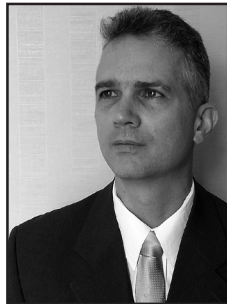
## EDITORES ASSOCIADOS



**Adelino Pinheiro Silva**

Perito Criminal do Instituto de  
Criminalística de Minas Gerais  
Engenheiro Eletricista e Doutor  
em Engenharia Elétrica

CV: <http://lattes.cnpq.br/8373538496107754>



**Guilherme**

**Ribeiro Valle**

Perito Criminal do  
Instituto de Criminalística  
de Minas Gerais  
Médico Veterinário e  
Doutor em Ciência Animal

CV: <http://lattes.cnpq.br/3704564700682053>



**João Henrique**

**Roscoe Diniz Maciel**

Perito Criminal do Instituto  
de Criminalística  
de Minas Gerais  
Engenheiro Eletricista

CV: <http://lattes.cnpq.br/6991390486371691>



**Luciene**

**Menrique Corradi**

Perita Criminal do  
Instituto Médico Legal  
de Minas Gerais  
Odontologista e  
Mestre em Odontologia

CV: <http://lattes.cnpq.br/0627357569035365>



**Michelle Moreira**

**Machado**

Perita Criminal do Instituto  
de Criminalística  
de Minas Gerais  
Veterinária e Mestre  
em Medicina Veterinária

CV: <http://lattes.cnpq.br/5927277925287455>



**Sordaini**

**Maria Caligiorne**

Perito Criminal do  
Instituto de Criminalística  
de Minas Gerais  
Bióloga e Doutora em  
Fisiologia Humana

CV: <http://lattes.cnpq.br/8439562132540938>



**Washington**

**Xavier de Paula**

Perito Criminal do  
Instituto de Criminalística  
de Minas Gerais  
Engenheiro Químico e  
Doutor em Química

CV: <http://lattes.cnpq.br/7959181697121752>



**Leonardo**

**Santos Bordoni**

Médico-Legista do  
Instituto Médico Legal  
de Minas Gerais  
Médico e Mestre em  
Biologia Celular

<http://lattes.cnpq.br/1111795805977184>

## EDITORIAL

A descoberta da existência dos isótopos remonta ao início do século passado, por Frederick Soddy, um químico inglês, em 1913. Nos anos seguintes, foram se acumulando caracterizações de novos isótopos até que, em meados dos anos 50, a ciência isotópica recebeu um grande impulso com os primeiros espectrômetros de massa de razão isotópica e, desde então, vem se desenvolvendo e se consolidando em várias áreas do conhecimento como, por exemplo, geologia, ecologia, agricultura e antropologia. A diversidade de aplicações em várias áreas do conhecimento é, em grande parte, resultado de uma característica marcante da ciência isotópica: a transversalidade da técnica.

Uma vez que se lida com átomos, abrange-se toda a matéria que, em função de variações em processos químicos, físicos e biológicos, pode apresentar, eventualmente, diferenças nas composições isotópicas. As diferentes abundâncias isotópicas, por sua vez, podem ser usadas para caracterizar os materiais e fazer inferências sobre os processos causadores das composições isotópicas distintas. Neste ponto, a ciência isotópica vem de encontro com muitas das necessidades das ciências forenses que, quase sempre, se deparam com a necessidade de se atribuir a origem e a determinação da natureza dos vestígios.

As aplicações forenses dos isótopos estáveis, por sua vez, é algo um pouco mais recente. Porém, vem crescendo exponencialmente desde os anos 90, o que pode ser constatado, por exemplo, com o crescente número de artigos envolvendo simultaneamente os termos “análises isotópicas” e “ciências forenses”.

A multidisciplinaridade da ciência isotópica também se revela dentro da perícia. Ao redor do mundo, análises de isótopos estáveis são utilizadas em perícias documentos cópicas, ajudando, por exemplo, na elucidação da autenticidade de papel moeda; perícias merceológicas, sendo útil na constatação de falsificações/adulterações; na química forense, caracterizando e possibilitando a atribuição de origem de drogas naturais e sintéticas, assim como a caracterização de medicamentos, combustíveis e agrotóxicos; em antropologia forense, podendo contribuir para a atribuição geográfica de restos mortais não identificados e nas perícias ambientais, em crimes contra fauna e flora, ajudando na rastreabilidade geográfica de espécies e, também, em análises geológicas, nos crimes envolvendo o patrimônio mineral

Em 2020, foi criado o LANIF - Laboratório Nacional de Isótopos Forenses, um projeto de caráter transversal e interinstitucional por meio da cooperação entre a Polícia Federal e instituições de pesquisa associadas. O projeto busca desenvolver a aplicação da análise isotópica nas ciências forenses no Brasil, com foco na resolução de casos e investigação científica. Até o momento, a Polícia Federal instalou e colocou em operação três laboratórios: um em Manaus/AM, com foco em crimes ambientais, notadamente extração e venda ilegal de madeira, e dois no Instituto Nacional de Criminalística em Brasília, sendo um focado na análise de água e o outro para análises das demais matrizes e vestígios.

Acredita-se que o projeto consiste em um impulso muito importante para a aplicação das análises isotópicas nos diversos campos das ciências forenses no Brasil, em sintonia com a constante busca pelo desenvolvimento tecnológico da Criminalística no nosso país.

JORGE M. FREITAS  
Perito Criminal Federal  
SEPLAB/DPLAD/INC/DITEC/PF  
LANIF – Laboratório Nacional de Isótopos Estáveis



# O CANIVETE SUÍÇO

DOS TESTES DE NARCÓTICOS E EXPLOSIVOS

VÁRIAS POSSIBILIDADES NO MESMO TESTE.

CONHEÇA  
O TESTE Nº 1  
DO MERCADO

NARCO TESTES E  
TESTES DE EXPLOSIVOS

IDenta  
**Touch&Know**

KIT PARA DETECÇÃO  
DE DROGAS IN NATURA  
EM CAMPO E DETECÇÃO  
DE EXPLOSIVOS

- Coleta fácil, segura e sem sujeira
- Ampla seleção de testes
- Alta precisão com resultados imediatos

Tecnologia Israelense



**Orbitæ**  
Diagnóstico humano e forense

sac@orbitæ.com.br  
www.orbitæ.com.br

**SAC** Serviço de  
Atendimento ao Cliente  
0800 941 0188

# SUMÁRIO

## REVISÃO

### IMPACTO DA MICOLOGIA FORENSE NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

Matheus Pacheco dos Santos, Patricia do Rocio Dalzoto .....11 a 17

### IMPACTOS AMBIENTAIS DO NECROCHORUME – UMA VISÃO DA LITERATURA ACERCA DAS ANÁLISES QUÍMICAS EM RECURSOS HÍDRICOS

Bruna Orlando Corrêa, Carla de Andrade Hartwig ..... 18 a 24

### IMPORTÂNCIA DOS VESTÍGIOS BIOLÓGICOS PARA RESOLUÇÃO DE CRIMES E IDENTIFICAÇÃO DE INDIVÍDUOS

Bruna Ayres Cardoso, Paulo Roberto Martins Queiroz ..... 25 a 34

## RELATO DE CASO

### MORTE EM PICADOR DE MADEIRA: UM ESTUDO DE CASO EM INFORTUNÍSTICA

Victor Wilson Botteon, Lincoln Moraes da Fonseca, Mário César Correa Júnior, Stéfanie Agnes Maciel Dirschnabel ..... 36 a 42

## IMAGEM

### TRAUMA CRANIOENCEFÁLICO E O DIAGNÓSTICO POST MORTEM

Marcus Vinicius Boaretto Cezillo, José Ciongoli ..... 44

### LESÕES POST MORTEM PRODUZIDAS POR MORDEDURAS DE PEIXE

Sávio Augusto Silva de Souza, Frederico Moreira Cardoso Ayres, Lucas Antônio Morais Oliveira, Jéssica Maia Couto Matias ..... 45

## RESENHA

### ODONTOLOGIA LEGAL - DOCTRINA E PRÁTICA PERICIAL

Geraldo Elias Miranda ..... 47 e 48

### PERÍCIA DE INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES - FUNDAMENTOS E METODOLOGIAS APLICADAS À PRÁTICA PERICIAL

Carlos Alberto Trindade .....49 e 50

## NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

..... 52 a 55

| REVISÃO

# IMPACTO DA MICOLOGIA FORENSE NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

**Matheus Pacheco dos Santos\***

Universidade Federal do Paraná, Paraná, Curitiba, Brasil.

**Patricia do Rocio Dalzoto**

Universidade Federal do Paraná, Paraná, Curitiba, Brasil.

## IMPACT OF FORENSIC MYCOLOGY IN THE LAST 30 YEARS

### RESUMO

A microbiologia forense, área das ciências forenses, utiliza microrganismos no intuito de auxiliar na elucidação de crimes, sendo a micologia forense aquela que emprega o estudo dos fungos em perícias criminais. De acordo com diversos autores, embora seja uma área relativamente nova, apresenta um grande potencial na determinação do intervalo post mortem (IPM) quando, por exemplo, se localizam covas clandestinas; na determinação de locais de crimes; na atribuição de culpa a um suspeito relacionando-o ao local do crime e, ainda, em casos de intoxicação fúngica criminosa. O objetivo desta revisão foi fornecer maior visibilidade para o potencial dos fungos em análises forenses. Para tanto elaborou-se revisão de artigos publicados referentes ao tema dos últimos 30 anos (1993-2023). A pesquisa foi realizada por meio das plataformas *Google Scholar* e *PubMed*, empregando as seguintes palavras-chave: “*Micologia forense*”, “*Forensic mycology*”, “*Taphonomic mycota*”, “*Microbiota cadavérica*” e “*Ammonia fungi*”. Foram encontrados 33 trabalhos sobre o tema em português, inglês e espanhol, sendo 23 deles publicados nos últimos 10 anos. Isso evidencia o interesse crescente na micologia forense e seu potencial no âmbito criminal, embora seja uma área ainda incipiente que carece de mais estudos. Pesquisas da funga local, solo, da forma e quantidade de compostos orgânicos que são liberados no solo durante o período de decomposição, são imprescindíveis para que a micologia forense seja considerada precisa e, desta maneira, tenha mais potencial de utilizada na perícia criminal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fungos. Perícia criminal. Micologia forense.

### ABSTRACT

*Forensic microbiology, an area of forensic science, uses microorganisms to help solve crimes, with forensic mycology being the field that uses the study of fungi in criminal investigations. According to several authors, although it is a relatively new area, it has great potential in determining the post mortem interval (PMI) when, for example, clandestine graves are located; in determining crime scenes; in attributing guilt to a suspect by relating him to the crime scene and, also, in cases of criminal fungal poisoning. The objective of this review was to provide greater visibility to the potential of fungi in forensic analysis. To this end, a review of published articles on the subject from the last 30 years (1993-2023) was prepared. The research was carried out through the Google Scholar and PubMed platforms, using the following keywords: “Forensic mycology”, “Forensic mycology”, “Taphonomicmycota”, “Cadavéricamicrobiota” and “Ammonia fungi”. 33 papers on the subject were found in Portuguese, English and Spanish, 23 of which were published in the last 10 years. This highlights the growing interest in forensic mycology and its potential in the criminal field. Although it is still an incipient area that requires further studies, research into local fungi, soil, and the form and quantity of organic compounds that are released into the soil during the decomposition period are essential for forensic mycology to be considered accurate and, therefore, have greater potential for use in criminal investigations.*

**KEYWORDS:** *Fungi. Criminal expertise. Forensic mycology.*

\* matcolono@gmail.com

## INTRODUÇÃO

As ciências forenses compreendem um grupo de áreas que apresentam como objetivo principal auxiliar na elucidação de investigações criminais, englobando dois componentes fundamentais: a justiça e a ciência. A perícia criminal exerce uma função de extrema importância, já que é por meio de laudos periciais que muitas vezes o réu pode ser inocentado ou condenado. Dentre as áreas que estão inseridas neste grupo, pode-se citar: a genética forense, toxicologia forense, entomologia forense, microbiologia forense, micologia forense, botânica forense, entre outras<sup>1-3</sup>.

A biologia molecular teve um grande avanço nas últimas décadas, na área da perícia criminal, com a análise de DNA. A genética forense é de grande importância para a maioria das áreas, auxiliando na identificação humana, de plantas, animais e microrganismos, já que é possível extrair material genético de qualquer fluido ou tecido como urina, saliva, sêmen, pele, mucosas e outros materiais orgânicos<sup>4,5</sup>.

A micologia forense, parte da microbiologia forense que emprega os fungos em análises criminais, é uma área ainda incipiente, porém com grande potencial para auxiliar na elucidação de crimes como: possibilitar a estimativa do intervalo *post mortem*; na descoberta de locais de crimes; na complementação da perícia quando há escassez de provas, entre outros<sup>6</sup>. Esporos fúngicos e seus remanescentes podem ser utilizados para elucidar diversos crimes. A parte da microbiologia forense que os emprega, juntamente com grãos de pólen, é a palinologia. Os esporos podem ser transportados via vento, água, insetos, animais e pelo homem e, em geral, ficam aderidos aos substratos, o que os torna importantes na análise de locais de crime, por exemplo<sup>7,8</sup>. Os basidiomas dos fungos também podem servir de provas, quando crescem na superfície de covas clandestinas, devido à alta concentração de amônia nesses locais, sendo denominados de “fungos pós putrefação”<sup>9</sup>.

Visando evidenciar a importância crescente da micologia forense no âmbito criminal, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de publicações sobre o tema que ocorreram nos últimos 30 anos (1993 – 2023). Ainda, por meio desta revisão, suscitar o interesse pela pesquisa em micologia forense de modo que possa ser empregada com maior confiabilidade nas análises criminais.

## METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica narrativa para identificação e descrição dos estudos publicados sobre micologia forense com intuito de evidenciar sua importância na perícia criminal. Este método de pesquisa consiste em coletar e analisar publicações para que possibilite uma discussão teórica sobre o tema em questão<sup>10</sup>.

A pesquisa foi realizada nas plataformas de busca *Google scholar* e *PubMed*, com intervalo de tempo de 30 anos (1993-

2023), e foram utilizadas cinco palavras-chave para a busca. São elas: “*Micologia forense*”, “*Forensicmycology*”, “*Taphonomycota*”, “*Microbiota cadavérica*” e “*Ammoniafungi*”.

Foram obtidas 33 publicações, sendo 23 dos últimos dez anos. Os anos com maior número de publicações foram 2017 (quatro), 2013 (três), 2014 (três), 2019 (três) e 2021 (três). Destes, cinco foram publicadas em português, oito em espanhol e 20 em inglês.

## MICOLOGIA FORENSE

Os fungos são eucariotos dispersos por meio de esporos, estruturas reprodutivas produzidas por reprodução sexuada, assexuada ou ambas. A dispersão da grande maioria é passiva, ou seja, dispersos por agentes externos como sementes, vento, chuva, insetos, entre outros. Estes organismos podem apresentar morfologia filamentosa ou leveduriforme e alguns podem ser dimórficos, dependendo especialmente da temperatura do ambiente em que se encontram. Os fungos apresentam uma fisiologia interessante: são capazes de crescer em diferentes substratos, como solo, madeira, folhas e tecidos vivos ou mortos, sendo importantes decompositores da matéria orgânica<sup>6</sup>. Desta forma, o estudo dos fungos na decomposição cadavérica torna-se uma área de interesse, pois, assim como as bactérias, participam ativamente do processo de decomposição de humanos e outros animais. Sob esta perspectiva, surge a micologia forense, área que se utiliza da análise dos fungos para auxiliar investigações criminais.

A micologia forense apresenta grande potencial para determinar o tempo de morte, ou intervalo *post mortem*, fornecer informações residuais para complementação de provas, corroborar a identificação da causa da morte, esclarecer casos de alucinações ou envenenamento, auxiliar na localização de cadáveres e, até, elucidar quais agentes biológicos utilizados em guerras biológicas<sup>6</sup>.

### *Intervalo post mortem (IPM)*

Uma das principais aspirações de uso da micologia forense é determinar o intervalo *post mortem* (IPM) que busca determinar o intervalo de tempo da morte do indivíduo até a sua descoberta. Um dos primeiros trabalhos publicados utilizando fungos para determinar o IPM foi realizado por Voorde e Van Dijk (1982)<sup>11,12</sup> em um caso em que a polícia belga encontrou o corpo de uma mulher em sua casa com ferimentos de faca. O estado de putrefação e a presença de fungos indicava que o crime ocorrera em algumas semanas antes do encontro do corpo. Para estimar o intervalo de tempo em que a mulher estava morta, pesquisadores decidiram coletar amostras dos fungos presentes no cadáver e cultivá-los em laboratório nas mesmas condições em que foram encontrados. Foram cultivados a 12°C, mesma temperatura da casa que era controlada pela presença de um termostato. Deduziu-se, então, por meio do acompanhamento do

crescimento fúngico, que a mulher estava morta há pelo menos 18 dias. Este experimento possibilitou a identificação dos fungos cadavéricos que pertenciam aos gêneros: *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Hormodendron*, *Mortierellae* *Penicillium*. Esses gêneros são comumente encontrados no ar (anemófilos), mas também podem ser patógenos vegetais e alguns até são capazes de causar doenças em humanos e em outros animais. Possivelmente, esses fungos estavam presentes no ambiente em que a morte ocorreu e colonizaram o corpo, utilizando a matéria orgânica para seu crescimento.

Outro caso em que os fungos contribuíram para a resolução de um crime foi em 1996, quando uma jovem foi encontrada morta em seu apartamento. O patologista forense constatou que havia certo grau de mumificação no cadáver e com isso era necessário definir o tempo de morte. Havendo presença de mofo verde azulado no corpo, foram coletadas amostras e mensurado o tamanho das colônias. Foram identificados *Penicillium* e *Mucor*. Um micologista estudou e cultivou as amostras em dois meios artificiais, sendo um com condições semelhantes ao que o corpo foi encontrado (4°C) e outro em temperatura ambiente (21°C - 24°C). Comparando com a taxa de crescimento dos fungos, inferiu-se que a morte ocorrera, no mínimo, três a quatro semanas antes do encontro do corpo. O estudo realizado pelo micologista corroborou a investigação do caso que resultou na condenação de um homem à prisão perpétua<sup>13</sup>. Neste caso especificamente, os fungos foram ferramentas importantes na elucidação do crime, levando em conta que as condições do ambiente eram bem peculiares quando do encontro do corpo que se apresentava bem preservado. A baixa temperatura reduziu a atividade dos microrganismos e a decomposição aconteceu mais lentamente, levando à mumificação de algumas partes do cadáver. Isso não ocorre com frequência e, na verdade, os odores da putrefação é que levam, muitas vezes ao encontro de corpos em residências, por exemplo.

Um caso em que a micologia forense foi de extrema importância, dada a ausência de insetos no cadáver, foi o de um homem, no Japão, que caiu dentro de um poço em seu quintal. O corpo estava parcialmente imerso em água, a uma profundidade de 30 cm. A temperatura no poço estava constante, entre 12°C a 13,8°C, com umidade perto de 100%. Os fungos que haviam colonizado o cadáver foram coletados e identificados como *Penicillium* sp. e *Aspergillus terreus*. Esses fungos geralmente colonizam um indivíduo entre três a sete dias e, juntamente com a informação de que o homem foi visto pela última vez 12 dias antes do encontro do corpo, ficou evidenciado que ele se encontrava morto há aproximadamente dez dias<sup>14,15</sup>. A ausência de insetos é observada quando os corpos são encontrados submersos e isso dificulta a determinação do tempo de morte, uma vez que os insetos compõem a fauna cadavérica, importante para a determinação do IPM. A avaliação do crescimento fúngico, neste caso, se mostrou fundamental, sobretudo devido à ausência de outros dados que são exami-

nados na entomologia forense.

Restos de alimentos também podem fornecer informações referentes ao IPM, conforme publicação de Hawksworth, Wiltshire (2015)<sup>13</sup>. No nordeste de Londres, uma mãe foi indicada por negligência após deixar seus três filhos sozinhos em um apartamento, resultando na morte de um deles. De acordo com a mãe, o tempo em que os filhos ficaram sozinhos foi de um final de semana. Foram encontradas 14 evidências que contribuíram para sua condenação. As colônias fúngicas encontradas nos alimentos deixados pela mãe foram identificadas, medidas e comparadas com as publicações já existentes referentes à taxa de crescimento desses fungos (*Aspergillus niger* e *Geotrichum candidum*) com condições de temperaturas semelhantes às temperaturas medidas no apartamento. O resultado dessa análise inferiu que os alimentos deixados para as crianças estavam, no mínimo, prontos há dez dias. A mãe declarou-se culpada frente a essas evidências. O crescimento dos fungos em alimentos é bastante comum, uma vez que são capazes de crescer em diferentes substratos e, em consequência, são considerados como degradadores de alimentos, alterando suas propriedades organolépticas. Neste caso, provavelmente, os fungos eram provenientes do ar e contaminaram o alimento que ficou exposto por diversos dias, propiciando a visualização de colônias fúngicas que surgem após alguns dias da germinação dos esporos.

Ishiet *al.* (2006)<sup>16</sup> realizaram um dos primeiros trabalhos a fim de descrever os fungos presentes em cadáveres humanos. Foram analisados fungos encontrados em dois cadáveres em estados de decomposição diferentes, sendo um esqueletizado e outro mumificado. Em ambos os casos foi identificado o gênero *Eurotium*. No corpo que estava na fase de esqueletização, também foi constatado o gênero *Gliocladium* sp., sendo o gênero *Eurotium* mais numeroso. Vale ressaltar outro estudo realizado em cadáveres humanos realizado por Di Piazza *et al.* (2018)<sup>17</sup> quando discutiu-se dados micológicos coletados em um período de seis semanas em um necrotério, sendo este um ambiente controlado. O estudo demonstrou o padrão de crescimento das colônias fúngicas em dois indivíduos que vieram a óbito com condições ambientais e padrões de vida diferentes. Um dos indivíduos faleceu no hospital que normalmente é um ambiente com padrões sanitários ideais. Já o outro foi encontrado em casa três dias após o óbito, em condições sanitárias precárias. Como resultado, foram constatados diferentes padrões de crescimento fúngico nos cadáveres durante as seis semanas. Nos casos apresentados no estudo, as condições ambientais e condições de vida dos dois homens podem explicar o resultado obtido. O primeiro apresentou uma colonização limitada à cavidade oral. O segundo apresentou 63% da face e 40% da superfície do corpo colonizados. O estudo concluiu que, por meio de uma análise profunda das colonizações fúngicas presentes em cadáveres, é possível inferir condições ambientais do local de encontro do corpo, IPM e se o cadáver foi transferido do local original do óbito.

