

CURSO DE BACHARELADO EM BIOMEDICINA

MARCIO VINÍCIUS DE CARVALHO PEREIRA MORAES

**O USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS COMO ALICERCE ÀS
TÉCNICAS INVESTIGATIVAS DA PERÍCIA CRIMINAL**

MARCIO VINÍCIUS DE CARVALHO PEREIRA MORAES

**O USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS COMO ALICERCE ÀS
TÉCNICAS INVESTIGATIVAS DA PERÍCIA CRIMINAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Biomedicina da Faculdade de Apucarana
– FAP, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof. Vinícius Lopes da Silva.

Apucarana

2023

MARCIO VINÍCIUS DE CARVALHO PEREIRA MORAES

**O USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS COMO
ALICERCE ÀS TÉCNICAS INVESTIGATIVAS DA
PERÍCIA CRIMINAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Bacharelado em Biomedicina da
Faculdade de Apucarana –FAP, como
requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Biomedicina, com
nota final igual a _____,
conferida pela Banca Examinadora
formada pelos professores:

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Mestre. Vinícius Lopes da Silva
Faculdade de Apucarana

Prof. Luciano César
Faculdade de Apucarana

Prof. Mestre. Udson
Mikalouski
Faculdade de Apucarana

Apucarana, ____ de _____ de
2023.

Dedico este trabalho de conclusão de curso à minha amada família, que tem sido meu porto seguro ao longo desta jornada acadêmica. Sem o apoio, incentivo e amor incondicional de vocês, eu não teria alcançado este momento tão significativo em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, por ser minha fonte de força, inspiração e oportunidades. Agradeço por ter me concedido a capacidade de perseverar diante dos desafios e de encontrar sabedoria e discernimento ao longo dessa jornada. Sua presença constante em minha vida tem sido uma bênção inestimável.

Agradeço de coração aos meus amados pais e irmãs, que sempre estiveram ao meu lado, incentivando-me, apoiando-me e acreditando em mim, mesmo nos momentos em que eu mesmo duvidava. Suas palavras de encorajamento, seus conselhos sábios e seu amor incondicional foram pilares essenciais para a minha realização acadêmica.

Expresso minha sincera gratidão aos meus colegas de classe, que compartilharam comigo essa jornada acadêmica. Juntos, enfrentamos os desafios, superamos as dificuldades e celebramos as conquistas. Agradeço pela colaboração, e pelo companheirismo durante todo o percurso.

Aos meus respeitados professores, quero expressar minha profunda gratidão por sua dedicação e compromisso em transmitir conhecimento e orientação. Suas aulas, dicas valiosas e paciência em responder minhas dúvidas contribuíram imensamente para o desenvolvimento deste trabalho. Sou grato por sua influência positiva em minha trajetória acadêmica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reagente Luminol	10
Figura 2 – Impressão Papilar Latente	12
Figura 3 – Representação Modelo Atômico de Niels Bohr	14
Figura 4 – Exemplo de Isotopia utilizando átomos de Carbono, respectivamente ^{12}C possui 6 prótons, 6 nêutrons e 6 elétrons; ^{13}C possui 6 prótons, 7 nêutrons e 6 elétrons; ^{14}C possui 6 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons	15
Figura 5 – Exemplo de uma Isoscape	17

Sumário

1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
1.1 - A Perícia Criminal:.....	8
1.2 - Principais Técnicas Moleculares e Químicas utilizadas no Laboratório da Perícia Criminal:.....	9
1.3 - O que são Isótopos Estáveis:	13
1.4 – Bases Biogeoquímicas:	17
1.5 - Equipamentos Utilizados para Análise e Processamento de Isótopos Estáveis:	19
REFERÊNCIAS	19
ARTIGO.....	26
1 INTRODUÇÃO	25
2 DESENVOLVIMENTO	29
2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
2.2.1 Utilização dos Isótopos Estáveis na Investigação de Origem Humana	29
2.2.2 Caso 1: O Corpo em Salt Lake, Utah.	31
2.2.3 Caso 2: O Crânio de Origem Hispânica	33
2.2.3 Caso 3: Identificando os Restos Mortais de Imigrantes Ilegais.....	33
2.2.4 – Caso 4: Corpo encontrado na Áustria.	34
2.2.5 – Panorama de utilização de Isótopos Estáveis no Brasil	35
3 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS	38
ANEXO: NORMAS DA REVISTA UNIFIL.....	41