## Intoxicação fúngica

Os fungos, como ferramentas em casos de intoxicação, também são importantes para auxiliar na elucidação de casos criminais. Essa intoxicação pode ser acidental ou deliberada, podendo ser fatal. Muitas vezes essas intoxicações não levam à morte do indivíduo, pois dependem da quantidade consumida e da sua tolerância ao efeito da toxicidade. Muitas culturas e estilos de vida utilizam organismos selvagens para o consumo, e essa situação pode ser agravada, por exemplo, quando a colheita de cogumelos selvagens não é realizada por profissionais<sup>18,19</sup>. Os sintomas podem ser tanto rápidos como tardios, a depender dos danos em órgãos internos. Os fungos mais tóxicos são produtores de toxinas, como as amanitinas, giromitrina e muscarina. A ingestão de pequenas quantidades pode ser fatal. Quando há suspeita de intoxicação por fungos tóxicos, é necessário colher tanto o conteúdo estomacal/intestinal como remanescentes do cogumelo para posterior análise<sup>6</sup>.

Em um caso de intoxicação, no Japão, relatado por Gommori e Yashioka (2003)<sup>20</sup>, um casal consumiu cogumelos durante o almoço e no jantar. Pela manhã, o homem foi levado ao hospital, porém acabou falecendo. Sua esposa foi encontrada morta na cama. Após a realização de uma perícia forense na casa do casal, foram encontrados restos do cogumelo *Amanita phalloidesna pia*. Após a autópsia realizada no casal, foi constatada a presença de  $\gamma$ -amanitina no sangue, fígado e cérebro das vítimas. Este cogumelo é fatal quando ingerido e representa uma das principais causas de morte por ingestão de fungos.

Outro caso<sup>13</sup> em que houve morte por intoxicação, relatou que um homem morreu 4 dias após a ingestão de *Ayahuasca* (infusão de plantas sul-americanas da floresta tropical) em uma cerimônia xamânica. Após a polícia ser informada que o falecido tinha o hábito de consumir cogumelos, foi encontrado, em seus pertences, um cogumelo identificado como *Psilocybe semilanceata*. O cogumelo em questão produz a psilocibina que, quando sofre a desfosforilação, torna-se um composto farmacologicamente ativo chamado de psilocina (substância que apresenta potencial alucinógeno para seres humanos). Foi realizada uma análise do conteúdo estomacal e intestinal e foi constatada não só a presença de esporos do fungo, como, também, pólen de cannabis e sementes da papoula do ópio (*Papaver somniferum*). A acusação que seria de assassinato cometido pelo xamã foi reduzida a posse de drogas<sup>13</sup>. Este caso evidencia a importância da necropsia e análise toxicológica complementar do cadáver, pois a morte por intoxicação pode ocorrer por várias substâncias, que podem ser facilmente identificadas, tornando a elucidação da causa da morte mais confiável.

## Fungos pós putrefação

Os fungos chamados de pós-putrefação, e fungos de amônia, apresentam potencial para atuar como marcadores de túmu-

los clandestinos e para estimar o intervalo após o sepultamento. A sucessão de produção e exteriorização dos basidiomas, ou ascomas desses fungos, e o uso do nitrogênio (N), fornecem a base para a estimativa do intervalo pós- sepultamento. É chamado de sucessão de exteriorização de basidiomas, ou ascomas, quando um grupo de fungos é substituído por outro. A sucessão é dividida em dois estágios: inicial e tardio. Os fungos de estágio inicial são os ascomicetos, mitosporicos e os basidiomicetos saprotróficos que podem produzir estruturas reprodutivas (basidiomas) de um a dez meses após sua fertilização em solo que contenha uréia e NH<sub>4</sub> (amônio), ou outros materiais, que contenham compostos nitrogenados que liberem NH<sub>3</sub> (amônia) durante a decomposição. Os fungos do estágio tardio são as ectomicorrizas, do filo *Basidiomycota*, que podem produzir basidiomas de um a quatro anos após a fertilização. A frutificação ocorre em resposta ao nitrogênio orgânico e altas concentrações de amônio e nitrato<sup>21-23</sup>. Um dos principais gêneros de fungos pós-putrefação, e que apresenta potencial para análises forenses, é o *Hebelomaque* é constatada documentalmente em locais onde há carcaças de animais<sup>24</sup>.

Apesar de ser lento o progresso da verificação dos fungos para identificação de covas clandestinas, sua utilização para indicar mudança na cena do crime é bastante promissora. Os fungos apresentam crescimento geotrópico, em que a estipe cresce verticalmente, e o pílio, horizontalmente. Quando há perturbação no ambiente que altere a forma de crescimento do fungo, eles se reorientam para crescer de forma geotrópica. Essa reorientação acaba causando deformações que podem ser utilizadas para o reconhecimento de perturbações no local do crime<sup>25</sup>.

Realizou-se, na Argentina, um estudo para identificar fungos presentes no solo sob um determinado cadáver. Foram coletadas pequenas amostras de solo abaixo corpo, a 15 m de distância, e armazenados em bolsas herméticas. Foram realizadas culturas em laboratório para a devida identificação. Encontraram-se quatro espécies pioneiras colonizadoras de solos modificados devido à decomposição, sendo elas: *Dichotomomyces cepjii*, *Talaromyces trachyspermus*, *Talaromyces flavus* e *Talaromyces udagawae*. Uma das espécies que chamou atenção dos pesquisadores foi *Talaromycesudagawae*, pois além de ser o primeiro registro na Argentina, também consistiu na primeira vez em que foi encontrado em relação a cadáveres humanos, apontando um certo potencial para a identificação de solos que apresentam cadáveres humanos em decomposição<sup>26,27</sup>.

A decomposição de cadáveres apresenta um impacto profundo nas comunidades do solo. Conforme a decomposição progride, ficam evidentes os padrões de sucessão da comunidade do solo, conforme mostra o estudo realizado por *Xiaoliang et al.* (2019)<sup>28</sup>. Nesse trabalho, foram comparados os impactos da decomposição nas comunidades fúngicas em condições internas e externas, e evidenciou-se que há diferenças significativas entre essas comunidades.

Alguns estudos realizados no Brasil são bastante promissores para a utilização da micologia forense. Moreira Filho

(2008)<sup>29,30</sup> demonstrou as espécies de fungos de interesse forense encontradas durante os períodos da decomposição: gasoso, coliquativo e esqueletização. Durante o período gasoso, foram encontrados isolados de fungos filamentosos e de leveduras. A análise dos fungos filamentosos revelou os seguintes gêneros: *Aspergillus ssp.*, sendo o mais numeroso, com 63 amostras, seguido por *Penicillium spp.*, com 21 amostras, quatro de *Mucorssp.*, dois de *Acremoniums pp.*, um de *Trichoderma spp.*, um de *Fusarium spp.* e dois de *Geotrichum spp.* As leveduras encontradas pertencem aos gêneros *Candida spp.* (44 amostras) e *Trichosporon spp.* (cinco amostras). Durante o período coliquativo, houve uma diminuição nas colônias de fungos. Os isolados filamentosos foram representados pelos gêneros *Aspergillus*, com três amostras; *Penicillium spp.*, com duas amostras; *Acremonium sp.*, com uma amostra. Em relação às leveduras, foi observada apenas a presença do gênero *Candidaspp.*, com seis amostras. Já no período de esqueletização, as colônias fúngicas voltaram a aparecer com mais intensidade. No que se refere aos isolados filamentosos, 22 são representados pelo gênero *Aspergillus spp.*; 18 pelo *Penicillium spp.*; dez representados pelo *Mucorssp.*; dois por *Acremonium spp.* e um por *Trichoderma sp.* Para os isolados de leveduras, constatou-se os gêneros *Trichosporon sp.* e *Candida sp.*, ambos com uma amostra. Esse trabalho demonstrou que fungos filamentosos são observados mais comumente quando o cadáver não está em estado ativo de putrefação, embora ainda possam ser isolados, e que as leveduras crescem em maior número no período coliquativo. Isso corrobora as características fisiológicas desses fungos e essa informação pode ser utilizada em estudos futuros, levando em consideração o que se espera encontrar em cada fase da decomposição.

Outra contribuição brasileira é o trabalho realizado por *Goebel et al.* (2013)<sup>31</sup>, quando foram analisados os fungos presentes na carcaça de suínos devido ao fato de que essa espécie animal apresenta semelhanças anatômicas e fisiológicas com os humanos. O estudo foi realizado na região metropolitana do Rio Grande do Sul, Brasil, durante o verão. Foram utilizados dois suínos (*Sus scrofa domestica*) que foram acondicionados em gaiolas para evitar a ação predatória, onde cada gaiola estava equipada com um termômetro analítico e um higrômetro usados para mensurar as temperaturas máximas e mínimas, bem como a umidade do local, respectivamente. Uma gaiola ficou exposta ao sol, com o animal acondicionado em saco plástico, e a outra em mata fechada durante 30 dias. Os fungos isolados foram predominantemente dos gêneros *Candida spp.* e *Penicillium spp.*. A positividade das amostras, a partir do vigésimo dia, foi bem relevante, pois esse intervalo do dia 20 ao 30 foi o necessário para a reprodução e desenvolvimento dos fungos e sua adequada identificação.

Outro trabalho semelhante ao anterior que avaliou a sucessão fúngica em suínos, foi publicado por Rodrigues (2014)<sup>32</sup>, realizado na cidade de Florianópolis-SC. O experimento foi semelhante ao anterior, porém foi utilizado apenas uma carcaça

de suíno (*Sus scrofa L.*) de 20 Kg. Como resultado das 29 coletas, foram identificados os seguintes gêneros leveduriformes: *Arthrographis sp.*, *Candida spp.*, *Rhodotorula sp.* Os gêneros filamentosos identificados são: *Acremonium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Curvularia sp.*, *Mucor sp.* e *Scedosporium*. O trabalho apresentou algumas diferenças no número de gêneros, quando comparado com o realizado por *Goebel et al.* (2013). Um fator que pode ter contribuído para essa diferença é o número de coletas realizadas, sendo que o primeiro autor realizou cinco coletas, enquanto Rodrigues (2014) realizou 29. Ainda dentro das análises fúngicas em suínos, temos dois trabalhos realizados no Peru. O primeiro, publicado por *Julca et al.* (2017)<sup>33,34</sup>, que encontrou amostras de dois gêneros leveduriformes (*Candida spp.* e *Rhodotorula sp.*) e seis gêneros filamentosos (*Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Bipolaris sp.*, *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.* e *Fusarium sp.*). O segundo, publicado por *Delgado* (2022)<sup>35</sup>, obteve amostras de sete gêneros de fungos filamentosos (*Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Bipolaris sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, e *Microsporum sp.*) e um gênero leveduriforme (*Candida spp.*). Vale ressaltar outro estudo realizado com suínos na Espanha. O intuito desse trabalho foi demonstrar o melhor método de coleta para evidências fúngicas, comprovar a eficácia e identificar as colônias fúngicas coletadas de carcaças provenientes de sepultamentos experimentais<sup>36</sup>.

Este tipo de estudo com humanos apresenta dificuldades, por razões éticas. Mas, esses trabalhos, devido ao fato de utilizarem animais com semelhanças fisiológicas com o ser humano, permitiu o acompanhamento da colonização da microbiota cadavérica até que os fungos pudessem ser observados e isolados. Isso lança uma luz sobre o potencial dos fungos na determinação do IPM.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises forenses não são isoladas. Elas podem vir a ser integradas por diferentes áreas que atuam em conjunto para a elucidação de casos. Assim, a importância dos fungos para a perícia criminal é evidenciada por meio de diversas publicações, sendo de grande valia, a princípio, como complemento, nos casos em que há ausência de provas.

A micologia forense, apesar de incipiente, é bastante promissora para as ciências forenses. Os fungos, como importantes decompositores da matéria orgânica, fazem parte do processo de decomposição cadavérica e apresentam um grande potencial para auxiliar na determinação do intervalo *post mortem*, como um adicional em investigações forenses. A análise de fungos, nesse tipo de trabalho, também pode fornecer dados acerca dos gêneros e espécies relacionados à decomposição humana, contribuindo com estudos da microbiota cadavérica. Entretanto, sua realização não se limita apenas para esse fim, podendo ser empregada, também, em casos que envolvam intoxicação. Além

disso, pode ser realizada, também, para determinar locais de crimes, covas clandestinas e provar que determinado suspeito esteve presente em uma cena de crime.

Apesar do interesse crescente sobre micologia forense, ainda há escassez de estudos e publicações sobre o tema, o que limita sua aplicação. Portanto, por enquanto, não se utiliza essa ferramenta como prova concreta de um crime, e sim apenas como complemento para corroborar outras análises. Pesquisas da funga local, bem como da fisiologia dos fungos encontrados, do solo, da forma e quantidade que compostos orgânicos são liberados no solo durante o período de decomposição, são imprescindíveis para que a micologia forense seja considerada precisa e, desta maneira, tenha mais potencial de ser utilizada na perícia criminal.

## REFERÊNCIAS

- Fachone P, Velho L. Ciência forense: interseção justiça, ciência e tecnologia. *Revista Tecnologia e Sociedade*. 2007;3(4):139-161.
- Lakatos RF. Examining the potential use of fungi in forensic Science. West Lafayette [Tese]. Faculty of Purdue University; 2019.
- Jamali S. The use of fungi in in the criminal investigation process in Iran. *Forensic Science Today*. 2020;6(1):24-25.
- Decanine D. O papel de marcadores moleculares na genética forense. *Revista Brasileira de Criminalística*. 2016;5(2):18-27.
- Rossi IA, Rodas PAB, Silva FI, Torres N, Gerometta RMR. Actualizaciones en la tafonomía y su relación con la Micología forense: revisión bibliográfica. *Libro de Artículos Científicos en Salud*. 2022.
- Hawksworth DL, Wiltshire PEJ. Forensic mycology: the use of fungi in criminal investigations. *Forensic Science International*. 2011;206(1-3):1-11.
- Wiltshire PEJ, Hawksworth DL, Webb JA, Edwards KJ. Palynology and mycology provide separate classes of probative evidence from the same forensic samples: A rape case from Southern England. *Forensic Science International*. 2014;244:186-195.
- Wiltshire PEJ. Mycology in palaeoecology and forensic science. *Fungal Biology*. 2016;120(11):1272-1290.
- Jasim NO. Forensic Mycology: Fungal Evidences in Forensic Analysis: A Review. *Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*. 2021;12(2):100-103.
- Brizola J, Fantin N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. *Revista de Educação do Vale do Arinos-RELV*. 2016;3(2):23-39.
- Van de Voorde H, Van dijck PJ. Determination of the time of death by fungal growth. *Z. Rechtsmedizin*. 1982;89:75-80.
- Julca GM. Micología Forense: Nueva Alternativa para la Determinación del Intervalo Post Mortem. *Revista Skopein - Criminalística y Ciencias Forenses*. 2016;4(13):70-75.
- Hawksworth DL.; Wiltshire PEJ. Forensic mycology: current perspectives. *Research and Reports in Forensic Medical Science*. 2015;5:75-83.
- Hitosugi M, Ishii K, Yaguchi T, Chigusa Y, Kurosu A, Kido, M *et al*. Fungi can be a useful forensic tool. *Legal Medicine*. 2006;8(4):240-242.
- Costa FS. Aplicações da micologia forense no âmbito criminal: uma revisão bibliográfica. Manaus [Trabalho de conclusão de curso]. Universidade do Estado do Amazonas; 2017.
- Ishii K, Hitosugi M, Kido M, Yaguchi T, Nishimura K, Hosoya Tet al. Analysis of fungi detected in human cadavers. *Legal Medicine*. 2006;8(3):188-190.
- Di Piazza S, Zotti M, Barranco R, Cecchi G, Greco G, Ventura F. Post-mortem fungal colonization pattern during 6 weeks: Two case studies. *Forensic Science International*. 2018;289:18-23.
- Tranchida MC; Cabello MN. Micología forense. In: Ayón MR. *Biología Forense*. Tucumán: Opera Lilloana; 2019. p. 80-91.
- Illana-Esteban C. Micología forense. *Boletín de Sociedad Micologica de Madrid*. 2013;37:229-244.
- Gonmori K, Yoshioka N. The examination of mushroom poisonings at Akita University. *Legal Medicine*. 2003;5:S83-S86.
- Carter DO; Tibbett M. Taphonomic mycota: fungi with forensic potential. *Journal of Forensic Science*. 2003;48(1):1-4.
- Carter DO; Tibbett M. Mushrooms and taphonomy: the fungi that mark woodland graves. *Mycologist*. 2003;17(1):20-24.
- Barbosa MA, Ferreira MJL, Santos ERR, Santos EC, Gomes BS. Aplicações de fungos em estudos forenses no processo de degradação cadavérica. 2012;7(1):10-18.
- Haelewaters D. Hebeloma, pioneer genus in forensic mycology. *FUNGI*. 2013; 6:47-48.
- Tranchida MC, Pelizza SA, Eliades LA. The use of fungi in forensic science, a brief overview. *Canadian Society of Forensic Science Journal*. 2021;54:1-14.
- Tranchida MC; Cabello MN. The mycology as forensics tool. *Advanced Techniques in Biology & Medicine*. 2017;5(226):2379-1764.
- Berruezo LB, Tranchida MC. Micología Forense. *Revista Skopein - Criminalística y Ciencias Forenses*. 2014;2(3):42-45.
- Xiaoliang F, Juanjuan G, Finkelbergs D, Jing H, Lagabaiyila Z, Yadong G et al. Fungal succession during mammalian cadaver decomposition and potential forensic implications. *Scientific reports*. 2019;9(1):12907.
- Moreira Filho RE. Micologia forense: a dinâmica da microbiota fúngica na investigação do período post mortem. Fortaleza: [Dissertação]. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Médica da Universidade Federal do Ceará; 2008.
- Sidrim JJC, Moreira Filho RE, Cordeiro RA, Rocha MFG, Caetano EP, Monteiro AJ, et al. Fungal microbiota dynamics as a *post mortem* investigation tool: focus on *Aspergillus*, *Penicillium* and *Candida* species. *Journal of Applied Microbiology*. 2010;108:1751-1756
- Goebel CS, Oliveira FM, Severo LC, Picanço JB, Alho CS. Análise micológica durante a decomposição cadavérica. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*. 2013;12(1):28-32.
- Rodrigues TB. Avaliação da sucessão fúngica em carcaça de suíno (*Sus scrofa* L.) Para a determinação de intervalo *post mortem*. Florianópolis: [Trabalho de conclusão de curso]. Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina; 2014.

33. Julca GM, Barandiaran GL, Solano FAC. Hongos de Interés Forense Presentes en Cadáver de Sus scrofa L. (Cerdo), Expuestos en Condiciones de Campo. *Revista Skopein - Criminalística y Ciencias Forenses*. 2017;5(17):42-49.
34. Julca GM. Hongos presentes durante la descomposición cadavérica de Sus scrofa L. (cerdo), expuestos en condiciones de campo y su utilidad en la determinación del intervalo *post mortem*. Lambayeque-Perú, Setiembre 2016 –Febrero 2017. Lambayeque: [Trabalho de conclusão de curso]. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”;2017.
35. Delgado EMF. Hongos en la descomposición cadavérica de sus scrofa l. (cerdo) en las condiciones de campo del sector el almendral jaén. Setiembre - diciembre 2019. Jaén: [Tese]. Universidad Nacional de Jaén;2022.
36. Gutiérrez A, Guàrdia L, Nociaróva D, Malgosa A, Armentano N. Taphonomy of experimental burials in Taphos-m: The role of fungi. *Revista Iberoamericana de Micología*. 2021;38(3):125–131.

## IMPACTOS AMBIENTAIS DO NECROCHORUME – UMA VISÃO DA LITERATURA ACERCA DAS ANÁLISES QUÍMICAS EM RECURSOS HÍDRICOS

**Bruna Orlando Corrêa\***

Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

**Carla de Andrade Hartwig**

Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

### *ENVIRONMENTAL IMPACTS OF NECROSLURRY – A VIEW OF THE LITERATURE ON CHEMICAL ANALYZES IN WATER RESOURCES*

#### **RESUMO**

Os cemitérios são considerados atividades de risco de contaminação ambiental por proporcionarem mudanças nas condições naturais das águas subterrâneas e do solo. Tais riscos ocorrem devido ao processo de decomposição dos cadáveres que libera variados compostos que são filtrados para o solo abaixo da sepultura. O contaminante principal resultante da decomposição é um líquido viscoso, de cor castanho-acinzentada, chamado necrochorume. Dentre outros compostos, apresenta, em sua composição, cadaverina e poliamina putrescina, substâncias tóxicas que, se ingeridas, podem causar mutações genéticas. Ademais, por ser um líquido, a solução escorre das covas para os aquíferos subterrâneos, com potencial de contaminá-los devido à presença de vírus e bactérias patogênicas em sua constituição. Tendo em vista as possíveis contaminações, análises de controle das águas subterrâneas e superficiais são recomendadas para a manutenção do meio ambiente. A contaminação das águas pelo necrochorume é de difícil comprovação e avaliação devido à inexistência de legislação e estudos para estabelecer parâmetros de análise no Brasil. Assim, este trabalho teve como objetivo o levantamento bibliográfico das publicações recentes na literatura referentes às análises químicas conduzidas em regiões próximas a cemitérios, tendo os recursos hídricos como amostras. A partir dos resultados apresentados, intencionou-se traçar um panorama acerca das principais análises químicas realizadas em águas vizinhas a cemitérios, e suas particularidades em relação à contaminação desses ambientes. Foram escolhidas sete publicações que correspondiam aos critérios e proposta da discussão. Das publicações selecionadas, a maioria não conseguiu comprovar efetivamente a contaminação por necrochorume, considerando a ausência de estudos representativos desta área, metodologias analíticas específicas e legislações a respeito.

**PALAVRAS-CHAVE:** Necrochorume. Contaminação ambiental. Águas subterrâneas. Análises químicas. Revisão.

#### **ABSTRACT**

*Cemeteries are considered activities that pose a risk of environmental contamination because they cause changes in the natural conditions of groundwater and soil. Such risks occur because the process of decomposition of corpses releases various compounds, which are filtered into the soil below the grave. The main contaminant from decomposition is a grayish-brown viscous liquid called necroslurry. It has cadaverine and putrescine polyamine in its composition, toxic substances that, if ingested, can cause genetic mutations. Furthermore, as it is a liquid, the solution drains from the pits into underground aquifers, carrying pathogenic viruses and bacteria. In view of possible contamination, analyzes of groundwater and surface water control are recommended for the maintenance of the environment. Water contamination by necroslurry is difficult to prove and evaluate due to the lack of legislation and studies to establish analysis parameters in Brazil. Thus, this work aimed to survey the literature of recent publications in the literature, referring to chemical analyzes conducted in regions close to cemeteries, using water resources as samples. Based on the results presented, it was intended to outline an overview of the main chemical analyzes carried out in waters adjacent to cemeteries, and their particularities in relation to the contamination of these environments. Seven publications were selected which matched the criteria and discussion proposal. Out of*

\*bruna.orlandoc@hotmail.com

*the selected publications, most were unable to effectively prove contamination by necroslurry, considering the absence of representative studies in this area, specific analytical methodologies and legislation in this regard.*

**KEYWORDS:** *Necroslurry. Environmental contamination. Groundwater. Chemical analysis. Revision.*

## INTRODUÇÃO

Registros da cultura de enterrar seus mortos em lugares específicos existem desde o início da história da humanidade. Esses locais reservados aos sepultamentos de corpos são denominados de cemitérios e são, atualmente, o destino mais comum dado aos mortos<sup>1</sup>. Na Idade Média, por exemplo, vítimas de doenças contagiosas eram enterradas de maneira imprópria em locais abertos, causando a disseminação de agentes patogênicos, o que agravou epidemias no período<sup>2</sup>.

Os cemitérios são considerados atividades de risco de contaminação ambiental por proporcionarem mudanças nas condições naturais das águas subterrâneas e do solo. Esses riscos ocorrem devido ao processo de decomposição dos cadáveres que libera variados compostos que, por sua vez, são lixiviados para o solo abaixo da sepultura. O contaminante principal resultante da decomposição é um líquido viscoso, de cor castanho-acinzentada, chamado necrochorume<sup>3</sup>.

O necrochorume, proveniente do fenômeno de decomposição dos corpos no cemitério, pode ser definido como uma solução aquosa rica em substâncias orgânicas degradáveis e sais minerais, além de conter elevadas concentrações de diferentes tipos de bactérias, protozoários e vírus causadores de doenças transmitidas hidricamente. Apresenta viscosidade maior que a água, densidade média de 1,23 g/cm<sup>3</sup>, odor forte e desagradável, pH entre 5 e 9 em temperaturas de 23 a 28°C, polimerizável e grau variado de patogenicidade<sup>4</sup>.

Com o intuito de proteger as águas subterrâneas da infiltração do necrochorume, garantir a decomposição natural do cadáver e evitar a contaminação do solo, foram regulamentados e estabelecidos critérios mínimos para a implantação de cemitérios pelas Resoluções CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) n° 335<sup>5</sup> de 3 de abril de 2003, n° 368<sup>6</sup> de 28 de março de 2006 e a n° 402<sup>7</sup> de 17 de novembro de 2008<sup>8</sup>.

Independentemente disso, pode-se comparar as necrópoles com aterros sanitários, sendo que em ambos ocorre o enterramento de materiais inorgânicos e orgânicos. Porém, existe uma agravante nos cemitérios: a matéria orgânica pode conter vírus e bactérias que foram causadores da morte do indivíduo, colocando em risco a saúde pública e o meio ambiente<sup>9</sup>.

Outrossim, há outras fontes de contaminação significativas como a geração de resíduos sólidos produzidos a partir de objetos deixados pelos familiares nos túmulos e jazigos (velas, flores, papéis, fotos, entre outros), da deterioração das construções já existentes no local e, se não dispostos adequadamente, dos procedimentos de exumação<sup>10</sup>.

Tendo em vista as possíveis contaminações, análises de

controle das águas subterrâneas e superficiais são recomendadas para a manutenção do meio ambiente. De forma geral, nestes casos são realizados estudos com parâmetros de análise relacionados à legislação vigente de balneabilidade e potabilidade. São eles: microbiológicos (principalmente *Escherichia coli*), físico-químicos (pH, turbidez e cor aparente) e avaliação da presença de contaminação por necrochorume por meio da detecção da bactéria *Clostridium perfringens*<sup>11</sup>. Entretanto, outros parâmetros podem ser monitorados, buscando-se resultados mais específicos.

A contaminação das águas pelo necrochorume é de difícil comprovação e avaliação pela inexistência de legislação e estudos para estabelecer parâmetros de análise no Brasil. Porém, tal poluição é danosa à saúde do homem, da flora e dos animais, havendo, no Capítulo V da Lei de Crimes Ambientais<sup>12</sup>, previsão de sanções aplicáveis a quem desobedecer a esse regulamento<sup>13</sup>.

Assim, este trabalho teve como objetivo o levantamento bibliográfico das publicações recentes na literatura referentes às análises químicas conduzidas em regiões próximas a cemitérios, tendo os recursos hídricos como amostras. A partir dos resultados apresentados, traçou-se um panorama acerca das principais análises químicas realizadas em águas vizinhas a cemitérios, e suas particularidades em relação à contaminação desses ambientes, ainda que a correlação da possível contaminação com necrópoles próximas envolva parâmetros bastante diversos.

## METODOLOGIA

Neste trabalho, realizou-se um levantamento de produções científicas recentes referentes ao tema nas bases de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico e Research Gate, utilizando-se, de forma combinada, as palavras-chave 'análises químicas', 'cemitério', 'necrochorume', 'água subterrânea' e 'contaminação ambiental'. Adotou-se, para nortear a revisão bibliográfica, a realização de um panorama das principais produções científicas sobre o tema entre os anos de 2012 e 2022. Foram utilizados artigos e dissertações escritos em português. Utilizou-se como critérios de exclusão publicações duplicadas e aquelas que não tinham relação com o tema.

## CEMITÉRIOS E CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

### *Tipos de Cemitério*

Há quatro tipos de cemitério atualmente no Brasil: tradicional (horizontal), vertical, parque/jardim e crematório. Os tradicio-

nais são aqueles constituídos de fileiras de covas de até 5m de profundidade, com nenhuma ou pouca arborização, podendo ou não conter ornamentação. Neles acontece a rápida decomposição do cadáver com liberação de poluentes gasosos e líquidos, pois os corpos são dispostos próximos ao solo<sup>14</sup>. As desvantagens dos cemitérios tradicionais são a possível contaminação das águas subterrâneas e proliferação de animais e insetos transmissores de doenças, alto custo de construção e manutenção, interferência direta na estética urbana e a ocupação de grandes áreas<sup>15</sup>.

Os cemitérios verticais são prédios de dois ou mais pavimentos acima do solo onde o sepultamento dos corpos ocorre em compartimentos (gavetas) que devem conter sistemas de vedação dos líquidos e gases provenientes da decomposição para não extravasarem para a área comum<sup>15</sup>. A maior desvantagem deste tipo de cemitério é a liberação de gases sem tratamento devido a irregularidades na vedação das gavetas ou da própria construção dos prédios<sup>16</sup>.

Cemitérios parque, ou jardim, caracterizam-se pelas covas no solo cobertas de grama e árvores, e ausência de túmulos, ornamentos e construções. Nesse tipo de necrópole não há o tratamento do necrochorume em virtude dos corpos serem enterrados sem a vedação para os gases e líquidos resultantes da decomposição, podendo causar contaminação das águas subterrâneas e do solo, além de disseminarem doenças<sup>15</sup>.

Já em crematórios, os cadáveres são incinerados até restarem somente cinzas colocadas em caixas mortuárias que podem ser de material biodegradável<sup>12</sup>. Este método de disposição é o mais ambientalmente correto e higiênico quando realizado conforme a Lei de registros Públicos, N° 6.015 de 31 de dezembro de 1973<sup>17</sup>.

### *Necrochorume*

Seguindo a morte, o cadáver ganha uma aparência plástica e pálida, perdendo a textura dos tecidos. Na primeira fase da decomposição, inicia o surgimento de manchas roxo-esverdeadas quando, então, os fluidos corporais e sangue ficam acumulados (primeiro no abdômen) durante as etapas de *Pallor Mortis*, *Algor Mortis*, *Rigor Mortis* e *Livor Mortis*<sup>18</sup>.

Após essa fase, as bactérias intestinais entram no processo de fermentação, liberando gases e aumentando o volume do corpo. As partes moles são reduzidas e o necrochorume começa a ser produzido e liberado no período de coliquação. Entre 3 a 5 anos de decomposição, acontece a fase de esqueletização. Neste período as partes moles não estão mais presentes e o corpo é reduzido a ossos. Portanto, o necrochorume não é mais liberado<sup>12</sup>.

Um corpo médio pesando 70 kg e medindo 1,70 m de altura libera cerca de 30L de necrochorume durante a decomposição. Alguns parâmetros podem alterar a quantidade da solução e aumentar o Intervalo Pós Morte (IPM) relacionado à sua libera-

ção, como porcentagem de gordura corporal, peso do indivíduo, tipo de caixão utilizado, umidade, ação de animais e insetos necrófagos e temperatura. Nos cadáveres corpulentos enterrados em solos de umidade alta, as enterobactérias não conseguem digerir a matéria orgânica a tempo fazendo com que a gordura corporal passe por alterações químicas quando, então, sua textura fica quebradiça e sua coloração amarela apresentando uma aparência de sabão. Esse processo denomina-se saponificação e, quando ocorre, causa um prolongamento da fase de coliquação, ou seja, o necrochorume fica sendo liberado por um período mais extenso<sup>16,19</sup>.

A maioria das bactérias presentes no necrochorume são as *enterobactérias* Gram-negativas. Por exemplo, *Escherichia coli* e *Clostridium welchii* são causadoras de doenças como toxi-inflamações alimentares, tétano e febre tifoide, além de, também, serem portadoras do vírus da hepatite A. Porém, bactérias gram-positivas, como a *Clostridium perfringens*, também existem, sendo este um potencial indicador de contaminação por necrochorume. Esses microrganismos ficam confinados no lúmen estomacal e intestinal, mas, com a morte do indivíduo, ocorre a lise da membrana plasmática das células causando o extravasamento do conteúdo intercelular e tornando o ambiente ideal para a proliferação de bactérias<sup>20</sup>.

O necrochorume apresenta ainda, em sua composição cadaverina e poliaminaputrescina, substâncias tóxicas que, se ingeridas, podem causar mutações genéticas, mais especificamente ligadas ao DNA (ácido desoxirribonucleico), resultando no aumento e disfunção do fígado e pulmões. Ademais, por ser um líquido, o necrochorume escorre das covas para os aquíferos subterrâneos com potencial de contaminá-los devido à presença vírus e bactérias patogênicos em sua composição<sup>21</sup>.

### *Contaminação Ambiental*

Cemitérios são semelhantes a aterros sanitários devido ao fato de ambos servirem de depósito de matéria orgânica e inorgânica. Entretanto, os cemitérios apresentam a agravante de que a matéria orgânica depositada ali detém uma carga de bactérias e vírus patogênicos que podem ter sido a causa da morte do indivíduo. Ainda, pode conter uma concentração elevada de metais pesados procedentes dos medicamentos consumidos pela pessoa durante a sua vida, restaurações dentárias com amálgama, quimioterapia, radioterapia, próteses ortopédicas, entre outras fontes. Essas características fazem com que o necrochorume proveniente de cemitérios, em virtude de sua toxicidade e grau de periculosidade ao meio ambiente e à saúde pública, seja consideravelmente mais tóxico do que o chorume de aterros sanitários, por exemplo<sup>22</sup>.

Complicações adicionais aos cemitérios são os processos de embalsamamento e tanatopraxia realizados pelas funerárias nos corpos antes de serem enviados para as necrópoles. Esses procedimentos introduzem bálsamo e resinas, no caso do embal-

samamento, e fluidos como formol, nitrato e acetato de potássio, tinta de cromo e glicerina, na técnica da tanatopraxia, ambos realizados no cadáver humano. Os produtos utilizados não são degradados na decomposição do corpo e, com a chuva, acabam sendo lixiviados para as águas subterrâneas e solo<sup>23,24</sup>.

Ainda, os caixões empregados nos enterros podem conter tintas, verniz e metais tóxicos como níquel, cobre e chumbo que, somados ao mercúrio proveniente do procedimento de assepsia do cadáver, provocam elevação do acúmulo de metais naturalmente presentes no solo com potencial de acarretar aumento da infertilidade da terra e podendo chegar aos rios e lagoas impactando a qualidade da água e afetando a vegetação local. Esta vegetação contaminada, quando ingerida pela fauna, pode causar disfunção de algumas células cerebrais dos animais, alucinações, cefaleia e irritabilidade. Como esta alta quantidade de metal no organismo não é metabolizada, a toxicidade é carregada pela cadeia alimentar, representando um sério problema de saúde pública<sup>25,26</sup>.

### *Tratamento do Necrochorume*

Devido aos vários poluentes provenientes de cemitérios, há uma concordância na literatura de que devem ser implementados meios de tratamento e mitigação do necrochorume e dos substratos da decomposição de cadáveres nas necrópoles<sup>8</sup>. Além da observação às resoluções CONAMA n° 335/035 e CONAMA n° 368/066, podem ser utilizados filtros biológicos, mantas e pastilhas adsorventes e sepultamentos alternativos como, por exemplo, aqueles realizados com caixões biodegradáveis feitos de materiais reciclados<sup>5,6,27</sup>.

No Brasil, os cemitérios verticais são a alternativa mais utilizada para amenizar os impactos ambientais do necrochorume, pois, desta maneira, inibidores de gases derivados da decomposição dos cadáveres podem ser instalados<sup>8</sup>.

Além da instalação dessas e/ou outras maneiras de tratamento e mitigação da contaminação por necrochorume, sugere-se, também, a implantação de poços de monitoramento das águas subterrâneas nos cemitérios e nos domicílios das redondezas. Amostras desses poços poderiam ser analisadas periodicamente, como aquelas realizadas em águas de balneários e rios, visando identificar contaminação por necrochorume provenientes de cemitérios próximos<sup>8,15</sup>.

### *Análises Químicas em Águas Próximas a Cemitérios*

Como ainda não existe uma metodologia estabelecida para a análise de possíveis contaminantes resultantes do necrochorume em recursos hídricos, pesquisadores que desejam realizar essa análise recorrem a literaturas já publicadas ou utilizam parâmetros dos Valores Máximos Permitidos (VMPs) normatizados, atualmente, pela Portaria GM/MS (Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde) n° 888 de 4 de maio de 2021<sup>28</sup>.

As publicações selecionadas para a construção do panorama, principal objetivo deste trabalho, são exemplos da situação citada acima, cujos autores utilizaram padrões de potabilidade da água estabelecidos pelo Ministério da Saúde, ou adicionaram possíveis indicadores de contaminação.

### *Legislação brasileira*

O Brasil não tinha nenhuma legislação federal específica sobre a construção e manutenção de cemitérios até o ano de 2003, quando, então, foi promulgada a resolução CONAMA n° 3355 que descreve o licenciamento ambiental de cemitérios verticais e horizontais. Esta resolução estabeleceu critérios mínimos para a instalação de futuros cemitérios visando proteger os lençóis freáticos de infiltrações por necrochorume e garantir a decomposição natural dos cadáveres<sup>5,15</sup>.

Em 2006, a resolução CONAMA n° 3686 proibiu a instalação de cemitérios em áreas de preservação permanente ou que podem provocar desmatamento da Mata Atlântica em terrenos onde existem sumidouros, cavernas, rios subterrâneos e onde o lençol freático fique a menos de 1,5m da base das sepulturas (distância medida em período chuvoso)<sup>6,12</sup>.

A resolução mais recente é a CONAMA n° 402 de 20087, que atualiza prazos de adaptação de cemitérios construídos antes de 2003 e dispõe sobre implementação de novas necrópoles. Também inclui indenizações de possíveis vítimas e recuperação de áreas atingidas<sup>8,27</sup>.

### **ANÁLISES QUÍMICAS CONDUZIDAS EM REGIÕES PRÓXIMAS À CEMITÉRIOS**

Considerando-se os critérios de seleção de publicações científicas expressos na metodologia, no período indica do foram escolhidas sete publicações que estavam de acordo com a proposta da discussão descrita de forma detalhada a seguir.

Em uma análise das águas subterrâneas vizinhas ao cemitério tradicional do Campo Santo, na cidade de Salvador –BA, Santos e colaboradores<sup>11</sup> realizaram inspeção das águas de oito poços rasos nos períodos chuvoso e seco, resultando em 18 amostras, e utilizaram parâmetros microbiológicos (*C. perfringens* e *E. coli*) e físico-químicos (turbidez, cor aparente e pH). As referidas análises foram realizadas utilizando-se técnicas analíticas descritas no Standard Methods of Examination of Water and Wastewater<sup>29</sup>, em atenção às normas internacionais e nacionais mais recentes, e os resultados expressaram contaminação por *C. perfringens* em cinco poços dos avaliados na estação chuvosa, e em todos os oito poços no período seco<sup>11</sup>.

A contaminação verificada foi considerada, pelos autores, como relacionada ao cemitério em questão devido à ausência de indicadores de poluição fecal (*E. coli*) e à presença da bactéria anaeróbica *C. perfringens* (clostrídios sulfitos-redutores – CSR) resultante da decomposição dos cadáveres<sup>11</sup>.

Xavier et al.<sup>30</sup> analisaram 30 amostras de águas de poços semiartesianos e rasos entre 10 e 400 m do cemitério tradicional São Sebastião em Arquimedes – RO. Foram utilizados parâmetros físico-químicos (teor de cloro, temperatura no momento da coleta, cor, pH e turbidez) e microbiológicos (coliformes totais, termotolerantes e *E. coli*), porém, neste estudo, não foi citada a bactéria *C. perfringens* como possível indicador de contaminação por necrochorume. Os resultados foram fornecidos pelo Laboratório Central de Saúde Pública de Porto Velho – RO que indicaram valores para os variados parâmetros condizentes com aqueles exigidos na Portaria n° 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde<sup>31</sup>, com exceção de uma amostra de um poço a 30 m do cemitério onde foi detectada a presença de *E. coli*<sup>30,31</sup>.

Em 2012, Silva, Rodrigues e Oliveira<sup>16</sup> realizaram a análise microbiológica da bactéria *E. coli* em águas de chafarizes e pontos próximos ao cemitério municipal da cidade de São José da Laje – AL. Os resultados foram elaborados pela Vigilância Sanitária do município e pelo Laboratório Central de Saúde Pública de Alagoas. Os laudos indicaram a contaminação das águas com *E. Coli*. Porém, os autores afirmaram que os documentos foram pouco descritivos e incompletos por não detalharem quais das amostras estavam contaminadas e nem demonstrarem o nível de contaminação, bem como a relação da contaminação verificada com a atividade necrófaga próxima<sup>16</sup>.

Outra metodologia analítica publicada por Luz, Morales e Maia<sup>32</sup>, em 2019, foi identificação de putrescina e cadaverina em águas subterrâneas de poços utilizados para consumo no entorno do cemitério horizontal Divino Espírito Santo, na cidade de Itacoatiara – AM. A análise foi realizada em cinco pontos denominados P1, P2, P3, P4 e P5: P1-Poço tubular do Serviço de Autônomo de Saúde e Esgoto (SAAE) localizada a 50 m do cemitério; P2, P4 e P5 correspondem escolas a 100, 300 e 400 m de distância, respectivamente; P3-Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais, distanciada a 200 m<sup>32</sup>.

Foi utilizado, para análise das 15 amostras (cinco pontos de coleta em triplicata), um espectrofotômetro UV-Visível de varredura no intervalo de comprimento de onda entre 200 a 300 nm. Com os padrões analíticos, foram determinados os intervalos ideais para a identificação das aminas bioativas, entre 200 a 228 nm, com pico de detecção (maior absorbância) em 200 nm, para a putrescina, e entre 238 e 250 nm, com pico em 239 nm, para cadaverina<sup>32</sup>.

Todos os pontos analisados estavam contaminados. Porém, a Escola Municipal Dep. Vital de Mendonça (P5) apresentou a maior concentração de putrescina, com média de  $4,10 \times 10^{-3}$  mol/L, e a segunda mais elevada de cadaverina, com  $7,56 \times 10^{-3}$  mol/L. O ponto mais contaminado com cadaverina foi a Escola

Estadual Professora Maria Luiza de Vasconcelos Dias (P4), com concentração média de  $8,96 \times 10^{-3}$  mol/L<sup>32</sup>.

Santos e Marques<sup>33</sup> utilizaram parâmetros semelhantes aos primeiros dois artigos descritos. Porém, não foi realizada nenhuma análise microbiológica. Foram coletadas quatro amostras de duas nascentes próximas ao cemitério tradicional municipal da cidade de Muzambinho – MG (duas coletas por nascente). Os autores relataram usar técnicas analíticas conforme a Portaria n° 2.914 do Ministério da Saúde. Também foram avaliados os parâmetros de cor, odor, sabor, pH, nitrato, nitrito, cálcio, turbidez, ferro, cloretos, cobre, zinco e manganês. Entretanto, somente o pH e a concentração de cloretos tiveram alterações quando comparados com os Valores Máximos Permitidos (VMP). Com esses resultados, a conclusão foi de que as nascentes não estavam contaminadas por necrochorume<sup>33</sup>.

Seguindo parâmetros e métodos analíticos análogos aos de Santos e colaboradores<sup>11</sup>, Almeida, Ramos e Viroli<sup>34</sup> realizaram a análise da qualidade da água subterrânea em quatro poços nas proximidades do cemitério horizontal Bom Jesus, no município de Paraíso do Tocantins – TO. Desses poços foram coletadas, no total, oito amostras e realizadas análises físico-químicas (pH, turbidez, cor, condutividade, cloreto e sólidos totais dissolvidos) e microbiológicas (coliformes fecais e totais). Os resultados obtidos estavam todos em conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria n° 2.914/11 do Ministério da Saúde, ou seja, nenhum dos poços analisados foi considerado como contaminado por necrochorume<sup>34</sup>.

A pesquisa mais recente relacionada ao tema, e selecionada para discussão neste trabalho, foi publicada em 2020, por Santos<sup>35</sup>. O autor utilizou parâmetros bacteriológicos (coliformes fecais e totais), físico-químicos (turbidez, condutividade, sódio, potássio, cálcio, ferro, magnésio, zinco, cobre, manganês, bicarbonato, carbonato, enxofre, cloro e cloreto, cádmio, chumbo, nitrito, nitrato e dureza) e, também, eletromagnéticos por meio de um aparelho GPR (*Ground Penetrating Radar*), para a análise das águas subterrâneas de poços rasos (entre 7 e 10 m de profundidade) localizados em áreas residenciais entorno do cemitério parque/jardim Campo da Paz, na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ<sup>35</sup>.

Os resultados foram apresentados por meio de um mapa da qualidade da água subterrânea rasa no entorno do cemitério, com uma escala de péssimo a ótimo. Segundo o autor<sup>35</sup>, sete dos 15 poços avaliados se situam na área de qualidade considerada péssima ou ruim, demonstrando que existe uma contaminação inicial das águas subterrâneas próximas ao cemitério<sup>35</sup>.

Todos os parâmetros utilizados nas referências bibliográficas detalhadas acima estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Quadro dos parâmetros analíticos utilizados nas metodologias das publicações selecionadas e suas conclusões.

| Parâmetros avaliados   | Conclusões  | Referências |
|--|---|-------------|
| Turbidez; Cor aparente; <i>E. coli</i> ; <i>C. perfringens</i> ; pH  | Amostras analisadas foram consideradas contaminadas por necrochorume  | [11]        |
| Turbidez; pH; Temperatura; Teor de Cl; coliformes totais; <i>E. coli</i>   | Não foi concluída a poluição por necrochorume, pois somente uma das amostras apresentou contaminação microbiológica | [30]        |
| <i>E. coli</i>   | Contaminação pela bactéria analisada, porém não relacionou esses resultados com o cemitério                         | [16]        |
| Cadaverina; Putrescina   | Poluição cadavérica encontrada em todos os pontos de análise  | [32]        |
| Turbidez; pH; Cor aparente; Cloretos; Nitratos; Nitritos; Elementos (Ca, Cu, Zn, Mn, Fe)   | As amostras das nascentes não demonstraram contaminação   | [33]        |
| Turbidez; pH; Cor aparente; Cloreto; Condutividade; Sólidos totais dissolvidos; coliformes totais; coliformes fecais   | Nenhum dos poços analisados foi considerado poluído por necrochorume  | [34]        |
| Turbidez; pH; coliformes fecais; coliformes totais; Carbonato/Bicarbonato; Enxofre; Cl/Cloreto; Dureza; Nitrito; Elementos (K, Na, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe, Cd, Pb) | Considerou-se os resultados como uma contaminação inicial por necrochorume  | [35]        |

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as análises descritas pelas publicações selecionadas, e o levantamento bibliográfico realizado sobre a contaminação de recursos hídricos por necrochorume proveniente de cemitérios, considera-se de suma importância a ampliação dos estudos envolvendo este poluente. Acrescenta-se a relevância de pesquisas que indiquem uma metodologia e parâmetros analíticos capazes de confirmar com clareza e precisão a contaminação hídrica proveniente de necrópoles.