1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 - A Perícia Criminal:

A perícia criminal é uma profissão policial de cunho técnico-científico, prevista no Código de Processo Penal, que visa a analisar vestígios, sendo indispensável para elucidação de crimes. De acordo com o Art. 159 do decreto 3.689 do CPP (código processual penal), esta atividade é exercida pelo perito oficial, responsável pela produção da prova material, consubstanciada em laudo pericial, após a devida identificação, coleta, processamento e correta interpretação dos vestígios dentro dos limites estabelecidos por esta ciência.

Ademais, a lei 12.030 de 2009 que dispõe sobre as perícias oficiais, estabelece quem são os peritos oficiais de natureza criminal, a saber: peritos criminais, peritos médico-legistas e peritos odontologistas. Os peritos criminais desenvolvem suas atribuições motivados por requisições provenientes de autoridades competentes, os chamados inquéritos policiais e processuais de natureza criminal, cabendo-lhes as mesmas suspeições dos juízes (BRASIL, 2009).

O trabalho do perito segue este processo: a cena do crime é preservada pela polícia com fita de isolamento e quaisquer mudanças são registradas. Consequentemente, a preservação do local é crucial para o sucesso da investigação tendo em vista que, o perito faz uma inspeção inicial, elaborando um plano de ação e anotando observações, a partir da procura por vestígios (impressões digitais, sangue, cabelos, objetos etc.) relacionados ao evento. Usando tecnologias apropriadas, este profissional coleta e identifica rastros, registrando tudo no laudo ao retornar à área de origem (apud JAMES; NORDBY, 2005; FISHER, 2004).

Os vestígios coletados são enviados ao laboratório da unidade policial para exames complementares, como DNA, residuográfico, papiloscópicos, micro comparação, balística, análise digital, e toxicológicos. Durante a investigação, a polícia frequentemente solicita padrões (como sangue, cabelo, impressões digitais e caligrafia) de suspeitos para comparação com os vestígios coletados pelo perito criminal no local. Os peritos do laboratório emitem um laudo final, que é então encaminhado ao perito criminal de campo responsável pelo caso (RODRIGUES, 2010).

Segundo mais levantamentos de dados de Rodrigues (2010), durante a elaboração do laudo, outro fator crítico, há a minuciosa descrição de detalhes da cena do crime, analisando e interpretando as evidências e a dinâmica dos fatos. Posteriormente, é emitida uma conclusão. A conclusão constará no laudo pericial, sendo ilustrado por fotografias e croquis para contextualizar o local e as evidências e fundamentar os possíveis prognósticos. Logo, documentando a prova pericial ou material.

1.2 - Principais Técnicas Moleculares e Químicas utilizadas no Laboratório da Perícia Criminal:

Embora a criminologia seja um campo relativamente moderno, o uso de evidências materiais para solucionar crimes remonta a milênios. Na verdade, registros de crimes notórios sobreviveram até hoje e revelam que uma forma inicial de investigação científica foi empregada para descobrir a verdade. Esses registros servem como testemunho da dedicação de longa data da humanidade ao uso de métodos empíricos para resolver os mistérios da vida (LISITA, 2019).

A criação de perfis criminais atraiu a atenção global pela primeira vez no início de 1900, após o sensacional caso "Jack, o Estripador" na Grã-Bretanha. Esse fascínio por perfis rapidamente atravessou continentes. Durante a Segunda Guerra Mundial, os Aliados tentaram traçar um perfil de Adolf Hitler para encarcerá-lo ou persuadi-lo a se render. Desde então, a aplicação da lei tem utilizado dados pessoais como instrumento de investigação, enfatizando a conformidade e escrutinando o *modus operandi* e as assinaturas suspeitas, principalmente em casos digitais (LISITA, 2019 apud HARRISON, 1993; TURVEY, 1999; PETHERICK, 2010).