A implementação de métodos de tratamento do necrochorume, em atendimento às normas já estabelecidas pelas resoluções CONAMA n° 335/03, 368/06 e 402/08, adicionados aos tipos de necrópoles, podem ser, em conjunto, uma alternativa eficaz de mitigação da contaminação. Ademais, a instalação de poços de monitoramento nos cemitérios, e nas suas redondezas, seria o mecanismo mais simples e eficiente para pesquisas ambientais e acompanhamento da situação das águas subterrâneas.

## REFERÊNCIAS

- Menezes AS, Morais SRS, Pimenta TR, Guedes JSM. Resíduos dos cemitérios: contaminação ambiental e saúde pública. IX Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, XV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e III Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade. 2017;4(2):1305-1316.
- Kemerich PDC, Ucker FE, Borba WF. Cemitérios como fonte

de contaminação ambiental. Revista Scientific American Brasil. 2012;1:78-81.

- Pinheiro TM. Contaminação ambiental causada pelo necrochorume proveniente de cemitérios. INOVAE – Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation. 2018;6:144-171.
- Bacigalupo R. Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais. História, natureza & espaço. 2012;1(1).
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Diário Oficial da União. 28 mai 2003.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 368, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da Resolução n° 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Diário Oficial da União. 29 mar 2006.
- Brasil. Resolução CONAMA n° 402, de 17 de novembro de 2008. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução n° 335, de 3 de abril de 2003. Diário Oficial da União. 18 nov 2008.
- Hino TM. O necrochorume e a questão ambiental dos cemitérios. Revista Especialize On-line IPOG. 2015;(10).
- Anjos RM. Cemitérios: uma ameaça à saúde humana? [internet]. CREA – SC;2013[Acesso em 22 de dezembro]. Disponível em: <<https://portal.crea-sc.org.br/cemiterios-uma-ameaca-a-saude-humana/?print=pdf>>.
- Alves KJR, Ferreira JMF. Análise de impactos ambientais em cemitérios jardins. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2015.
- Santos AGS, Moraes LRS, Nascimento SAM. Qualidade da água subterrânea e necrochorume no entorno do cemitério do

- Campo Santo em Salvador-BA. *Revista de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*. 2015;3(1):39-60.
12. Brasil. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 1998.
13. Fernandes DA. O efeito do necrochorume no meio ambiente e sua imputação penal. *Amazon's Research and Environmental Law*. 2014;2(1):6-27.
14. Betiatio AC, Souza FX, Bini MC. A morte, atividade cemiterial e meio ambiente. *RevistaGepesvida*. 2015;1(2):121-141.
15. Kemerich PDC, Bianchini DC, Frank JC, Borba WF, Weber DP, Ucker FE. A questão ambiental envolvendo cemitérios no Brasil. *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM; Revista Monografias Ambientais – REMOA*. 2014;13(5):3777-3785.
16. Silva CO, Rodrigues LBO, Oliveira RS. Impactos ambientais causados pelo necrochorume do cemitério municipal da cidade de São José da Laje/AL. *EDUCTE: Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas*. 2012;3(2).
17. Brasil. Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973: Dispõe sobre os registros públicos, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 1973.
18. Dias MF. Determinação do intervalo post-mortem (PMI) através do estudo de microRNA's (miRNA's) extraídos de manchas de sangue colhidas a cadáveres [Dissertação de Mestrado]. Porto: Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto. 2017.
19. Baltazar FN, Cavallari ML, Carvalho E, Tolezano JE, Muños DR. Entomologia forense e saúde pública: relevância e aplicação. *Boletim Epidemiológico Paulista*. 2011;8(87):14-25.
20. Novo PP. Microbiologia Forense e Estimativa do Intervalo Post-mortem [Dissertação de Mestrado]. Porto: Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto. 2017.
21. Pereira F. Estudo dos efeitos biológicos da poliaminaputrescina em diferentes organismos-teste [Tese de Doutorado]. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 2017.
22. Almeida AM, Macedo JAB. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. *Seminário de Gestão Ambiental – Um convite a interdisciplinaridade*. 2005.
23. Souza M, Botelho RA. Métodos Artificiais de Tanatoconservação. *Saúde, Ética & Justiça*. 1999;4(1-2):33-47.
24. Pacheco A. Cemitério e meio ambiente [Tema de Livre Docência]. São Paulo: Dedalus, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 2000.
25. Palma SR, Silveira DD. A saudade ecologicamente correta: a educação ambiental e os problemas ambientais em cemitérios. *Revista Monografias Ambientais*. 2011;2(2):262-274.
26. Nogueira CO, Costa Júnior JE, Coimbra LB. Cemitérios e seus impactos ambientais no Brasil. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*. 2013;9(11):331-344.
27. Francisco AM, Silva AK, Souza CS, Santos FC. Tratamento do necrochorume em cemitérios. *Atas de Saúde Ambiental*. 2017;5(1):172-188.
28. Brasil. Ministério da Saúde, Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021: Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*. 2021.
29. STANDARD methods for the examination of water and wastewater. Washington Dc: American Public Health Association; 2005.
30. Xavier NS, Oliveira AB, Silva ES, Pinheiro SA, Alves ER. Análise de impacto ambiental pelas potencialidades de contaminação por necrochorume em um cemitério na cidade de Ariquemes – RO. *V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais*. 2014.
31. Brasil. Ministério da Saúde, Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*. 2011.
32. Luz MAM, Morales BF, Maia PJS. Contaminação das águas subterrâneas por cemitérios: influência do necrochorume na qualidade da água do entorno do cemitério Divino Espírito Santo em Itacoatiara, Amazonas. *30º Congresso ABES: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. 2019.
33. Santos LRF, Marques JP. Análise físico-química de nascentes potencialmente contaminadas por necrochorume no município de Muzambinho [internet]. Minas Gerais: CNMA; 2016 [Acesso em 08 jan 2017]. Disponível em: <<http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016>>.
34. Almeida JN, Ramos ML, Viroli SLM. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas entorno do cemitério Bom Jesus no município Paraíso do Tocantins [internet]. Tocantins: IFTO; 2017 [Acesso em 08 jan 2017]. Disponível em: <<https://prop.ifto.edu.br/ocs/index.php/jjce/8jjce/paper/viewFile/8522/3818>>.
35. Santos CJ. Avaliação do aquífero raso no entorno do cemitério Campo da Paz, Campos dos Goytacazes, RJ, utilizando geofísica e relatórios de poço. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6(4):21094-21103.



# IMPORTÂNCIA DOS VESTÍGIOS BIOLÓGICOS PARA RESOLUÇÃO DE CRIMES E IDENTIFICAÇÃO DE INDIVÍDUOS

**Bruna Ayres Cardoso**

Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, Brasil

**Paulo Roberto Martins Queiroz\***

Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, Brasil

## *IMPORTANCE OF BIOLOGICAL TRACES FOR SOLVING CRIMES AND IDENTIFYING INDIVIDUALS*

### RESUMO

A identificação de vestígios em cenas de crime é fundamental para a reconstrução do cenário e identificação de envolvidos. O objetivo deste trabalho foi demonstrar, por meio de uma revisão narrativa, a relevância das amostras biológicas para identificar indivíduos e ajudar a compreender o que ocorreu em um local de crime utilizando artigos, preferencialmente, publicados no período compreendido entre 2009 a 2023. O sangue pode ser identificado por meio de testes presuntivos e confirmatórios, bem como pode ser usado para determinar seu local de origem mediante métodos como *stringing* e tangente. As impressões digitais são usadas para identificar indivíduos perante seus padrões e disposição de poros, utilizando pó ou reagentes químicos. A identificação de fluidos corporais é crucial para determinar o tipo de crime cometido, por meio da identificação do tipo de fluido por métodos químicos. Com essas evidências, é possível determinar onde e como o crime foi cometido, bem como quem eram os envolvidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vestígios biológicos. DNA. Sangue. Impressão digital. Fluidos corporais.

### ABSTRACT

*The identification of vestiges in crime scenes is fundamental for the reconstruction of the scenario and the identification of those involved. The objective of this work was to demonstrate, through a narrative review, the relevance of biological samples to identify individuals and help to understand what happened at a crime scene using articles, preferably, published in the period between 2009 to 2023. Blood can be identified through presumptive and confirmatory tests, as well as can be used to determine its place of origin, through methods such as stringing and tangent. Fingerprints are used to identify individuals based on their patterns and arrangement of pores, using powder or chemical reagents. The identification of body fluids is crucial for determining the type of crime committed, through identification of the type of fluid by chemical methods. With this evidence, it is possible to determine where and how the crime was committed as well as who was involved.*

**KEYWORDS:** *Biological traces. DNA. Blood. Fingerprint. Body fluid identification.*

## INTRODUÇÃO

A análise de uma cena de crime é crucial para uma investigação criminal, pois, a partir da análise de evidências físicas achadas no local, utilizando métodos científicos, é possível reconstruir eventos ao redor do crime<sup>1</sup>.

Segundo o art. 158-A, §3º, do Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941, “Vestígio é todo objeto ou material bruto, visível ou latente, constatado ou recolhido, que se relaciona à infração penal”<sup>2</sup>. Sendo assim, qualquer elemento encontrado em uma cena de crime pode ser considerado como um potencial vestígio<sup>3</sup>.

A análise de amostras biológicas é considerada um procedimento forense padrão para auxiliar na detecção e investigação de diversos casos. Em locais de crime são encontrados vestígios biológicos, tais como sangue, secreções corporais, saliva, impressões digitais, fios de cabelo, entre outros<sup>4</sup>.

O ácido desoxirribonucleico (DNA) é uma amostra de alta confiabilidade que, ao ser coletado por peritos sem vestígios biológicos, possibilita auxiliar na determinação da dinâmica e da autoria do fato<sup>5</sup>. A sua relevância aumentou com o progresso tecnológico, permitindo uma análise mais aprofundada dos vestígios biológicos e um melhor desenvolvimento da investigação criminal<sup>6</sup>.

O padrão das manchas de sangue em uma cena de crime é analisado com o objetivo de fazer inferências sobre a dinâmica do evento em questão. Desta forma, para possibilitar essa análise é importante determinar o local, a natureza da fonte, o padrão, o volume e a velocidade de uma gota de sangue<sup>7</sup>. No caso de impressões digitais, são comparadas impressões latentes da cena do crime com as do suspeito com o objetivo de verificar se as duas impressões são iguais<sup>8</sup>. Além disso, é possível obter DNA de objetos que foram manipulados para extrair informações genéticas do indivíduo por meio de amostras com pouca quantidade de DNA<sup>9</sup>.

Quando os fluidos corporais são usados como amostra residual relacionada ao crime, é essencial que se saiba a origem do DNA para provar o ato criminoso. Em crimes sexuais, a identificação de saliva, sêmen e fluido vaginal é frequentemente necessária. Os métodos mais usados para essa análise são os bioquímicos, histológicos ou instrumentais, que focam nas características das proteínas e células de cada tipo de secreção<sup>10</sup>.

A partir do exposto, este trabalho teve como objetivo demonstrar a importância de alguns vestígios biológicos, descrever seus tipos, seus processos de identificação e sua utilização para o reconhecimento de vítimas e suspeitos, além de expor como auxiliam na compreensão de uma cena de crime.

## METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado no formato de uma revisão narrativa, uma maneira não sistematizada de revisar a literatura

que aborda temas em uma configuração de busca mais livre que permita o autor escolher suas referências de forma variável e arbitrária<sup>11</sup>. Além disso, ele foi estruturado conforme as normas e padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As bases de dados consultadas para a busca de documentos foram o Google Acadêmico, a Biblioteca eletrônica online da *National Library of Medicine* (PubMed - NIH), a Legislação Brasileira e livros didáticos que abordassem a temática. As palavras-chave utilizadas foram “forense”, “impressão digital”, “sangue”, “fluidos corporais”, “sêmen”, “saliva” e “fluido vaginal”. Os operadores booleanos utilizados foram “e/and”. Foram utilizados artigos publicados nos idiomas português e inglês, preferencialmente, no período de 2009 a 2023.

## DESENVOLVIMENTO

Segundo Nogueira (2013)<sup>12</sup>, as amostras biológicas encontradas em cenas de crime são consideradas vestígios orgânicos, sendo elas elementos derivados de origem humana ou animal, como cabelo, sangue, saliva, esperma, secreções e material fecal, necessitando, assim, realizar testes para confirmar sua origem. Essas amostras são vestígios comumente encontrados nas cenas de crime e possuem extrema importância devido ao seu elevado caráter probatório e por serem uma fonte de material genético.

A seguir, foram selecionadas algumas amostras biológicas que possibilitam a extração do DNA, ou de outras informações, além de detalhar sobre cada tipo, como podem ser úteis e sua aplicação para resolução de crimes.

### Sangue

A análise de perfis de manchas de sangue, do inglês *Bloodstain Pattern Analysis* (BPA), é uma especialidade forense que permite que o perito consiga reconstruir cenas de crime por meio da análise do tamanho, do formato, do local, da distribuição e da orientação de uma mancha de sangue. Desta forma, o investigador consegue determinar a direção, a área de origem, o ponto de convergência e como eles se relacionam com os padrões e itens encontrados no local, auxiliando, assim, na determinação da dinâmica do fato e possibilitando analisar se uma prova testemunhal está ou não condizente com o ocorrido<sup>13</sup>.

O sangue é considerado um fluido não newtoniano, o que significa que sua viscosidade é dependente da taxa de deformação. Porém, ao analisar seu impacto em superfícies, ele acaba se comportando como qualquer outro fluido viscoelástico. Quando uma força é aplicada em uma fonte de sangue, esta se quebra em várias gotas e se distribui por diversas trajetórias aéreas até atingir alguma superfície, criando, assim, um perfil/padrão de mancha de sangue<sup>14</sup>.

A gota de sangue, ao se soltar de uma superfície, fica ligeiramente alongada e, enquanto está em queda, ela se transforma

em uma esfera. Isso ocorre devido às forças coesivas exercidas pelas moléculas na superfície da esfera serem maiores do que as forças exercidas pelas moléculas no interior dela. Além disso, vale ressaltar que a tensão superficial é responsável pelo formato esférico. Porém, é a viscosidade do sangue que permite que esse formato não se desfaça<sup>15</sup>.

A área de onde se originou o sangue pode ser descoberta a partir do ângulo de impacto da mancha de sangue e por meio do cálculo da área de convergência, utilizando-se métodos como o de *stringing* e da tangente, além da utilização de *softwares* 3D<sup>12</sup>.

### Ângulo de Impacto

O formato da mancha de sangue pode se alterar devido ao ângulo de impacto. Caso ele seja pouco agudo, será produzida uma gota em um formato mais circular, ao passo que se ele for mais agudo, será produzida uma mancha em um formato mais elíptico<sup>16</sup>. Na figura 1, é possível notar como cada ângulo forma uma mancha de sangue característica.

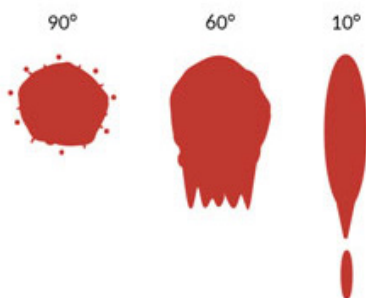


Figura 1: Formatos de manchas de sangue de acordo com o ângulo de queda.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

É possível determinar qual o ângulo de impacto de uma gota de sangue em uma superfície plana avaliando sua forma por meio dos princípios da trigonometria. O analista deve medir o comprimento, sendo o maior diâmetro, e a largura, sendo o menor diâmetro, utilizando uma régua, paquímetro ou escala<sup>14</sup>. Na figura 2, é possível observar a ocorrência descrita acima e como é calculado o ângulo de impacto.

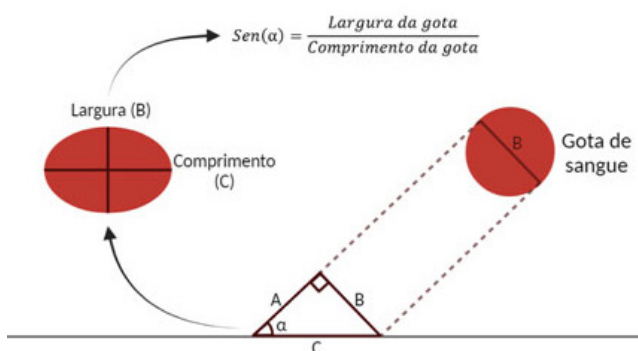


Figura 2: Mancha de uma gota de sangue com ângulo de impacto  $\alpha$  e cálculo para determinação do mesmo.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

### Métodos de Determinação da Área de Origem

O método de *stringing* localiza a área de origem do sangue por meio da interseção de vários fios. Ele se baseia em, após calcular os ângulos de impacto, fixar um fio colorido ao longo do eixo do comprimento da mancha, e em seu sentido direcional, devendo coincidir com a linha traçada para descobrir a área de convergência. Após isso, o fio é levantado até que atinja o mesmo padrão do ângulo de impacto<sup>17</sup>. É possível observar o produto final desse processo na figura 3.

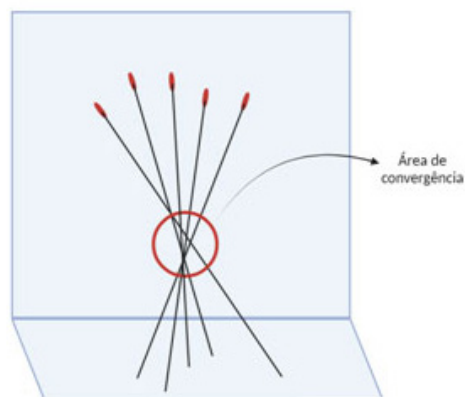


Figura 3: Método de *stringing*.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

O método da tangente recorre puramente da matemática e das funções trigonométricas. Após estabelecer a área de convergência, é medida a distância entre as bordas de cada mancha e o ponto central dessa área. Depois, é medida a tangente do ângulo de impacto de cada mancha que é multiplicada pela distância medida anteriormente, obtendo-se, assim, a distância da parede e demonstrando onde está a área de origem do padrão de impacto em três dimensões<sup>12</sup>. A figura 4 mostra um esquema explicando a determinação da área de origem por meio desse método, além de demonstrar a fórmula necessária para sua realização.

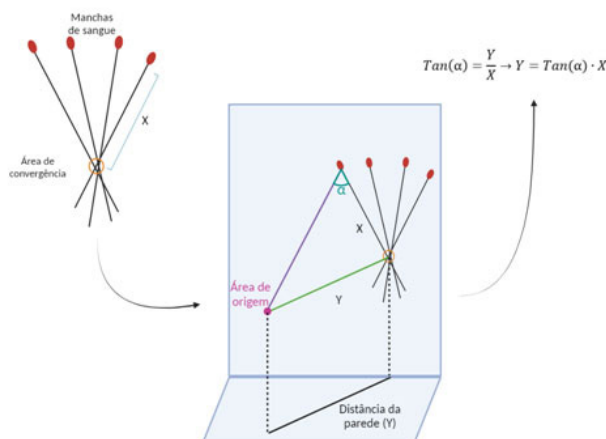


Figura 4: Método da tangente.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

Devido aos avanços tecnológicos, está cada vez mais comum a utilização de softwares 3D para a detecção da área de origem da mancha de sangue. Neste método, são utilizadas a fotogrametria, a taquimetria e uma varredura a laser para localizar traços e manchas de sangue, além de detectar qual foi a trajetória de onde veio a gota de sangue. Um exemplo de *software* é o AutoCAD 2006 que, após escanear o local, traça os vestígios e a cena de crime digitalmente com as medidas reais. Além disso, ao ser combinado com o software Elcovision 10, é possível adicionar as manchas de sangue encontradas à cena 3D calculando suas elipses e determinando suas direções de impacto, encontrando, assim, sua área de origem<sup>18</sup>.

Para identificar se uma mancha é realmente uma mancha de sangue, é necessária, além da identificação visual, a utilização de testes químicos presuntivos e confirmatórios com o intuito de se obter essa validação<sup>15</sup>.

### *Testes Presuntivos*

O teste de Kastle-Meyer (KM) utiliza, como reagente, a fenoltaleína reduzida que, ao entrar em contato com o ferro presente na hemoglobina do sangue, irá sofrer oxidação mudando, assim, a cor do substrato para um rosa-brilhante<sup>19</sup>.

Outro teste utilizado em cenas de crime são as fitas do kit Hemastix® que utilizam, como reagentes, o diisopropilbenzeno dihidroperóxido e a 3,3', 5,5'-tetrametilbenzidina (TMB) para detectar a atividade semelhante à peroxidase da hemoglobina. Esse kit é muito utilizado devido à sua facilidade e portabilidade. Para o teste, é necessário umedecer a ponta da fita onde há os reagentes e aplicar o sangue. Caso o resultado seja positivo, a cor da fita irá mudar de laranja amarelado para verde, ou azul<sup>20</sup>.

O luminol é um teste que, ao contrário dos outros testes acima, apresenta, como vantagem, a capacidade de detectar manchas de sangue ocultas, porém possui baixa especificidade e sua reação pode ser afetada por alvejantes, desinfetantes, detergentes, antioxidantes, entre outros<sup>21,22</sup>. Para que a quimioluminescência ocorra, é necessário que o luminol, na presença de uma solução alcalina, seja oxidado pela hemina, substância presente no sangue após uma série de processos degradativos. Sendo assim, quanto mais envelhecida e seca a amostra for, mais intensa e duradoura será a quimioluminescência, podendo-se obter reações positivas por até 6 anos<sup>22,23</sup>.

### *Testes confirmatórios*

O método de Takayama é um teste que, por meio da reação da piridina com o sangue, em um meio alcalino, com a presença de glicose e hidróxido de sódio e sob aquecimento, forma cristais de hemocromogênio, sendo eles derivados do grupo heme. Eles podem se apresentar agrupados, em formato de pena ou de bastões de diversas larguras. É importante salientar que este método não faz diferença entre o sangue humano e o animal<sup>24</sup>.

Vários testes presuntivos não possuem a capacidade de diferenciar sangue de animais de sangue humano, podendo ocorrer, assim, resultados falso-positivos. Para isso, existem testes que usam anticorpos anti-hemoglobina humana para detectar a presença da hemoglobina humana, diferenciando, desta forma, o sangue encontrado. Um exemplo deste tipo de teste é o kit Hexagon OBTI que, ao adicionar o sangue misturado com tampão ao cartucho que contém os anticorpos monoclonais anti-hemoglobina humana livres e marcados com corante azul, irá formar um imunocomplexo entre a hemoglobina humana e os anticorpos, migrando pela fita e formando uma linha de teste azul<sup>25,26</sup>.

### *Extração de DNA*

De acordo com Zago, Falcão e Pasquini (2013)<sup>27</sup>, o sangue periférico é composto por hemácias, leucócitos e plaquetas, sendo possível obter DNA apenas através dos leucócitos, uma vez que são as únicas células em circulação que apresentam núcleo.

A extração de DNA pode ser realizada por diversos métodos, sendo um deles a adsorção da molécula de DNA para grânulos paramagnéticos revestidos de óxido silicioso na presença de sais caotrópicos. Em seguida, o complexo de grânulos é lavado e o DNA é eluído em condições de baixo teor de sal e alto pH resultando, após o último eluente, em moléculas de DNA purificadas e adequadas para serem analisadas na reação em cadeia da polimerase (PCR)<sup>20</sup>. Este método é muito adotado devido à sua capacidade de produzir um DNA limpo utilizando-se pouca ou grande quantidade de amostra disponível<sup>28</sup>.

## **IMPRESSÕES DIGITAIS**

Durante a fase embrionária do ser humano, aproximadamente na 13ª semana da gestação, começam a ser formados, nas palmas das mãos e na sola dos pés, os dermatoglifos que são cristas paralelas que se encontram entre a derme e a epiderme. Na 16ª semana começam a ser formadas as glândulas sudoríparas. Na 17ª semana, o processo de criação das primeiras cristas é concluído, definindo, dessa maneira, como será a impressão digital do indivíduo para sempre<sup>29</sup>.

É possível encontrar em uma cena de crime três tipos de impressões: as patentes, as latentes e as plásticas. As impressões patentes são visíveis e produzidas por sangue, tintas ou materiais que se depositam sobre as cristas papilares, podendo apenas ser fotografada para sua análise. Já as impressões latentes são criadas por secreções corporais e podem se tornar visíveis por técnicas químicas, físicas ou elétricas, sendo sua conservação complicada devido à sua natureza, ocasionando, assim, falhas em sua análise. Por fim, temos as impressões plásticas, sendo criadas a partir de materiais com um certo grau de deformidade como, por exemplo, argila e cera<sup>30</sup>.

A composição da impressão digital pode variar de pessoa para pessoa, de acordo com sua saúde, metabolismo, dieta e

estado. Contudo, os principais componentes encontrados são o suor, componentes intrínsecos como metabólitos, medicação e drogas, e componentes extrínsecos como sujeira, sangue, gordura, maquiagem, entre outros. Além disso, podem ser identificados compostos orgânicos como aminoácidos, proteínas, lipídios e triglicerídeos, e inorgânicos como, por exemplo, água, sais minerais e amônia<sup>31</sup>.

Em superfícies lisas e não absorventes, um dos métodos mais utilizados para se obter uma impressão digital é a técnica do pó que se baseia na aplicação de um pó sobre a impressão, sendo esse pó de cor clara ou escura que se adere à superfície de interesse através de sua umidade, oleosidade e eletrostática<sup>32</sup>. O pó magnético é um dos mais empregados pela sua praticidade, uma vez que, por ter um aplicador e propriedades magnéticas, apenas o material entra em contato com a impressão fazendo com que tenha menor chance de danificá-la ao aplicar e retirar o excesso do pó<sup>33</sup>.

A ninidrina é um dos métodos químicos mais utilizados para detectar impressões latentes em superfícies porosas. Ao reagir com os aminoácidos presentes na impressão digital, gera, como produto final, o roxo de Ruhemann que resulta em uma impressão com uma coloração arroxeadada<sup>34,35</sup>.

Após a coleta das impressões, utilizando fitas especiais que depois são fixadas em cartões de impressão digital, ou fotografias, elas são digitalizadas ou importadas para o sistema automático de identificação de impressões digitais, do inglês *Automatic Fingerprint Identification System* (AFIS). Este sistema permite, por meio de um banco de dados, armazenar, pesquisar e combinar impressões digitais, tanto por meio de uma busca das dez impressões digitais quanto por meio de uma busca latente<sup>36</sup>.

O estudo dos padrões formados pelas cristas das impressões digitais, palmas das mãos e sola dos pés, é chamado de lofoscopia. Dentro dela existem três disciplinas, sendo uma delas a dactiloscopia que é o estudo dos desenhos formados pelas linhas das papilas digitais com o objetivo de identificar indivíduos. Nesta disciplina são analisadas as cristas e os vales (figura 5), as minúcias, também chamadas de detalhes de Galton (figura 6), e os padrões de impressão digital (figura 7)<sup>37</sup>.

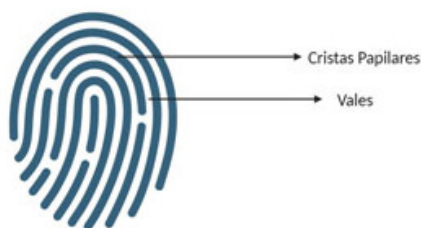


Figura 5: Cristas e vales presentes em uma impressão digital. Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

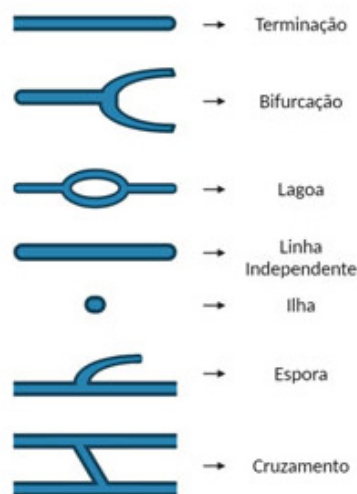


Figura 6: Detalhes de Galton.

Fonte: Elaboração própria usando o aplicativo BioRender.com

Existem quatro tipos principais de padrões: o arco, a presilha interna, que apresenta uma estrutura de arco romano que se inicia à esquerda do observador e um delta à direita, a presilha externa, que apresenta uma estrutura de arco romano que se inicia à direita do observador e um delta à esquerda, e o verticilo, que possui uma forma de alvo ou espiral e dois deltas (figura 7)<sup>38</sup>.

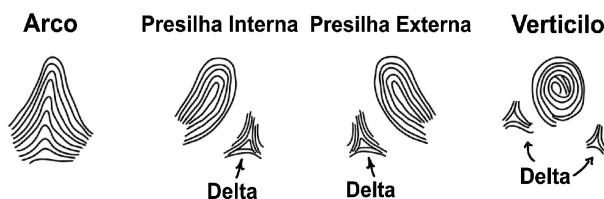


Figura 7: Padrões de impressões digitais.

Fonte: Elaboração própria

Outro método utilizado para identificação humana é a poroscopia, sendo o estudo dos poros presentes nas impressões digitais. Neste método são avaliados o tamanho, a forma, a posição, a frequência, a distância e a quantidade de poros. Esta técnica é considerada eficaz por possuir as mesmas características de imutabilidade, perpetuidade e individualidade das cristas papilares, auxiliando, assim, na identificação de um indivíduo<sup>39</sup>.

Os objetos tocados por um indivíduo podem conter uma impressão digital, logo, o perito pode coletar esse vestígio e proceder para a análise de DNA. Este material genético provém de células de outras partes do corpo que foram transferidas para a mão, células dos ductos de suor e dos queratinócitos, células presentes na epiderme, e que, apesar de geralmente não possuírem um núcleo, podem conter pequenas quantidades de DNA residual devido à degradação incompleta dessa molécula. O DNA encontrado em objetos tocados é denominado DNA de toque, ou DNA de transferência, do inglês, respectivamente, *Touch DNA*

ou *Transfer DNA* (tDNA)<sup>40</sup>.

A extração do DNA pode ser realizada por meio de diversas metodologias. Um desses métodos utiliza uma resina quelante composta de copolímeros de estireno divinilbenzeno, contendo íons iminodiacetato emparelhados, que realiza trocas iônicas para ligar íons metálicos polivalentes. Enquanto ocorre a extração, a fervura da solução, aliada à alcalinidade, promove a lise das células, permitindo que os grupos quelantes se liguem aos componentes celulares, protegendo, assim, o DNA da degradação. É importante ressaltar que neste método são encontrados inibidores de PCR, o que torna necessária a realização de lavagens da solução<sup>41,42</sup>.

### *Fluidos corporais*

A identificação de fluidos corporais em uma cena de crime é de extrema relevância para uma investigação, pois através deles é possível realizar testes para determinar qual é o tipo de fluido, o que pode influenciar o resultado de um caso. Utilizando uma fonte de luz alternativa, do inglês *Alternate Light Source* (ALS), é possível descobrir manchas latentes de diversos fluidos, contudo, ela deve ser usada apenas para identificar a mancha, já que não consegue diferenciar qual fluido está presente. Acrescenta-se que esta fonte de luz deve ser utilizada com cuidado, visto que alguns comprimentos de onda da luz ultravioleta podem degradar o DNA presente ali<sup>43</sup>.

### *Sêmen*

O sêmen é o fluido corporal mais frequentemente encontrado em crimes sexuais. Ele apresenta um odor característico quando fresco e suas manchas variam entre cinza e amarelo pálido, sendo, em alguns casos, duras e lustrosas<sup>10</sup>.

Ele é composto por 90% de secreções, como o fluido seminal e a secreção prostática, e 10% de espermatozoides, onde é possível, em sua cabeça, encontrar DNA<sup>44</sup>.

O teste da fosfatase ácida é utilizado como um teste presuntivo para a identificação de sêmen. Este teste se baseia na identificação dessa enzima que é encontrada em grandes concentrações no fluido seminal, por meio de método direto, onde é aplicado, à amostra, o reagente que contém  $\alpha$ -naftil fosfato e *brentamine fast black salt*, resultando em uma coloração roxa. É importante salientar que este teste presuntivo está em declínio devido ao fato de não ser um teste específico para sêmen, o que pode resultar em falsos-positivos<sup>45</sup>.

O teste de confirmação mais definitivo é a análise microscópica dos espermatozoides, porém, mesmo sendo popular, acaba não sendo muito utilizado atualmente devido ao crescente número de casos envolvendo sêmen azoospermico, ou pela dificuldade de visualizar espermatozoides intactos em amostras de manchas em roupas<sup>46</sup>.

Outros testes confirmatórios para sêmen são realizados

por meio de kits que utilizam uma tira de teste imunocromatográfico para detectar o antígeno humano p30, também chamado de antígeno específico da próstata (PSA), uma glicoproteína produzida pelas células epiteliais prostáticas. Desse modo, pelo fato do PSA estar presente no fluido seminal, este teste pode positivar as amostras de sêmen, mesmo após feita a vasectomia<sup>47</sup>.

Um dos métodos utilizados para extrair DNA do sêmen envolve ligar as moléculas de DNA, na presença de um tampão de lise à base de guanidina, à uma membrana de sílica gel. Após essa ligação, são realizadas lavagens para remover os inibidores de PCR, que são cátions polivalentes e proteínas, deixando, assim, apenas o DNA no eluente<sup>41</sup>.

### *Saliva*

A saliva é um fluido corporal que não é comumente observado em cenas de crime, porém, ela é importante para compreender a dinâmica de crimes que envolvem abuso sexual, alimentos ou recipientes que estiveram em contato com a região oral de uma pessoa que pode conter saliva e células (DNA), marcas de mordidas e envenenamento. A partir desse vestígio, é possível identificar indivíduos, se usaram drogas ou álcool, e, em caso de mordidas, se foram de origem humana ou animal<sup>48</sup>.

Este fluido é composto por 99,5% de água e 0,5% de solutos, como potássio, sódio, cloreto, fosfato e bicarbonato. Além disso, também estão presentes substâncias como o muco, ácido úrico, a imunoglobulina A, ureia, enzima bacteriolítica lisozima e a amilase salivar<sup>44</sup>.

O teste de pressão forense é um teste presuntivo cujo objetivo é detectar a presença da  $\alpha$ -amilase, substância com alta concentração na saliva. O teste consiste em um papel contendo um complexo de amido insolúvel em água que está ligado a um corante azul. Ao ser umedecido e aplicado em uma mancha de saliva, ocorre a hidrólise do amido pela  $\alpha$ -amilase, resultando em uma coloração azulada<sup>49</sup>. Outros testes com o mesmo princípio, capazes de detectar a  $\alpha$ -amilase, podem ser tanto imunocromatográfico quanto colorimétrico<sup>50</sup>.

As bactérias residentes na mucosa oral podem ser consideradas marcadores de saliva, sobretudo em amostras degradadas, onde possuem uma alta durabilidade devido às suas membranas celulares e às diversas cópias de plasmídeos resistentes a exonucleases. Alguns exemplos de bactérias usadas para a identificação de saliva, através de seu DNA, são a *S. salivarius*, *S. oralis*, *V. atypica* e *P. maculosa*<sup>51</sup>.

Na saliva é possível encontrar células epiteliais escamosas e leucócitos, possibilitando, assim, a extração de DNA<sup>52</sup>.

### *Fluido vaginal*

O fluido vaginal não é tão comum em cenas de crime quanto as outras amostras citadas anteriormente, porém, pode ser importante em casos de crimes sexuais<sup>43</sup>. Encontrar células do

tecido vaginal da vítima em roupas, ou em um objeto, seja ele pessoal, ou não, do suspeito, pode ser crucial para estabelecer um vínculo entre o objeto e o crime cometido. Contudo, o vínculo entre a vítima e o suspeito deve ser estabelecido por meio de outros métodos, como a análise de impressões digitais, a análise de câmeras do local, o testemunho de pessoas que estariam presentes na cena e a análise de DNA<sup>53</sup>.

De acordo com Martins (2014)<sup>54</sup>, a secreção vaginal é composta por células estratificadas escamosas, provenientes de descamação vaginal, secreções do útero e secreções das glândulas vestibulares maiores e menores.

As colorações de Papanicolaou e por lugol podem ser utilizadas para identificar as células epiteliais escamosas estratificadas presentes na superfície interna da vagina, sendo o lugol mais eficiente devido às altas concentrações de glicogênio nas células. No entanto, deve-se tomar cuidado, pois a coloração também pode detectar células da cavidade oral<sup>10</sup>.

O ácido periódico de Schiff (PAS) pode ser utilizado para a identificação das células epiteliais glicogenadas da vagina, conseguindo diferenciar o fluido vaginal de outros fluidos corporais. No entanto, ele não pode ser considerado um teste confirmatório, permanecendo, assim, como um teste presuntivo<sup>55</sup>.

Todo fluido corporal possui seu próprio perfil de ácido ribonucleico mensageiro (mRNA), o que permite identificar qual é o fluido pelos seus marcadores específicos de mRNA. Para identificar o fluido vaginal pode ser realizada uma hexaplex PCR que detecta a beta-defensina humana 1 (HBD1), mucina 4 (MUC4), o marcador menstrual metaloproteinase de matriz 11 (MMP11), glicose-6-fosfato desidrogenase (G6PDH) e as regiões espaçadoras intergênicas (ISR) do rRNA 16S-23S de *L. crispatus* e *L. gasseri/L. johnsonii*<sup>56</sup>.

As bactérias presentes na microbiota vaginal podem auxiliar na identificação do fluido vaginal, sendo detectadas em diferentes processos fisiológicos ou condições patológicas. É possível utilizar um kit para realizar a detecção de algumas bactérias da microbiota por meio de um ensaio de PCR multiplex, em tempo real, capaz de amplificar o DNA genômico dessas bactérias para análise<sup>57</sup>.

Em casos de violência sexual, caso haja penetração, é possível encontrar células da mucosa vaginal no pênis do acusa-

do. Dessa forma, é possível realizar exames de DNA e, caso seja confirmado, encaminhar a investigação para sua conclusão<sup>58</sup>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca e análise de vestígios, principalmente de origem biológica, encontrados em cenas de crimes é de crucial importância para auxiliar o que ocorreu no local e quem são os envolvidos.

O sangue é um vestígio comumente encontrado em crimes de homicídio, sendo possível, por meio da análise de manchas de sangue, inferir o local e a dinâmica do ocorrido. Este vestígio é de grande valor como amostra biológica, uma vez que permite a extração de DNA, possibilitando determinar se o sangue era da vítima ou do acusado, contribuindo, assim, para uma melhor análise dos fatos.

Em homicídios e crimes contra a propriedade, as impressões digitais deixadas em locais como janelas e portas, ou em objetos, como, por exemplo, na arma do crime, são fundamentais para entender a dinâmica do fato. Por meio delas, é possível compreender desde fatos menos complexos, como quais objetos estão envolvidos no crime e por onde o criminoso entrou, até os mais complexos, como de quem é a digital, se o sujeito faz uso de drogas, além de outros elementos como sujeira, sangue e maquiagem. A identificação do indivíduo por meio das impressões digitais pode ser feita tanto pelo DNA quanto pelo AFIS. Ambos permitem comparar as digitais encontradas no local com as registradas no sistema.

Os fluidos corporais podem auxiliar na compreensão de crimes sexuais confirmando eventual abuso e identificando o agressor por meio de testes de DNA de amostras encontradas na vítima, em objetos ou no local do crime. Além disso, em casos de envenenamento e lesões corporais com presença de mordidas, a saliva pode contribuir para o desenvolvimento da investigação.

É importante ressaltar que a análise de DNA das amostras citadas neste estudo pode ser realizada por diversos métodos, sendo nenhum deles específico para cada amostra.

Na tabela 1, é possível verificar métodos, *softwares* 3D, testes presuntivos e confirmatórios, métodos de extração de DNA e crimes relacionados às amostras citadas neste trabalho.

Tabela 1: Procedimentos e crimes de cada amostra biológica.

|                                   | Sangue  | Impressões digitais                                  | Sêmen   | Saliva  | Fluido vaginal  |
|-----------------------------------|---|--|---|---|---|
| <b>Métodos</b>                    | Ângulo de impacto, Método de <i>stringing</i> e Método da tangente              | Técnica do pó, Ninidrina, Dactiloscopia e Poroscopia | ALS   | ALS   | ALS   |
| <b>Softwares 3D</b>               | AutoCAD 2006 e Elcovision 10  | AFIS   | -   | -   | -   |
| <b>Testes presumptivos</b>        | Kastle-Meyer, Kit Hemastix® e Luminol   | -  | Fosfatase ácida   | Teste de pressão forense, Teste imunocromatográfico e Teste colorimétrico | Colorações de Papanicolaou e Lugol, Ácido periódico de Schiff, Hexaplex PCR e PCR multiplex |
| <b>Testes confirmatórios</b>      | Método de Takayama e Kit Hexagon/OBTI   | -  | Análise microscópica dos espermatozoides e Teste imunocromatográfico do antígeno humano p30 | -   | -   |
| <b>Outros testes</b>              | -   | -  | -   | Extração de DNA bacteriano  | -   |
| <b>Métodos de extração de DNA</b> | Grânulos paramagnéticos, Resina de troca iônica e Membrana à base de sílica gel |  |   |   |   |
| <b>Crimes</b>                     | Homicídios  | Homicídios e Crimes contra a propriedade             | Abuso sexual  | Abuso sexual, envenenamento e lesões corporais com mordidas               | Abuso sexual  |

## REFERÊNCIAS

- Osman K, Gabriel GF, Hamzah NH. Crime Scene Investigation Issues: Present Issues and Future Recommendations. Malaysian Journal of Law & Society, Bangi. 2021;28:3–10.
- Brasil. Ministério da Casa Civil. Decreto-Lei N° 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. Brasília; 1941 [acesso em 7 out. 2022]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del3689compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689compilado.htm).
- Sala D. A perícia criminal: evidências, profissional perito e nulidade pericial – uma revisão literária. Revista Brasileira de Criminalística, Brasília. 2018;7(3):28–31.
- Chemale G, de Carvalho CBV, Badaraco JL, de Castro APV, Aguiar SM, Silva Junior RC et al. DNA Evidence in Property Crimes: An Analysis of More than 4200 Samples Processed by the Brazilian Federal Police Forensic Genetics Laboratory. Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics, Ribeirão Preto. 2016;6(1):108–117.
- Pinto LB, Caputo IGC, Pereira MMI. Importância do DNA em Investigações Forenses: Análise de DNA Mitocondrial. Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics, Ribeirão Preto. 2016;6(1):84–107.
- Ünsal Sapan T, Erdoğan IT, Atasoy S. Human identification from washed blood stains. Bulletin of the National Research Centre, Berlin. 2021;45(148):1–13.
- Kabaliuk N, Jermy MC, Morison K, Stotesbury T, Taylor MC, Williams E. Blood drop size in passive dripping from weapons. Forensic Science International, Limerick. 2013;228(1–3):75–82.
- Growsn B, Kukucka J. The prevalence effect in fingerprint identification: Match and non-match base-rates impact misses and false alarms. Applied Cognitive Psychology, Chichester. 2021;35(3):751–760.
- Subhani Z, Daniel B, Frascione N. DNA Profiles from Fingerprint Lifts—Enhancing the Evidential Value of Fingermarks Through Successful DNA Typing. Journal of Forensic Sciences, Malden. 2019;64(1):201–206.
- Sakurada K, Watanabe K, Akutsu T. Current Methods for Body Fluid Identification Related to Sexual Crime: Focusing on Saliva, Semen, and Vaginal Fluid. Diagnostics, Basileia. 2020;10(9):1–13.
- Casarin ST, Porto AR, Gabatz RIB, Bonow CA, Ribeiro JP, Mota MS. Tipos de revisão de literatura: Considerações das editoras do Journal of Nursing and Health. Journal of Nursing and Health, Pelotas. 2020;10(especial):1–7.
- Nogueira TMB. Análise de Padrões de Manchas de Sangue: A importância médico-legal [dissertação]. Porto: Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto; 2013.
- Bettison A, Krosch MN, Chaseling J, Wright K. Bloodstain pattern analysis: Does experience equate to expertise? Journal of Forensic Sciences, Malden. 2021;66(3):866–878.
- Vitiello A, Di Nunzio C, Garofano L, Saliva M, Ricci P, Acampora G. Bloodstain pattern analysis as optimisation problem. Forensic Science International, Limerick. 2016;266:79–85.
- James SH, Kish PE, Sutton TP. Principles of Bloodstain Pattern Analysis: Theory and Practice. Boca Raton: CRC Press; 2005.
- Bevel T, Gardner RM. Bloodstain Pattern Analysis: With an Introduction to Crime Scene Reconstruction. 2. ed. Boca Raton: CRC Press; 2002.
- Boonkhong K, Karnjanadecha M, Aiyarak P. Impact angle analysis of bloodstains using a simple image processing technique. Songklanakarin Journal of Science and Technology, Hat Yai. 2010;32(2):169–173.
- Buck U, Kneubuehl B, Näther S, Jackowski C, Aghayev E, Dirnhofer R. The shape of stab wounds: A pilot study of a new