Partindo deste pressuposto, atualmente é imprescindível que haja atenção em relação à coleta e acondicionamento dos vestígios que são realmente de interesse forense. Pois, todas as amostras biológicas podem conter informações sobre os indivíduos envolvidos no local a ser estudado. Logo, durante o levantamento de dados de uma cena de crime, diferentes fluidos e tecidos biológicos podem conter DNA. O profissional forense deve estar apto para identificar esses vestígios, com a finalidade de coletá-los de forma eficiente. Como exemplo das principais amostras que servem de base para a ciência forense, tem-se: vestígios de manchas de sangue, ossos ou

dentes, fragmentos de cabelo, saliva, tecidos biológicos e sêmen (FRUEHWIRTH; DELAI; FOLHA, 2015).

O sangue é frequentemente encontrado em cenas de crime e sua análise é essencial para a perícia criminal compreender a dinâmica do evento e identificar os responsáveis. A forma e a distribuição das manchas de sangue fornecem informações sobre como o crime ocorreu. Logo, a utilização de reagentes químicos, como o Luminol, é uma análise importante. Esse teste se baseia na emissão de luz resultante de uma reação química que ocorre na presença de um oxidante e um catalisador, como o ferro na hemoglobina. Isso ajuda a revelar vestígios de sangue que podem não ser visíveis a olho nu e contribui para a investigação forense (MACIEL, 2014).

Na figura 1 é possível observar um exemplo do reagente Luminol que emite luminosidade a partir da ação de uma luz ultravioleta, revelando vestígios ocultos de sangue:

Figura 1 – Reagente Luminol



Fonte: <http://www.petquimica.ufc.br/luminol-a-quimica-na-ciencia-forense/>

O sêmen é outro exemplo de traço biológico importante, principalmente para a investigação de crimes sexuais. Assim, coletar esses vestígios é outro exemplo fundamental de identificação de autoria criminosa por meio da análise de DNA. Porém, inicialmente, deve-se atentar para o teste de detecção do antígeno prostático específico - PSA (Prostatic Specific Antigen), que visa determinar a presença ou ausência de sêmen. A determinação do PSA, devido ao seu alto teor no sêmen, é uma ferramenta extremamente valiosa, amplamente utilizada em laboratórios forenses (FRUEHWIRTH; DELAI; FOLHA, 2015).

Neste sentido, após a devida coleta dos vestígios de interesse forense, os peritos criminais de laboratório – de uma área padrão biológica – utilizam a seu dispor, diversas técnicas moleculares e químicas, das quais, servirão de base para compreender a identificação, origem e data de um determinado vestígio da cena de crime (PEREIRA, 2010).

Na genética forense, a PCR se destaca como uma alternativa eficaz e econômica. Essa técnica tem ganhado destaque nas investigações criminais devido à sua capacidade de fornecer resultados de DNA a partir de pequenas amostras. Isso a torna eficiente na identificação de indivíduos, na resolução de casos de homicídio, violência sexual, furto, roubo e na determinação da origem de material biológico associando-o ao DNA de um suspeito. Assim, a PCR é amplamente usada na obtenção de evidências para identificação de suspeitos, determinação de paternidade e verificação da origem de material biológico (CARDOSO, 2021).

Já no ramo da Química Forense, existem muitos outros métodos de interesse forense. Como exemplo, existe o processo de identificação de impressões digitais, a chamada dactiloscopia criminal (SILVA, 2022).

Quando um objeto chama a atenção da polícia, seja por estar fora do lugar ou ser inapropriado para o local, pode conter vestígios papilares, como impressões digitais deixadas pelo toque. Especialistas papiloscópicos comparam amostras de cenas de crime com suspeitos para identificação. Existem dois tipos de impressões digitais: as visíveis, deixadas quando as mãos sujas tocam uma superfície, e as latentes, invisíveis a olho nu e marcadas pelo suor. Diversas técnicas, como pó, vapor de iodo, nitrato de prata e ninidrina, podem revelar impressões papilares latentes (PEREIRA, 2010).