- classification of stab wounds using 3D documentation and geometric morphometrics. *Forensic Science International*, Limerick. 2011;211(1-3):91-97.
19. Webb JL, Creamer JI, Quickenden TI. A comparison of the presumptive luminol test for blood with four non-chemiluminescent forensic techniques. *Luminescence*, Chichester. 2006;21(4):214-220.
20. Poon H, Elliott J, Modler J, Frégeau C. The use of Hemastix® and the subsequent lack of DNA recovery using the promega DNA IQTM system. *Journal of Forensic Sciences*, Malden. 2009;54(6):1278-1286.
21. Stoica BA, Bunescu S, Neamtu A, Bulgaru-Iliescu D, Foia L, Botnariu EG. Improving Luminol Blood Detection in Forensics. *Journal of Forensic Sciences*, Malden. 2016;61(5):1331-1336.
22. Vasconcellos FA, Paula WX. Aplicação Forense do Luminol – Uma Revisão. *Revista Criminalística E Medicina Legal*, Belo Horizonte. 2017;2(1): 28-36.
23. Gabel R, Shimamoto S, Stene I, Adair T. Detecting Blood in Soil after Six Years with Luminol. *Journal of the Association for Crime Scene Reconstruction*. 2011;17(1):1-4.
24. Ventura RM, Da Silva DAN, Vanzeler VN. Hematologia Forense: Teste de Sensibilidade e Especificidade do Método de Takayama. *Atas de Ciências da Saúde*, São Paulo. 2015;3(4):1-20.
25. Johnston E, Ames CE, Dagnall KE, Foster J, Daniel BE. Comparison of presumptive blood test kits including hexagon OBTI. *Journal of Forensic Sciences*, Malden. 2008;53(3):687-689.
26. Hermon D, Shpitzen M, Oz C, Glattstein B, Azoury M, Gafny R. The use of the Hexagon OBTI test for detection of human blood at crime scenes and on items of evidence. Part I: Validation studies and implementation. *Journal of Forensic Identification*, Alameda. 2003;53(5):566-575.
27. Zago MA, Falcão RP, Pasquini R. *Tratado de hematologia*. 1. ed. São Paulo: Atheneu; 2013.
28. Frégeau CJ, De Moors A. Competition for DNA binding sites using Promega DNA IQTM paramagnetic beads. *Forensic Science International: Genetics*. 2012;6(5):511-522.
29. Glover JD, Sudderick ZR, Shih BBJ, Batho-Samblas C, Charlton L, Krause AL et al. The developmental basis of fingerprint pattern formation and variation. *Cell*. 2023;186(5):940-956.e20.
30. Oliveira GD. *Química forense: Um estudo sobre impressão digital*. Monografia (Bacharelado em Química Industrial) – Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Niterói; 2016.
31. Cadd S, Islam M, Manson P, Bleay S. Fingerprint composition and aging: A literature review. *Science and Justice*. 2015;55(4):219-238.
32. Sodhi GS, Kaur J. Powder method for detecting latent fingerprints: A review. *Forensic Science International*. 2001;120(3):172-176.
33. Thonglon T, Chaikum N. Magnetic fingerprint powder from a mineral indigenous to Thailand. *Journal of Forensic Sciences*. 2010;55(5):1343-1346.
34. Brunelle E, Huynh C, Le AM, Halámková L, Agudelo J, Halámek J. New Horizons for Ninhydrin: Colorimetric Determination of Gender from Fingerprints. *Analytical Chemistry*. 2016;88(4):2413-2420.
35. Sebastiany AP, Pizzato MC, Del Pino JC, Salgado TDM. A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. *Educación-Química*. 2013;24(1):49-56.
36. Singla N, Kaur M, Sofat S. Automated latent fingerprint identification system: A review. *Forensic Science International*. 2020;309:1-16.
37. Chaves N. *Lofoscopia Assistida por Computador: Técnicas autorizadas para comparação de impressões digitais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática) – Departamento de Informática, Universidade de Évora, Évora; 2010.
38. Kücken M, Newell AC. Fingerprint formation. *Journal of Theoretical Biology*. 2005;235(1):71-83.
39. De Oliveira Junior LL. Comparando a detecção de poros em impressões digitais nas resoluções de 500 dpi e 1000 dpi. [Dissertação]. Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói; 2009.
40. Quinones I, Daniel B. Cell free DNA as a component of forensic evidence recovered from touched surfaces. *Forensic Science International: Genetics*. 2012;6(1):26-30.
41. Ip SCY, Lin SW, Lai KM. An evaluation of the performance of five extraction methods: Chelex® 100, QIAamp® DNA Blood Mini Kit, QIAamp® DNA Investigator Kit, QIASymphony® DNA Investigator® Kit and DNA IQTM. *Science and Justice*. 2015;55(3):200-208.
42. Phillips K, McCallum N, Welch L. A comparison of methods for forensic DNA extraction: Chelex-100® and the QIAGEN DNA Investigator Kit (manual and automated). *Forensic Science International: Genetics*. 2012;6(2): 282-285.
43. Virkler K, Lednev IK. Analysis of body fluids for forensic purposes: From laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Science International*. 2009;188(1-3):1-17.
44. Costanzo LS. *Fisiologia*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2018.
45. Lewis J, Baird A, McAlister C, Siemieniuk A, Blackmore L, McCabe B et al. Improved detection of semen by use of direct acid phosphatase testing. *Science and Justice*. 2013;53(4):385-394.
46. Laffan Á, Sawyer I, Quinones I, Daniel B. Evaluation of semen presumptive tests for use at crime scenes. *Medicine, Science and the Law*. 2011;51(1):11-17.
47. Boward ES, Wilson SL. A comparison of ABACard® p30 and RSIDTM-Semen test kits for forensic semen identification. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2013;20(8):1126-1130.
48. Jain M, Bhattacharya B. Examining the Significance of Saliva and Sweat in Forensic Science. *Journal of Legal Studies and Criminal Justice*. 2020;1(1):6-15.
49. Woodford H, Mitchell N, Henry J. Comparative performance of the Phadebas® Forensic Press Test at room temperature and 37 °C for the detection of saliva stains on fabric exhibits. *Science and Justice*. 2021;61(2):170-174.

- 50.Pang BCM, Cheung BKK. Applicability of two commercially available kits for forensic identification of saliva stains. *Journal of Forensic Sciences*. 2008;53(5):1117–1122.
- 51.Ohta J, Sakurada K. Oral gram-positive bacterial DNA-based identification of saliva from highly degraded samples. *Forensic Science International: Genetics*. 2019;42:103–112.
- 52.Theda C, Hwang SH, Czajko A, Loke YJ, Leong P, Craig JM. Quantitation of the cellular content of saliva and buccal swab samples. *Scientific Reports*. 2018;8(1):1–8.
- 53.Sijen T, Harbison S. On the identification of body fluids and tissues: A crucial link in the investigation and solution of crime. *Genes*. 2021;12(11).
- 54.Martins NV. *Patologia do trato genital inferior: diagnóstico e tratamento*. 2. ed. Santos: Roca; 2014.
- 55.Rogers M, Lal-Paterson A, Kishbaugh J, Quarino L. Use of RGB values in the Periodic Acid-Schiff color test to determine the presence of vaginal fluid. *Science and Justice*. 2020;60(5):480–485.
- 56.Jakubowska J, Maciejewska A, Pawłowski R. mRNA Profiling for Vaginal Fluid and Menstrual Blood Identification. *Methods in Molecular Biology*. 2016;1420:33–42.
- 57.Giampaoli S, Alessandrini F, Berti A, Ripani L, Choi A, Crab R et al. Forensic interlaboratory evaluation of the ForFLUID kit for vaginal fluids identification. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2014;21:60–63.
- 58.Bouzga MM, Dørum G, Gundersen K, Kohler P, Hoff-Olsen P, Fonneløp AE. Is it possible to predict the origin of epithelial cells? – A comparison of secondary transfer of skin epithelial cells versus vaginal mucous membrane cells by direct contact. *Science and Justice*. 2020;60(3):234–242.

# RELATO DE CASO

# MORTE EM PICADOR DE MADEIRA: UM ESTUDO DE CASO EM INFORTUNÍSTICA

**Victor Wilson Botteon\***

Polícia Científica de Santa Catarina, São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

**Lincoln Moraes da Fonseca**

Polícia Científica de Santa Catarina, São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

**Mário César Correa Júnior**

Polícia Científica de Santa Catarina, São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

**Stéfanie Agnes Maciel Dirschnabel**

Polícia Científica de Santa Catarina, São Bento do Sul, Santa Catarina, Brasil

## *DEATH BY A WOOD CHIPPER MACHINE: A CASE REPORT IN FORENSIC MEDICINE*

### RESUMO

O Brasil apresenta elevadas taxas de ocorrências de acidentes de trabalho fatais. Entretanto, apesar dos expressivos números desses eventos registrados no país, estudos de casos são raros na comunidade científica nacional. Este trabalho relata um complexo caso de sinistro de trabalho atendido por equipe da Polícia Científica de Santa Catarina, envolvendo a morte de um trabalhador triturado por uma máquina picadora de madeira. Durante a perícia de local, foi realizado o levantamento de vestígios in loco, coleta de informações básicas e específicas sobre o sinistro, inspeção do meio ambiente de trabalho e das condições de segurança, além da análise de documentação trabalhista. Além disso, a máquina de interesse pericial e seus respectivos mecanismos de segurança foram testados no local. Durante a análise dos restos mortais, foi encontrado um fragmento de dedo preservado. Após a realização dos exames periciais, foi possível confirmar a identidade da vítima por meio de perícia papiloscópica. Entretanto, considerando somente a análise dos elementos técnicos e materiais coligidos no local, não foi possível reconstruir totalmente a dinâmica dos fatos, nem determinar a causa jurídica da morte. Com relação às medidas preventivas, concluiu-se que a máquina deveria apresentar melhorias nos seus sistemas de segurança de forma a reduzir os riscos e assegurar a manipulação da máquina de maneira mais segura. Os relatos de caso na área fornecem importantes elementos para as empresas minimizarem os riscos associados ao ambiente de trabalho, buscando impedir a ocorrência de novos incidentes desta natureza. O gerenciamento de riscos é um processo de melhoria contínua e permanente, com a finalidade de transformar o ambiente laboral em um local seguro e com melhores condições de trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acidente de trabalho. Identificação humana. Infortunistica. Perícia Criminal.

### ABSTRACT

*Brazil has high rates of fatal workplace accidents. However, despite the significant number of these events recorded in the country, forensic case reports are rare in the national scientific community. This study aimed to report a complex case of workplace accident attended by a forensic team from Scientific Police of Santa Catarina, involving the death of an employee crushed by a wood chipper machine. During the investigation, evidence was collected on site, basic and specific pieces of information about the accident were collected, the work environment and safety conditions were inspected, and specific documentation was analyzed. In addition, the machine of interest and its respective safety mechanisms were tested. During the analysis of the human remains, a fragment of a finger was found. After the forensic examinations, it was possible to confirm the identity of the victim by fingerprint examination. However, considering only the analysis of the technical elements and materials collected at the scene, it was not possible to fully reconstruct the dynamics, nor to determine the legal cause of death. Regarding preventive measures, it was possible to conclude that the machine should present improvements in its safety systems, in order*

\*victor\_botteon2@hotmail.com

to reduce risks and ensure safer handling of the machine. Case reports in the area provide important elements for companies to minimize the risks associated with the work environment, seeking to prevent the occurrence of new incidents of this nature. Risk management is a process of continuous and permanent improvement to transform the work environment into a safe place with better working conditions.

**KEYWORDS:** Work accident. Human identification. Forensic medicine. Forensics.

## INTRODUÇÃO

Os acidentes de trabalho (AT) foram responsáveis por cerca de 330 mil mortes no mundo em 2019, provocando graves prejuízos à saúde pública e significativas consequências econômicas e socioemocionais<sup>1</sup>. Neste contexto, o Brasil é considerado um dos líderes no ranking mundial de óbitos por AT, ficando atrás apenas de países como a China, Estados Unidos e Rússia<sup>2</sup>.

De acordo com os dados obtidos por Menegon et al. (2021)<sup>3</sup>, cerca de 33.480 mortes ocorreram entre pessoas com mais de 15 anos de idade no Brasil, no período entre 2006 e 2015, observando-se maior incidência em grupos sociais vulneráveis e com baixa escolaridade. Em 2022, o país registrou 612,9 mil notificações de ATs, sendo 2.538 notificações com ocorrência de óbitos<sup>4</sup>, além das subnotificações<sup>5</sup>.

Dependendo da atividade laboral, o ambiente de trabalho pode ser um local perigoso por conta de diversos riscos ocupacionais a que os trabalhadores possam estar expostos<sup>6</sup>. De acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT)<sup>7</sup>, AT pode ser definido como todo acontecimento inesperado e imprevisto, derivado ou relacionado ao trabalho, do qual resulta lesão corporal ou morte de um ou mais trabalhadores.

Dessa forma, AT se caracteriza como um infortúnio imprevisível ocorrido durante a execução do trabalho e que se resulte em algum tipo de dano à integridade física-psíquica ou à saúde do empregado, provocando incapacidade para o trabalho e interferindo no processo normal de uma atividade profissional<sup>8</sup>.

Os estudos epidemiológicos sobre os ATs no Brasil apresentam fundamental importância a fim de fornecer subsídios para identificar os riscos aos quais os empregados estão submetidos<sup>6</sup>. Entretanto, apesar dos expressivos números ocorridos no Brasil, estudos técnicos específicos reportando a análise pericial de casos concretos são raros no país. A escassez de estudos de casos na literatura prejudica a disseminação de importantes informações que podem auxiliar na prevenção de futuros acidentes e doenças ocupacionais nas mais variadas atividades laborais.

Na Medicina Legal, a área responsável pelo estudo dos acidentes, doenças do trabalho (mesopatias) e doenças profissionais (tecnopatias) se denomina Infortúnica<sup>9</sup>. Assim, além do aspecto prevencionista, o objetivo de investigações envolvendo casos de acidente de trabalho é determinar aspectos cruciais a respeito das causas determinantes do sinistro em apuração.

Apesar do emprego do termo “acidente”, nem sempre o evento ocorrido será inesperado, indesejável e não intencional, podendo até mesmo ter sido uma situação que demanda providência policial para o devido esclarecimento dos fatos e determinação da causa jurídica. Neste contexto, a perícia criminal é essencial para a compreensão do evento em investigação, principalmente no levantamento de vestígios in loco, buscando a reconstrução da dinâmica dos fatos<sup>10</sup>.

Assim, este estudo objetivou relatar um caso de sinistro de trabalho atendido por equipe da Polícia Científica de Santa Catarina (PCI/SC), envolvendo uma ocorrência de morte por uma máquina picadora de madeira, em um cenário multidisciplinar de complexa análise do local e identificação da vítima.

## CASUÍSTICA

### *Histórico da ocorrência*

Este estudo foi aprovado e autorizado pela Comissão de Ensino e Pesquisa da PCI/SC (Processo PCI nº 7088/2024).

Em 2023, uma equipe da PCI/SC foi acionada para atender um local de sinistro de trabalho, com vítima fatal, em uma empresa localizada no Estado de Santa Catarina, região sul do Brasil. Os exames periciais foram realizados em período noturno, com início das atividades in loco às 19 horas, aproximadamente.

Na ocasião dos exames, a equipe pericial foi recebida no local por um engenheiro de segurança e por um técnico de segurança do trabalho. Segundo informes colhidos, não havia testemunhas do evento e nenhuma câmera de segurança instalada nas dependências do local que pudesse ter registrado o fato em apuração.

Segundo informações obtidas no local, no momento do evento, a vítima executava a atividade de operador de uma máquina picadora de madeira, alimentando a esteira transportadora com o material que seria submetido ao processo de trituração para transformação em cavacos. O trabalhador desempenhava a tarefa sozinho e não contava com nenhuma supervisão. O sinistro foi percebido pelo operador de trator ao notar a presença de “manchas vermelhas” caindo da esteira transportadora e se depositando no monte de cavacos localizado do outro lado do galpão (figura 1).



Figura 1: Sangue e restos mortais da vítima misturados aos resíduos de madeira no local.

### *Metodologia de levantamento do local*

Na análise pericial de local envolvendo sinistro de trabalho, os peritos oficiais devem levantar dados para identificar a natureza da atividade laboral desempenhada pelo trabalhador e se este apresentava capacitação condizente com o cargo para o qual foi contratado; determinar as condições gerais da preservação do local e do sinistro de trabalho; examinar minuciosamente o local, buscando reconstruir a dinâmica dos fatos; realizar a análise das lesões da vítima durante o exame perinecropsóptico, quando aplicável; analisar se a atividade laboral desempenhada pelo trabalhador está compatível com as respectivas normas reguladoras (NRs); constatar a presença e utilização de EPIs, além da análise das demais medidas de segurança necessárias, dentre outros procedimentos periciais cabíveis para cada caso concreto<sup>10,11</sup>.

Durante o levantamento, foram realizados os exames gerais de local preconizados nos procedimentos operacionais padrões (POPs) da PCI/SC, além de metodologias específicas para atendimento de local de sinistro de trabalho<sup>10,11</sup>. A coleta de dados foi realizada no momento do levantamento de informações básicas e específicas sobre o sinistro, inspeção do ambiente de trabalho e solicitação de documentação ao empregador, conforme preconizado por Cotomácio (2019)<sup>11</sup>.

Inicialmente, foram aplicadas técnicas de observação direta, levantamento fotográfico e busca de qualquer vestígio que pudesse vir a auxiliar na compreensão das circunstâncias em que ocorreu o evento em questão.

Durante o levantamento in loco, foram analisadas as condições em que estava sendo realizada a atividade laboral; as condições relacionadas à segurança do ambiente de trabalho, como: a existência de riscos no ambiente, de equipamentos de proteção coletiva (EPC), bem como as condições físicas do local, materiais, equipamentos e sistemas de segurança; e as condições relacionadas à segurança do trabalhador: uso de equipamentos de proteção individual (EPI).

A máquina de interesse pericial e os seus respectivos meca-

nismos de segurança foram testados no local. Para a análise da segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, utilizou-se a Norma Regulamentadora nº 12 (NR-12) do Ministério do Trabalho que define referências técnicas e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, além de estabelecer requisitos mínimos para a prevenção de acidentes<sup>12</sup>.

### *Documentos solicitados*

Por fim, foram solicitados e analisados os seguintes documentos de interesse pericial<sup>10,11</sup>: ficha de registro do trabalhador, com os devidos treinamentos para desempenhar as atividades realizadas; Atestado de Saúde Ocupacional – ASO; ficha de controle e entrega de EPI; ata de instalação e posse da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédios (CIPAA); Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT); Anotação de Responsabilidade Técnica – ART; Ordem de Serviço (OS) para a atividade realizada pelo trabalhador; Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR); Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO); e Relatório de Análise de Acidente (RAAC).

### *Do local*

O local encontrava-se isolado e preservado. A área de interesse pericial consistia em um amplo galpão coberto do setor de serraria da empresa, onde ocorria a transformação de madeira costaneira em cavacos.

Durante os exames, não foram constatados vestígios compatíveis com a ocorrência de luta corporal, nem a presença de material hemático na plataforma de operação e/ou em outro local fora dos componentes da máquina picadora de madeira e da esteira transportadora dos resíduos.

### *Da máquina picadora de madeira*

O equipamento de interesse pericial se resumia a uma máquina picadora de madeira a tambor (marca Bruno Industrial, modelo PBHC 320/450x720 – 4RA, 175kW).

Segundo informes, a máquina encontrava-se ligada e operante após os fatos, não apresentando pane. A máquina foi desligada pela corda de segurança somente quando os funcionários chegaram ao local de execução do trabalho da vítima e perceberam o que havia acontecido.

Na ocasião dos exames periciais, a referida máquina se encontrava desligada e travada pela corda de segurança. A máquina era ligada por meio de um controle de comando que se encontrava instalado na lateral da plataforma de operação.

O içamento da madeira costaneira ocorria utilizando-se uma grua instalada adjacente ao local. O material era descarregado na máquina picadora por uma calha cuja alimentação era feita pela vítima ao pisar em um pedal situado na plataforma de

operação para que a madeira costaneira fosse dispensada na esteira transportadora.

Ato contínuo, a madeira era transportada pela esteira e triturada, inicialmente, por meio de um rolo tracionador. Após o processamento do material, o cavaco caía na malha da peneira instalada no interior do picador onde era realizado o fatiamento e a separação do material por grades, de acordo com a sua dimensão.

No rotor encontrava-se instalado um tambor onde estavam acopladas duas facas que picavam e transformavam as toras de madeira em cavacos. Por fim, os cavacos eram transportados pela esteira até a área de dispensa frontal do galpão, onde os resíduos de madeira se acumulavam em montes, antes de seguir para as caldeiras.

Em teste realizado in loco, concluiu-se que a máquina estava funcionando a contento. Após ligar a máquina pelo botão usual, o rolo tracionador demorou vinte segundos para ser acionado e a máquina entrar em atuação, verificando-se intenso ruído quando em operação.

#### *Mecanismos de segurança da máquina*

A calha de alimentação da esteira transportadora era aberta, dotada de aproximadamente 71 cm de largura, 95 cm de altura em relação à plataforma externa, e cerca de 53 cm de altura em relação à esteira interna, apresentando barras metálicas de proteção instaladas verticalmente.

A máquina apresentava adesivos de segurança instalados nas laterais e botão de emergência na cor vermelha (tipo cogumelo), instalado na lateral da plataforma de operação. Seu acionamento desligava a máquina. Além disso, foi verificada a presença de corda de emergência na lateral da máquina, também na área da plataforma de operação.

Em caso da ocorrência de alguma falha técnica, a orientação de segurança consistia em desligar completamente a máquina para possibilitar a devida análise e a reparação do problema.

Em testes realizados durante os exames periciais no local, constatou-se que todos os mecanismos de segurança citados estavam operando a contento. Por fim, também havia um painel elétrico de energia, instalado em outra área do galpão, sem campo de visão para o operador da máquina de interesse.

#### *Exame necroscópico*

O exame necroscópico consiste no conjunto de análises que visam estabelecer a causa mortis, sob o ponto de vista médico e jurídico<sup>9</sup>.

Como os restos mortais se encontravam bastante fragmentados, o exame interno e a coleta de material para posterior

exame toxicológico foram prejudicados, concluindo-se pela causa da morte em decorrência de politraumatismo cortocontundente, compatível com o fato de que o corpo foi totalmente triturado pela máquina picadora de madeira.

Pelas condições apresentadas, não foi possível analisar se o cadáver apresentava lesões prévias aos fatos.

#### *Identificação da vítima*

A identificação humana é uma das finalidades mais importantes do trabalho médico-legal, existindo diversos métodos disponíveis para se identificar um indivíduo. Segundo França (2017)<sup>9</sup>, identidade consiste no conjunto de características que individualiza uma pessoa, fazendo-a distinta das demais.

Os restos mortais da vítima ficaram reduzidos a um amontoado de fragmentos de tecidos biológicos, roupas e fragmentos de EPIs (figura 2). No caso em tela, um dos maiores desafios seria encontrar, em meio aos resíduos de madeira e restos mortais, algum material que possibilitasse a identificação da vítima.

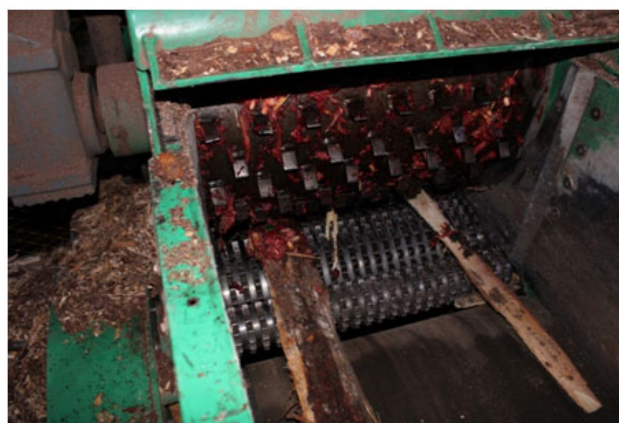


Figura 2: Vestígios biológicos da vítima constatados no interior da máquina picadora de madeira.

Com o uso de pás, os vestígios biológicos foram colocados em uma cuba mortuária, iniciando-se uma minuciosa busca por fragmentos corporais que pudessem auxiliar na confirmação da identidade da vítima (figura 3).

Inicialmente, foi importante determinar se os fragmentos corporais encontrados apresentavam características de pertencerem à espécie humana. A origem foi confirmada pelas características morfológicas anatômicas de alguns fragmentos ósseos encontrados como, por exemplo, a patela, cabeça do úmero e algumas falanges.

Além disso, por meio da análise dos fragmentos de pele, foi possível concluir que se tratava de um homem branco, apresentando algumas tatuagens. Entretanto, não foi possível estimar a idade e nem a estatura do corpo devido ao estado dos restos mortais.



Figura 3: Trabalho de recuperação dos restos mortais da vítima, misturados aos resíduos de madeira.

Em meio aos resíduos de madeira, também foi encontrada uma placa metálica das utilizadas em cirurgias para redução de fraturas, a qual apresentava a gravação de um número de série visível. Em contato com a família do trabalhador (suposta vítima), obteve-se a confirmação de que ele havia se submetido a uma cirurgia ortopédica devido a uma queda de motocicleta. Entretanto, ao entrar em contato com o hospital local, não foi localizado o registro do número da referida placa utilizada na cirurgia.

Ao final da exaustiva busca in loco, foi localizado parte de um dedo indicador preservado que estava acondicionado no interior de um fragmento de luva (figura 4).



Figura 4: Porção distal de dedo indicador encontrado no interior de fragmento de luva.

O fragmento dígito-papilar foi coletado e inserido em leitor biométrico. Utilizando o sistema Griaule, realizou-se a busca no banco de dados de impressões digitais, da qual resultou em um candidato compatível (figura 5). Desta feita, a identidade da vítima foi confirmada por meio de perícia papiloscópica.

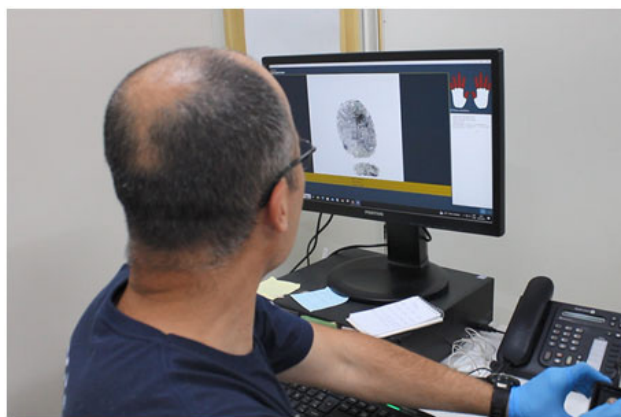


Figura 5: Servidor da Polícia Científica de SC analisando a impressão digital da vítima.

## DISCUSSÃO

O Brasil apresenta elevados índices de ATs e poucos estudos técnicos relatados na comunidade científica. No estudo do caso em questão, a análise conjunta do local e dos restos mortais nos exames médico-legais contribuíram para a confirmação da identidade e na determinação da causa da morte.

Os restos do corpo da vítima estavam concentrados no rolo tracionador e no interior da área do tambor da máquina picadora, bem como na esteira transportadora e na região de deposição dos resíduos de madeira do outro lado do galpão. Apesar da dificuldade em recuperar os restos mortais, foi possível encontrar um fragmento de dedo que foi crucial para possibilitar a célere identificação da vítima, por meio de análise papiloscópica.

O processo de identificação humana envolve os métodos primários e secundários, sendo a papiloscopia o método primário mais prático para a confirmação da identidade e mais rápido para trazer uma resposta aos familiares<sup>13</sup>. Caso o fragmento de dedo não tivesse sido recuperado no local, restaria apenas material orgânico para a realização da análise do perfil genético, um método primário considerado mais demorado e oneroso.

Casos envolvendo sinistros de trabalho com óbito geram repercussões em diversas áreas do Direito, sendo que a perícia criminal é de fundamental importância para elucidar diversas questões de interesse da justiça penal. Apesar de exigir esforços conjuntos dos integrantes do sistema trabalhista, o ordenamento jurídico brasileiro incumbe ao empregador o dever de cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho. Dessa forma, cabe ao empregador instruir e fiscalizar os empregados para a adoção das medidas de segurança cabíveis,

a fim de mitigar os riscos inerentes às atividades executadas na empresa.

Em complemento da NR-12, a NR-01<sup>14</sup> também determina que cabe ao empregador, além de outros deveres, implementar as medidas de prevenção de acidentes, com ordem de prioridade na: a) eliminação dos fatores de risco; b) minimização e controle dos fatores de risco, com a adoção de medidas de proteção coletiva; c) minimização e controle dos fatores de risco, com a adoção de medidas administrativas ou de organização do trabalho; e d) adoção de medidas de proteção individual.

Dessa forma, a fim de caracterizar as medidas e condições de segurança no ambiente laboral, além da análise pericial efetuada nos vestígios in loco, verificou-se as informações contidas em diversos documentos trabalhistas. Todos os documentos solicitados foram enviados pela empresa.

Em meio aos vestígios biológicos, foram identificados restos de uniforme e de EPIs (bota, capacete, luva e protetor auricular) compatíveis com os reportados na respectiva ficha de controle e entrega. Entretanto, nesta situação, não teria como estes EPIs serem eficientes para impedir o esmagamento e trituração do corpo, resultando na morte do trabalhador.

Após a confirmação da identidade, verificou-se que a vítima trabalhava há cerca de seis meses na empresa, sendo contratada como auxiliar de produção. De acordo com o ASO, o trabalhador estava apto para realizar a função do cargo.

Na ocasião do evento, a vítima operava a referida máquina picadora de madeira sem supervisão. Com relação à capacitação, foi entregue à equipe pericial um documento constando que o empregado apresentava um curso geral de integração e segurança de trabalho, com carga horária de 2 horas.

De acordo com a NR-12, a "operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem ser realizadas por trabalhadores habilitados, qualificados, capacitados ou autorizados para este fim". Além disso, a referida NR preconiza que a função do empregado que opera e realiza intervenções em máquinas deve ser anotada no registro e que o curso de capacitação deve ser específico para o tipo de máquina em que exerce as suas funções<sup>12</sup>.

Com relação à máquina e os seus mecanismos de segurança, a NR-12 define que as zonas de perigo devem possuir sistemas de segurança que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores, de acordo com as características técnicas de cada máquina e do processo de trabalho<sup>12</sup>.

A máquina picadora de madeira em questão apresentava ART e se encontrava operando a contento. Entretanto, entendeu-se que a máquina não apresentava proteção suficiente (alarmes, barreiras físicas, desligamento automatizado etc.) de forma a impossibilitar o acesso do operador à zona de perigo, como a presença de enclausuramento adequado, de sensores de segurança e mecanismos eficientes de desarme. In casu, a máquina deveria apresentar melhor proteção para dificultar o acesso de pessoas à zona de perigo e das fontes de risco ocupacional,

além de sistema de alarmes para comunicar a ocorrência de falhas técnicas.

Com relação à reconstrução da dinâmica do evento, a análise pericial ficou prejudicada. O fato não foi registrado por câmeras e não existia testemunha no local. Em face dos vestígios coligidos nos exames periciais, a vítima acessou a parte interna da calha da esteira transportadora de forma indeterminada, sendo esmagada e triturada em pedaços pelos componentes da máquina picadora em operação.

De acordo com o estudo de Cotomácio (2019)<sup>11</sup>, os peritos criminais que responderam ao seu questionário relataram que possuem diversas dificuldades para a realização de perícia em local de sinistro de trabalho, sendo possível destacar: a falta de conhecimento de normas técnicas de segurança do trabalho (80%), dificuldade na identificação da condição insegura que propiciou o sinistro (38%) e na determinação da dinâmica do evento (31%). Em face da complexidade e das dificuldades apresentadas, os profissionais da área se sentem inseguros para a realização de perícias na área da Infortunística<sup>15</sup>.

Os ATs geralmente são eventos de natureza multifatorial/multicausal, não existindo apenas um fator isolado como causa do sinistro<sup>6</sup>. No estudo desenvolvido por Gonçalves e Dias (2011)<sup>16</sup>, os trabalhadores relataram diversas razões para explicar os ATs como o ritmo de trabalho, problemas de ordem organizacional e até fatores emocionais relacionados com as atividades laborais, dentre outros.

Com relação ao ambiente de trabalho, de acordo com Mendonza e Borges (2016)<sup>17</sup>, as serrarias apresentam ambientes geralmente insalubres, com diversas máquinas apresentando elevados potenciais de riscos aos trabalhadores, sendo as serras circulares e as de fita os equipamentos campeões em notificações de acidentes na indústria madeireira. Ainda, segundo esses autores<sup>17</sup>, as serrarias devem investir na modernização dos seus parques industriais e na qualificação da mão de obra operacional para reduzir a ocorrência de acidentes de trabalho neste setor.

Considerando a escassez de estudos de casos envolvendo sinistros de trabalho com vítima fatal na literatura nacional, este trabalho relatou um complexo e singular estudo de caso, envolvendo análises forenses multidisciplinares para possibilitar a identificação da vítima e compreender sobre os fatos em apuração. Estudos de casos desta natureza também fornecem importantes elementos para tomadas de decisão no que diz respeito à prevenção de potenciais acidentes de trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste contexto investigativo, a metodologia de análise deve ser bem fundamentada, permitindo que as conclusões tenham embasamento científico para buscar compreender a provável dinâmica e as circunstâncias decorrentes dos fatos de interesse criminalístico.

Além disso, a interpretação pericial deve ser sempre con-

frontada com as informações e interpretações advindas dos demais procedimentos da investigação policial, sendo que a conclusão sobre a causa jurídica e as suas circunstâncias dependem do trabalho conjunto entre os peritos criminais, médicos legistas e demais agentes responsáveis pela investigação. Somente considerando a análise dos elementos técnicos e materiais coligidos no local do acidente, não foi possível elucidar questões importantes para a determinação da causa jurídica da morte.

Embora a empresa tivesse um PGR, o sinistro ora examinado não foi evitado. Com relação às medidas e mecanismos de segurança, foi possível concluir que a máquina deveria apresentar melhorias nos seus sistemas, a fim de impedir o acesso da vítima à zona de perigo, reduzindo, assim, os riscos e assegurando a manipulação da máquina de forma mais segura. Além disso, considerando os elementos disponíveis para análise, entendeu-se que o empregado não estava plenamente capacitado para operar, sem supervisão, a referida máquina no ambiente de trabalho.

Relatos de caso desta natureza fornecem importantes elementos para as empresas minimizarem os riscos associados a este tipo de maquinário e operação, buscando a implementação de medidas de segurança preventivas para impedir a ocorrência de novos sinistros.

O gerenciamento de riscos no ambiente de trabalho é um processo de melhoria contínua e permanente das condições de exposição dos trabalhadores a probabilidades de perigo. Dessa forma, tal avaliação ocupacional deve ser feita por equipe especializada e multidisciplinar, buscando sempre transformar o ambiente laboral em um local seguro e com melhores condições de trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. OIT - Organização Internacional do Trabalho. A call for safer and healthier working environments. OIT;2024.
2. OIT - Organização Internacional do Trabalho. The prevention of occupational diseases. OIT;2013.
3. Menegon LDS, Menegon FA, Kupek E. Mortalidade por acidentes de trabalho no Brasil: análise de tendência temporal, 2006-2015. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*. 2021;46: e8.
4. Smartlab. Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho – Promoção do meio ambiente do trabalho guiado por dados. Smartlab;2024 [acesso em 3 jul 2024]. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/>.
5. Rodrigues OK, Fleischmann RU, dos Santos AAF. Subnotificação de acidentes do trabalho com morte no estado do Rio Grande do Sul em 2016: discrepâncias das estatísticas previdenciárias oficiais. *Revista da Escola Judicial do TRT4*. 2019;1(01):151-180.
6. Cavalcante CAA, Cossi MS, de Oliveira Costa RR, de Medeiros SM, de Menezes RMP. Análise crítica dos acidentes de trabalho no Brasil. *Revista de atenção à Saúde* 2015;13(44):100-109.
7. OIT - Organização Internacional do Trabalho. Resoluções sobre as estatísticas das lesões profissionais devidas a acidentes do trabalho. 16ª Conferência Internacional de Estatísticas do Trabalho. OIT;1998.
8. Nunes E. 1.000 perícias: insalubridade, periculosidade, acidente de trabalho, aposentadoria especial. Campinas: Millennium Editora; 2019.
9. França GV. *Medicina Legal*. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017.
10. Cotomácio AC. *Manual Prático de Perícia Criminal em Acidentes de Trabalho*. 2 ed. Campinas: Millennium Editora; 2021.
11. Cotomácio AC. *Perícia Criminal em Locais de Acidente de Trabalho*. *Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics*. 2019;8(4):188-212.
12. Brasil. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 12. Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Brasília, DF: Ministério do Trabalho;1978.
13. INTERPOL - International Police Organization. *Disaster Victim Identification Guide*. INTERPOL;2023.
14. Brasil. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 01. Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais. Brasília, DF: Ministério do Trabalho;1978.
15. Vilela RAG, Iguti AM, Almeida, IM. Culpa da vítima: um modelo para perpetuar a impunidade nos acidentes do trabalho. *Cadernos de Saúde Pública*. 2004;20(2):570-579.
16. Gonçalves CGO, Dias A. Três anos de acidentes do trabalho em uma metalúrgica: caminhos para seu entendimento. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2011;16(2):635-646.
17. Mendoza ZMSH, Borges PHM. Segurança do trabalho em serriarias. *Multitemas*. 2016;21(49):113-139.



| **IMAGEM**

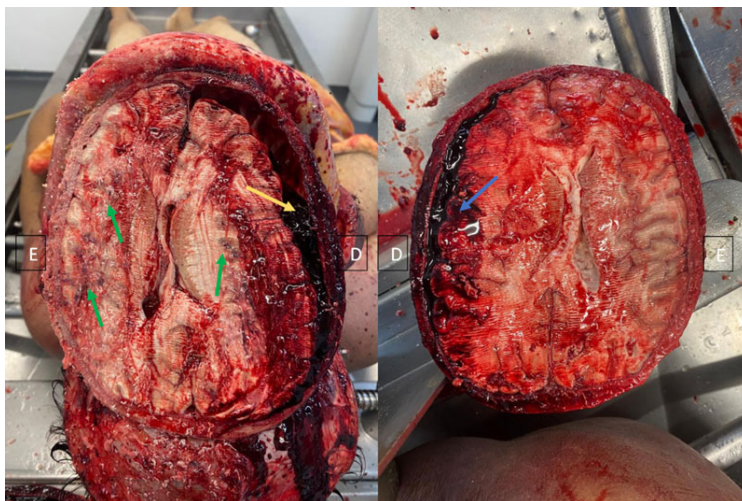
# TRAUMA CRANIOENCEFÁLICO E O DIAGNÓSTICO POST MORTEM *TRAUMATIC BRAIN INJURY AND THE POST MORTEM DIAGNOSIS*

**Marcus Vinicius Boaretto Cezillo\***

Serviço de Verificação de Óbitos de Guarulhos (SVO), Guarulhos, SP, Brasil

**José Ciongoli**

Serviço de Verificação de Óbitos de Guarulhos (SVO), Guarulhos, SP, Brasil



As imagens mostram o exame interno de um jovem, 29 anos, masculino, vítima de acidente com veículo automotor, evoluindo com trauma cranioencefálico (TCE) exclusivo, sem outras lesões encontradas. O exame evidenciou lesões primárias, como o hematoma subdural agudo (HSD) - seta amarela; lesão axonal difusa (LAD) - setas verdes; e contusão cerebral associada à fratura com hemorragia no local de impacto (temporal direito). Lesões secundárias também estão presentes, como o edema cerebral, mais acentuado em hemisfério direito, com apagamento de sulcos e giros que se encontravam menos evidentes quando comparados ao hemisfério contralateral, compressão e colapso completo do ventrículo lateral direito e parcial à esquerda, além de desvio da linha média. A presença de lesões primárias e secundárias evidenciam a rápida progressão do dano cuja expressão final corresponde à perda da arquitetura do encéfalo, sobretudo junto do HSD, onde a hipóxia é mais precoce<sup>1</sup>. Além disso, o edema cerebral e a compressão ventricular podem ser associados à representação macroscópica de hipertensão intracraniana<sup>2</sup>, que contribuiu, de maneira progressiva, para a piora das lesões secundárias e morte. Apesar dos sinais precoces de TCE grave se basearem no mecanismo de trauma e clínica apresentados, 75% das HSD são diagnosticadas post mortem<sup>3</sup>, o que enfatiza a necessidade de um índice de suspeição alta e tratamento precoce, a fim de evitar lesões cerebrais secundárias irreversíveis.

## REFERÊNCIAS

1. Finnie JW. Forensic Pathology of Traumatic Brain Injury. *Vet Pathol.* 2016 Sep;53(5):962-78.
2. Hu K, Lo MT, Peng CK, Novak V, Schmidt EA, Kumar A, Czosnyka M. Nonlinear pressure-flow relationship is able to detect asymmetry of brain blood circulation associated with midline shift. *J Neurotrauma.* 2009 Feb 11;26(2):227-33.
3. Alexis RJ, Jagdish S, Sukumar S, Pandit VR, Palnivel C, Antony MJ. Clinical Profile and Autopsy Findings in Fatal Head Injuries. *J Emerg Trauma Shock.* 2018 Jul-Sep;11(3):205-210.

\*marcuscezillo@gmail.com



# LESÕES POST MORTEM PRODUZIDAS POR MORDEDURAS DE PEIXE

## POSTMORTEM LESIONS DUE TO FISH BITES

**Sávio Augusto Silva de Souza\***

Posto de Perícia Integrada de Iturama, Polícia Civil do Estado de Minas Gerais, Iturama, MG, Brasil

**Frederico Moreira Cardoso Ayres**

Posto de Perícia Integrada de Frutal, Polícia Civil do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG, Brasil

**Lucas Antônio Morais Oliveira**

Posto de Perícia Integrada de Frutal, Polícia Civil do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG, Brasil

**Jéssica Maia Couto Matias**

Posto de Perícia Integrada de Iturama, Polícia Civil do Estado de Minas Gerais, Iturama, MG, Brasil



Lesões por mordedura são marcas deixadas por dentes humanos, ou de animais, na pele de pessoas vivas, de cadáveres ou em objetos inanimados de consistência relativamente macia<sup>1</sup>. No caso em tela, nota-se lesão corto contusa de bordas irregulares, equimose associada, e importante deformação do pavilhão auricular esquerdo, com avulsão tecidual, correspondente aos achados necroscópicos em cadáver encontrado no Rio Grande, região do triângulo mineiro, Brasil, supostamente vítima de afogamento (Figura 1). A Fig. 2 ilustra, no mesmo cadáver, uma vista panorâmica da região dorsal esquerda, próximo ao ombro ipsilateral: duas lesões corto contusas, com equimoses puntiformes distribuídas com formato que se assemelha a arcada dentária causadas, provavelmente, por ictiofauna local (detalhe na Figura 3). Essas lesões podem ser atribuídas à mordedura de peixe(s), dado histórico do evento e características próprias. São comumente encontradas na cabeça e em membros superiores e inferiores, especialmente pela posição que em geral os cadáveres ficam, quando submersos<sup>2</sup>. Em águas fluviais, peixes relativamente menores podem causar alterações destrutivas no cadáver, apesar da literatura nacional ser escassa com relação às principais espécies envolvidas. Em indivíduos vivos, as lesões por mordedura de peixes é melhor documentada. Dentre as espécies, destaca-se as piranhas como principais responsáveis, seguidos pelo dourado e pela traíra<sup>3</sup>. Por fim, não se pode negar que a ictiofauna local pode causar lesões corporais e fenômenos destrutivos consideráveis em cadáveres submersos, uma vez que a maioria das lesões são resultantes de ataques *post mortem*, especialmente em regiões com maior densidade populacional de peixes carnívoros.

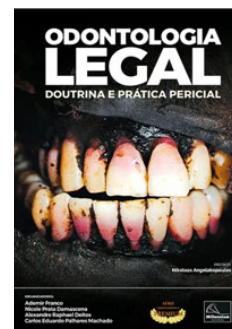
### REFERÊNCIAS

- 1.Oliveira DCA, Simões PS, Marques JAM, Galvão LCC, Oliveira RN, Musse JO. Avaliação de marcas de mordida em alimentos produzidos por próteses dentárias. Arquivos em Odontologia. 2010;46 (1):38-42.
- 2.Spitz WU, Diaz JF. Spitz and Fisher's. Medicolegal Investigation of Death. Guidelines for the Application of Pathology to Crime Investigation. Fifth Edition; 2020.
- 3.Haddad JR, V. Dermatologia Ambiental: Manifestações dermatológicas de acidentes por animais aquáticos (invertebrados). Anais Brasileiros de Dermatologia. 2013;88 (4):496-506.

\*savio\_augusto07@hotmail.com

| RESENHA

## ODONTOLOGIA LEGAL - DOCTRINA E PRÁTICA PERICIAL



**Geraldo Elias Miranda\***

Polícia Civil de Minas Gerais, Instituto Médico-Legal André Roquette, Belo Horizonte, MG, Brasil

A Odontologia Legal é uma especialidade odontológica que, em função de seu caráter inter e multidisciplinar, atua em sinergia com as demais ciências forenses. Sua consolidação científica não é pontual, mas dinâmica — um processo que depende da contínua disseminação e reafirmação da especialidade como ferramenta indispensável ao esclarecimento técnico à Justiça.

Em tese, considerando o “atual estado da arte” em Odontologia Legal, ou seja, baseada em evidência científica atualizada, tornou-se necessária uma publicação condizente com o pressuposto. Neste sentido, esta obra propõe a compilação do conhecimento científico avançado em uma fonte de consulta uniforme e atual, emergindo, assim, como componente adicional na tarefa progressiva de perpetuar o conhecimento odonto legal brasileiro.

Como sugere o título, o livro é estruturado a partir de referenciais teóricos e práticos, sendo o componente teórico baseado em conteúdos publicados, em sua maioria, como artigos científicos e instruções de boas práticas validadas por organizações internacionais relevantes. Sob a perspectiva prática, fundamentou-se em referenciais praticados por profissionais experientes que atuam no serviço pericial, ou na área acadêmica, no Brasil. Assim, valida-se uma ferramenta de consulta que une a teoria ilustrada com a prática pericial, objetivando melhor sedimentação do conteúdo.

O livro conta com quatro organizadores e, ao mesmo tempo, coordenadores e responsáveis pela revisão técnica. Esses profissionais são reconhecidos por suas atuações no desenvolvimento e difusão de doutrinas periciais nas diversas searas contempladas na Odontologia Legal. Além disso, são mais de 60 autores colaboradores, incluindo peritos, professores e pesquisadores nacionais e internacionais, que são referências em Odontologia Legal no Brasil e no mundo, e que adotam as metodologias descritas no livro para resolução de casos reais.

O livro possui 28 capítulos e se inicia com uma contextuali-

zação que introduz a Odontologia Legal, trazendo seus aspectos históricos (capítulos um e dois). Os capítulos três, quatro e cinco discorrem sobre a ética e legislação, quando são vistos o Código de Ética Odontológica, o exercício lícito e ilícito da odontologia e os documentos odontolegais. Dada a sua importância, a cadeia de custódia possui um capítulo próprio, considerando ainda a especificidade dos vestígios nessa área (capítulo seis).

A perícia, em suas diversas esferas, é o ponto focal da obra incluindo suas aplicações nos âmbitos criminal, civil, trabalhista e administrativa (capítulos sete ao 11).

Os capítulos 12 ao 20 tratam as questões de traumatologia e tanatologia, ambas muito ligadas à perícia criminal, bem como análises periciais em marcas de mordida (capítulo 27).

Os capítulos 22 ao 26 trazem a identificação humana como foco, tanto em casos rotineiros nos Institutos Médico Legais quanto em cenários de desastres em massa, destacando a Odontologia como método primário de identificação, conforme definido pela INTERPOL. Também são abordados temas que aplicam a Odontologia na Antropologia Forense e métodos auxiliares de identificação, como a aproximação facial.

Por fim, o capítulo 28 aborda noções de genética forense na prática pericial, desde a descrição do DNA até sua fase laboratorial e a legislação pertinente, assunto muito ligado à Odontologia, devido ao fato de também ser um método primário de identificação.

O livro alcança seu objetivo que é se tornar uma referência e fonte de consulta na temática de Odontologia Legal para profissionais da perícia, assistentes técnicos, alunos de graduação e pós-graduação, professores e pesquisadores na área. Além disso, o livro é fonte para os candidatos que almejam os cargos de odontologista, ou perito criminal, que têm provas específicas de Odontologia. O que se via no passado, em provas de certames públicos na área pericial em Odontologia, era a cobrança de

\*geraldoeias@hotmail.com

conteúdo ultrapassado que era memorizado pelo candidato, mas não tinha uma aplicação prática no serviço.

Esta obra apresenta o diferencial de unir os argumentos teóricos devidamente evidenciados no universo científico com a prática pericial por meio de casos reais ilustrados e adaptados para o ensino, além de exercícios de fixação.

#### ODONTOLOGIA LEGAL - DOCTRINA E PRÁTICA PERICIAL

Organizadores: Ademir Franco, Alexandre Raphael Deitos, Nicole Prata Damascena, Carlos Eduardo Palhares Machado

Edição: 1ª Edição

Editora: Millennium Editora

Número de páginas: 664

Ano de publicação: 2024

ISBN: 978-85-7625-408-9



## PERÍCIA DE INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES - FUNDAMENTOS E METODOLOGIAS APLICADAS À PRÁTICA PERICIAL



**Carlos Alberto Trindade\***

Setor Técnico-Científico da Polícia Federal, Polícia Federal, Belo Horizonte, MG

O livro “Perícia de Incêndio em Edificações: Fundamentos e Metodologias Aplicadas à Prática Pericial” foi concebido como um guia abrangente e prático, destinado a profissionais que atuam na área de perícia de incêndios. A análise de locais afetados por incêndios, frequentemente marcados por extensas áreas degradadas e perda significativa de vestígios, apresenta um desafio considerável para as equipes periciais. Contudo, é plenamente viável conduzir uma investigação científica de forma confiável. A aplicação de procedimentos técnicos e de metodologias propostas no livro permitem a identificação de muitos vestígios do percurso do fogo, cruciais para determinar a causa e a origem do incêndio.

O livro aborda os temas de forma técnica, mas com uma linguagem clara e objetiva, contendo ilustrações que facilitam a compreensão dos conceitos discutidos. Isso é especialmente importante em um contexto em que nem todas as unidades de criminalística dispõem de equipes especializadas em perícias de incêndio, além do fato de que os locais incendiados podem ser atendidos por profissionais de diversas especialidades.

O capítulo inicial trata os objetivos da perícia de incêndio em diferentes contextos, como o criminal, cível, administrativo e no âmbito das seguradoras, delineando as responsabilidades dos profissionais envolvidos. Nos capítulos subsequentes são apresentados conceitos fundamentais de Química e Física aplicados ao incêndio, incluindo a dinâmica do fogo, fontes de ignição, efeitos do fogo e padrões de queima. O capítulo sobre química discute conceitos fundamentais importantes para a compreensão da dinâmica do fogo e como o padrão de comportamento do incêndio mudou nas últimas décadas devido ao aumento da taxa de liberação de calor dos materiais combustíveis. O capítulo sobre a dinâmica do fogo retrata os estágios de desenvolvimento

de um incêndio, detalhando o comportamento dos gases aquecidos em cada fase, desmistificando conceitos incorretos sobre o crescimento acelerado de incêndios e alta intensidade de queima que, no passado, foram erroneamente atribuídos ao uso de líquidos inflamáveis como acelerantes. Além disso, levanta as principais fontes de ignição, como reações químicas, calor gerado por compressão, chamas abertas e fontes elétricas (curto-circuito, sobrecarga, desconexão parcial, arco elétrico, entre outras), discutindo, também, as condições que podem levar a combustões espontâneas.

A obra aprofunda a compreensão das reações entre materiais e o calor durante um incêndio, desmistificando conceitos difundidos no passado: por exemplo, o padrão de queima conhecido como ‘pele de jacaré’ não é necessariamente causado pelo uso de acelerantes. O texto também apresenta conceitos que permitem diferenciar se um vidro foi quebrado por impacto mecânico ou por estresse térmico, oferecendo elementos importantes para a determinação da dinâmica dos fatos no local. Além disso, refuta a ideia de que buracos em pisos de madeira são sempre decorrentes do uso de acelerantes, destacando a distinção entre a fusão de condutores elétricos de cobre causada pelo calor do incêndio e aquela provocada por curtos-circuitos, ou outros fenômenos elétricos, já que erros nesta diferenciação podem levar a conclusões errôneas sobre as causas de um incêndio.

É dado destaque de como a ventilação influencia na formação dos padrões de queima em um incêndio. A ocorrência de *flashover*, ou o posicionamento de aberturas da edificação, como portas e janelas, podem alterar as marcas de queima, redirecionando a combustão ou intensificando o fogo em áreas com maior disponibilidade de oxigênio. Isso pode resultar na criação de padrões de queima distantes da região inicial, podendo gerar

\* carlos.trindade.73@gmail.com

múltiplos fragmentos com características de focos distintos de incêndio. Essa dinâmica pode complicar a análise pericial, dificultando a determinação da origem do fogo e, em algumas situações, levando a erros de interpretação sobre sua causa.

Na seção dedicada ao processamento do local de incêndio são apresentados, inicialmente, procedimentos aplicáveis a todas as fases que incluem a documentação do local, a coleta de amostras químicas, uso da metodologia científica e a segurança ocupacional do profissional. Em seguida, são detalhadas as fases do processamento, que abrangem o acionamento da perícia, o planejamento, a chegada ao local, o processamento da região mediata, a coleta de informações, a avaliação das condições de segurança, a análise externa e interna da edificação, a definição da zona de origem do incêndio, o processamento dessa zona de origem, a reconstrução do local e, por fim, a liberação do local. Há um capítulo que especifica os procedimentos a serem abordados em caso de existência de vítimas fatais.

No penúltimo capítulo, são apresentados exemplos de alguns tipos de exames complementares que podem ser realizados em locais de incêndio estendendo-se a temas como exames de análises químicas, realização de exames não destrutivos como uso de raio-x, análise físico-química dos materiais, exames metalográficos, exames em imagens, reprodução computacional

de ambientes, simulação computacional de incêndios, testes de queima, exame necroscópico, exames em equipamentos eletrônicos e análises isotópicas. Por fim, o último capítulo do livro apresenta recomendações sobre a estrutura de laudos de incêndio, a interpretação de exames complementares e a necessidade de evitar conclusões baseadas na ausência de evidências físicas diretas, conhecido, na literatura especializada, como *negative corpus*.

Esta obra traz uma contribuição importante ao campo da perícia de incêndio uma vez que se propõe como uma referência técnica acessível para profissionais que buscam compreender as complexidades das investigações de incêndio e suas aplicações práticas em diversos contextos.

#### PERÍCIA DE INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES - FUNDAMENTOS E METODOLOGIAS APLICADAS À PRÁTICA PERICIAL

Organizador: Carlos Alberto Trindade

Editora: Editora Millennium

Edição: 1ª edição

Número de páginas: 376

Ano da publicação: 2024

ISBN: 978-85-7625-413-3



# NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

## NORMAS PARA SUBMISSÃO DE MANUSCRITOS

A Revista Criminalística e Medicina Legal (Revista CML) é um periódico científico destinado à divulgação de produção científica nas áreas da Criminalística e Medicina Legal.

Os artigos encaminhados serão submetidos à avaliação às cegas, pelos pares, por, no mínimo, dois especialistas na área pertinente à temática do artigo.

Para a avaliação, solicita-se que o autor principal do manuscrito encaminhe o trabalho para o endereço eletrônico da Revista CML ([revistacml@gmail.com](mailto:revistacml@gmail.com)) juntamente com uma declaração (vide modelo no site) do autor responsável pela interlocução com os editores se responsabilizando, caso seja aprovado, pela ciência e concordância dos demais autores, se houver, em publicar o manuscrito na Revista CML.

Serão aceitos apenas trabalhos redigidos em língua portuguesa. Ressalta-se que as opiniões e conceitos emitidos pelos autores são de sua exclusiva e inteira responsabilidade, não refletindo, necessariamente, a opinião do conselho editorial da revista.

Os artigos que se resultarem de pesquisas experimentais envolvendo seres humanos devem conter explicitado, no corpo do trabalho, o protocolo de aprovação por Comitê de Ética reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). O mesmo se aplica àquelas pesquisas que envolverem animais vertebrados: o protocolo de aprovação por Comissão de Ética no Uso de Animais reconhecido pela Comissão Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

Para **Relatos de Casos** não serão exigidos protocolos de aprovação em Comissões de Ética. Entretanto, para esses trabalhos e estudos envolvendo análise de dados históricos, junto com o manuscrito deverá ser encaminhado um documento assinado pela chefia da instituição/departamento de origem dos dados autorizando sua publicação na Revista CML.

Em todas as modalidades dos trabalhos encaminhados para análise, o comitê editorial se reserva o direito de deliberar sobre a aceitação para publicação e forma de apresentação, em qualquer modalidade de artigo, no que concerne a aspectos éticos, preservação da identidade de pessoas físicas e jurídicas, e exposição de dados relativos a casos não transitados em julgado em qualquer esfera judicial que possa comprometer tais procedimentos. Sugere-se observar o disposto na lei federal de acesso à informação, lei nº 12.527 de 2011, artigo 31, que trata deste assunto.

## INSTRUÇÕES PARA O PREPARO E ENVIO DE MANUSCRITOS

### INFORMES GERAIS

**Artigos Originais:** São trabalhos provenientes de pesquisa científica apresentando dados resultantes de estudo experimental, observacional ou de análise de dados. Sua estrutura traz os seguintes itens: Título; *Title*; Resumo; Palavras-chave; *Abstract*; *Keywords*; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão (juntos ou separadamente); Conclusão; Agradecimentos (opcional); Referências. Deverá se limitar a 15 laudas.

**Artigos de Revisão:** São trabalhos que têm por objeto resumir, analisar, avaliar ou sintetizar trabalhos de investigação já publicados em revistas científicas. Sua estrutura traz os seguintes itens: Título; *Title*; Resumo; Palavras-chave; *Abstract*; *Keywords*; Introdução; Metodologia; Itens da revisão distribuídos a critério dos autores; Considerações Finais; Agradecimentos (opcional); Referências. Deverá se limitar a 15 laudas.

**Relatos de Casos:** São artigos que apresentam dados descritivos de um ou mais casos relevantes diante do conhecimento científico atual. Sua estrutura traz os seguintes itens: Título; *Title*; Resumo; Palavras-chave; *Abstract*; *Keywords*; Introdução; Casuística; Discussão; Considerações Finais; Agradecimentos (opcional); Referências. Deverá se limitar a dez laudas.

**Resenhas:** São textos que trazem aspectos descritivos e analíticos de obra recentemente publicada e de relevância para a Criminalística e para a Medicina Legal. Sua estrutura traz os seguintes itens: Identificação da Obra (título, nome dos autores/editores/organizadores, edição, volume, local e editora, número de páginas, ano da publicação e ISBN); Desenvolvimento; Considerações Finais (opcional); Agradecimentos (opcional). Uma imagem da capa do livro deverá ser enviada juntamente com a resenha. Deverá se limitar a cinco laudas.

**Resumos de Monografias, Dissertações e Teses:** Resumo em parágrafo único com até 4.000 caracteres, incluindo espaços, palavras-chave e título. Deve acompanhar a versão em inglês do Resumo (*Abstract*), *keywords* e título. Após a versão em inglês, deve conter a referência da monografia, dissertação ou tese, de acordo com as normas desta revista. Ao final deve ter o registro dos nomes completos do autor e do orientador, data de defesa (dd/mm/aaaa), local, instituição e curso de graduação ou pós-graduação onde foi defendida.

**Comunicação Breve:** São artigos que relatam, de forma mais sucinta e objetiva, práticas, temas ou resultados relacionados às atividades periciais. Sua estrutura traz os seguintes itens: Título; *Title*; Resumo (máximo de 150 palavras); Palavras-chave (máximo de três); *Abstract*; *Keywords*; Introdução; Relato ou Casuística (opcional); Discussão; Referências (máximo de cinco). Deverá se limitar a cinco laudas e três ilustrações (tabelas ou figuras).

**Imagem:** Figuras atribuídas ao autor antecedidas por um título sucinto, em português e inglês, e sucedidas por um breve texto, com no máximo 250 palavras, que explique a importância das imagens para o trabalho pericial no âmbito da criminalística ou medicina legal. Deverá se limitar a três figuras, com boa resolução, e três referências.

## FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS MANUSCRITOS

Os manuscritos de todas as categorias devem seguir os seguintes critérios:

**Formatação:** O texto deverá ser digitado com o uso do editor de texto "Microsoft Word", em formato A4 (21,0 x 29,7), com espaço 1,5, justificado, espaçamento simples entre parágrafos, com margens esquerda, direita, superior e inferior de 2,5 cm, fonte "Times New Roman" no tamanho "12" e em *coluna única*. Deve ser colocada numeração de linhas em todo o texto (*na aba do word "Layout da Página", clicar em Número de linhas e selecionar "Contínuo"*). Cada item do texto deverá ser digitado em negrito, e os demais níveis, em itálico negrito e itálico sem negrito. Exemplo: **ITEM**; ***Subitem 1***; ***Subitem 2***. As páginas devem ser numeradas no canto superior direito.

**Título:** Deve conter no máximo 25 palavras e ser digitado em caixa alta e centralizado, nas versões das línguas portuguesa e inglesa. Deve ser conciso e exprimir com clareza o conteúdo do trabalho.

**Autoria:** Deve ser apresentada logo após o título, com nome(s) completo(s) do(s) autor(es) alinhado(s) à esquerda, numerado(s) de forma sobrescrita, apresentando, abaixo, a sequência numérica indicando a instituição de origem, estado, cidade e país. Um dos autores deverá ser identificado com asterisco (\*) indicando ser aquele para interlocução, acompanhado de seu endereço eletrônico.

**Resumo e Abstract.** Devem ser apresentados em parágrafo único, sem citações bibliográficas, logo após a autoria, com informações que permitam a adequada caracterização do artigo como um todo. No caso de artigos originais, devem ser informados o objetivo, a metodologia aplicada, os resultados

principais e as conclusões. Devem conter até 2.000 caracteres, incluindo espaços. O *abstract* deverá ser uma versão fiel do resumo.

**Palavras-chave e Keywords:** No máximo cinco Palavras-chave e *Keywords* apresentadas em seguida ao Resumo e ao *Abstract*, respectivamente, separadas entre si por ponto e iniciando com letra maiúscula.

**Citação:** As referências deverão ser apresentadas no texto por meio de números arábicos sobrescritos imediatamente após a citação feita, segundo a ordem em que apareçam no texto. Por exemplo: "O estudo foi considerado relevante em alguns casos<sup>1,2</sup>, mas não em outros<sup>3-5</sup>. Conforme estudo de Souza et al. (2020)<sup>6</sup>, foi observado..."

**Figuras e Tabelas:** Serão aceitas figuras (fotografias e gráficos) e tabelas que sejam essenciais ao bom entendimento do trabalho. Contudo, não serão aceitas aquelas meramente decorativas. Figuras e tabelas que não sejam originárias do autor do manuscrito devem estar acompanhadas da referência da fonte extraída na sua legenda. Qualquer figura ou tabela deve ser referenciada antecipadamente no texto. Por exemplo: "A figura 1 apresenta... ou ...os resultados foram semelhantes (tabela 1)". As ilustrações deverão estar em boa qualidade de resolução para serem publicadas e serem numeradas em algarismo arábico. Todas as figuras e tabelas devem possuir legendas; localizadas abaixo, no caso de figuras, e acima, no caso das tabelas.

## REFERÊNCIAS

A Revista CML adotará o estilo **Vancouver** para formatação das referências que pode ser acessado em [http://www.fiocruz.br/bibsmc/media/comoreferenciarecitarsegundooEstiloVancouver\\_2008.pdf](http://www.fiocruz.br/bibsmc/media/comoreferenciarecitarsegundooEstiloVancouver_2008.pdf) (página 16) para fins de consulta.

As referências bibliográficas devem ser listadas de acordo com a ordem de aparecimento no texto e indicadas por números arábicos.

O último sobrenome do autor deve ser citado com a primeira letra maiúscula e o restante em minúsculo seguido pelas iniciais do nome e sobrenomes intermediários, se houver, sem vírgula e sem ponto (ex.: Barbosa JA). Caso o artigo tenha mais de seis autores, mencionam-se os seis primeiros seguidos da abreviatura "et al."

Não serão utilizados destaques gráficos, tais como negrito, sublinhado ou itálico, na composição das referências. Exemplos de formatação das referências estão apresentados abaixo.

## 1 ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS CIENTÍFICOS

*Autor/es. Título do artigo. Abreviatura interna-cional da revista. Ano;volume(número); página inicial-final do artigo.*

Exemplo:

Manente R, Vieira EM, Costa PB, Silva, RHA. É possível a utilização de medidas do nível de reabsorção óssea alveolar na maxila e mandíbula para a estimativa de destreza manual? Um estudo piloto. Revista CML. 2020;5(1):27-33.

Rodrigues M, Guedes M, Augusti R, Marinho PA. Contaminação de cocaína em cédulas de dinheiro em Belo Horizonte - MG. Rev. Virtual Quim. 2013;5(1):125-136.

## 2 MATÉRIA DE JORNAL

*Autor (es). Título do artigo/matéria. Nome do jornal. Dia mês ano; seção ou caderno; página (coluna).*

Exemplo:

Nóbrega F. Pernambuco recebe “robô” para acelerar análise de amostras de DNA de crimes sexuais. Folha de Pernambuco. 15 out 2020; Caderno notícias.

## 3 LIVROS

*Autor/es. Título do livro. Edição. Lugar de publicação: Editora; ano.*

*A edição deverá ser especificada apenas a partir da segunda edição em diante.*

Exemplo:

Passagli M. Toxicologia forense - teoria e prática.

5. ed. Campinas: Millennium Editora; 2018.

## 4 CAPÍTULO DE LIVRO

*Autor(es) (sobrenome por extenso) Prenome(s) (iniciais). Título do capítulo referenciado. In: Autor(es) do livro. Título do livro: (subtítulo se houver). Edição (a partir da 2ª). Local de publicação (cidade): Editora; ano de publicação. Paginação da parte referenciada.*

Exemplo:

Dias SM, Velho JA. Acidentes de trânsito. In: Velho JA, Geiser GC, Espindula A. Ciências forenses: uma introdução às principais áreas da criminalística moderna. 2. ed. Campinas: Millennium Editora; 2013. p. 109-111.

## 5 DOCUMENTOS ELETRÔNICOS

*Autores. Título [internet]. Lugar de publicação: Editor; ano de publicação [data de acesso]. Endereço eletrônico.*

Exemplos:

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Reincidência criminal no Brasil [internet]. Rio de Janeiro: IPEA; 2015 [acesso em 29 out 2021]. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=25590](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=25590)

Sá LL, Souza GCA, Mendes LMM. Aplicação da radiologia forense no IML-BH. Revista CML [internet]. 2019 [acesso 12 out 2021]; 4(1):16-23. Disponível em: <http://revistacml.com.br/wp-content/uploads/2020/03/RCML-02-2019.pdf>

## 6 TESE, DISSERTAÇÃO, MONOGRAFIA, PROJETO DE PESQUISA E DEMAIS TRABALHOS ACADÊMICOS

*Autor. Título (subtítulo se houver) [tipo de documento]. Cidade: Instituição onde foi defendida; ano.*

Exemplos:

Batista CV. Estabilidade alélica dos marcadores forenses nas leucemias [Dissertação]. Porto: Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar da Universidade do Porto; 2009.

Coutinho GD. Crimes Hediondos. Belo Horizonte: Faculdade de Direito. Universidade Federal de Minas Gerais; 2004. Trabalho de conclusão do curso de graduação em Direito.

## 7 TRABALHOS APRESENTADOS EM EVENTOS

*Autor(es). Título do trabalho. In: Tipo de publicação, número e título do evento; data do evento (dia mês ano); cidade e país de realização do evento. Cidade (da Editora): Editora ou Instituição responsável pela publicação; ano de edição (nem sempre é o mesmo do evento). Paginação do trabalho ou do resumo.*

*Paginação do trabalho.*

Exemplos:

Marinho PA, Alvarez-Leite EM. Quantificação de LSD em amostras ilícitas por cromatografia líquida de alta eficiência. In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Toxicologia; 2009; Belo Horizonte (BR). Revista Brasileira de Toxicologia. São Paulo: Sociedade Brasileira de Toxicologia; 2009. p. 42.

## 8 RELATÓRIOS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS

*Autor(es) pessoal ou institucional. Título do relatório. Cidade; ano.*

Exemplos:

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico do Brasil. Rio de Janeiro; 2020.

Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Relatório de atividades 2017/2018. Grupo de trabalho para classificação de substâncias controladas (Portaria nº 898/2015). Brasília; 2019.

## 9 DOCUMENTAÇÃO JURÍDICA

*Autor. Título da lei/decreto/resolução. Descrição. Nome do boletim oficial. Data de publicação.*

Exemplos:

Brasil. Resolução nº 9, de 13 de abril de 2018. Dispõe sobre a padronização de procedimentos relativos à coleta compulsória de material biológico para fins de inclusão, armazenamento e manutenção dos perfis genéticos nos bancos de dados que compõem a rede integrada de bancos de perfis genéticos. Diário Oficial da União. 26 abr 2018.

Brasil. Decreto n.º 7.950, de 12 de março de 2013. Institui o banco nacional de perfis genéticos e a rede integrada de bancos de perfis genéticos. Diário Oficial da União. 13 mar 2013.