Na figura 2, localizada abaixo, é possível observar um exemplo de impressão papilar latente, revelada a partir do uso do pó comercial Sirchie:

Figura 2 – Impressão Papilar Latente



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Impressao-digito-papilar-revelada-com-po-comercial-Sirchie-Amostra-A_fig1_341300406

Segundo Básica Comunicações (2021) nas informações da matéria: “Isótopos estáveis são verdadeiros rastreadores no trabalho da perícia forense”, além das principais técnicas mencionadas na área química e biológica, tem-se notado na Perícia Criminal Brasileira, o recente uso de isótopos estáveis, um método popular nos Estados Unidos no qual se utiliza átomos (geralmente de carbono, nitrogênio etc.) para auxiliar nos processos de crimes ambientais, geolocalização, origem de vestígios humanos e na identificação de projéteis disparados por armas de fogo no campo da balística.

De acordo com a revista nº 45 da APCF (2020) intitulada: “átomos no rastro do crime”, o estudo dos isótopos estáveis começou na década de 60 no Brasil, com profissionais da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Em primeira instância, foram utilizados na água para o estudo do ciclo hidrológico da Região Nordeste do país que, sofre com eventos periódicos de seca. Posteriormente, os isótopos estáveis da água passaram a ser utilizados no estudo do ciclo hidrológico da Amazônia, assim como na datação histórica de objetos. Isótopos são variações de átomos, a unidade básica da matéria, então mudar essa combinação de átomos não é fácil. Por isso, isótopos de carbono estáveis são usados como marcadores para o surgimento da vida e suas mudanças bioquímicas na Terra. Assumindo que a vida surgiu há mais de quatro

bilhões de anos, muito dificilmente o DNA restaria, mas o isótopo persiste, revelando o passado para os pesquisadores.

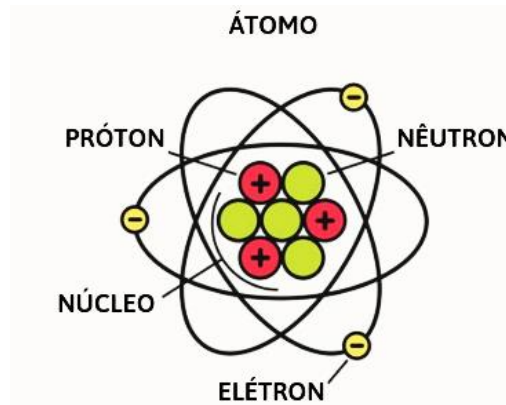
Logo, a partir de informações da revista na parte da entrevista do Professor Luiz Antônio Martinelli - um dos principais pesquisadores brasileiros da área de isótopos estáveis - foi iniciado no país a utilização de isótopos estáveis, primeiramente na área ambiental, depois na nutrição de animais silvestres, na área de adulteração de alimentos e, nas últimas décadas, em estudos forenses. No exterior essa técnica já havia há muito tempo se tornado um alicerce na área das ciências forenses, porém no Brasil, só recentemente a Polícia Federal demonstrou interesse em investir em um projeto de melhor implementação desta tecnologia na perícia criminal, especialmente com o advento do Edital Programa Ciências Forenses nº 25/2014 (“Pró-Forenses”) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (reNIF, 2023).

A partir desse projeto, evidenciado nas informações do website da Rede Nacional de Isótopos Forenses (2023), a Polícia Federal visa desenvolver e aplicar técnicas isotópicas na investigação pericial de vestígios criminais nas mais diversas áreas da ciência forense, como crimes ambientais, crimes contra a vida, perícias de cena de crime, análise de drogas ilícitas, falsificação de documentos, bens, obras de arte, entre outros. O eixo central do Programa é a criação do LANIF - Laboratório Nacional de Isótopos Forenses, que será possível graças à aquisição de dois aparelhos de espectrometria de massas de razão isotópica a serem instalados nos laboratórios da PF em Manaus e Brasília.

1. 3 - O que são Isótopos Estáveis:

Primeiramente, é necessário compreender sucintamente o conceito de átomos e o que são isótopos na química a partir da observação do modelo introduzido pelo pesquisador Niels Bohr em 1913 (figura 3).

Figura 3 - Representação Modelo Atômico de Niels Bohr



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/atomistica.htm>

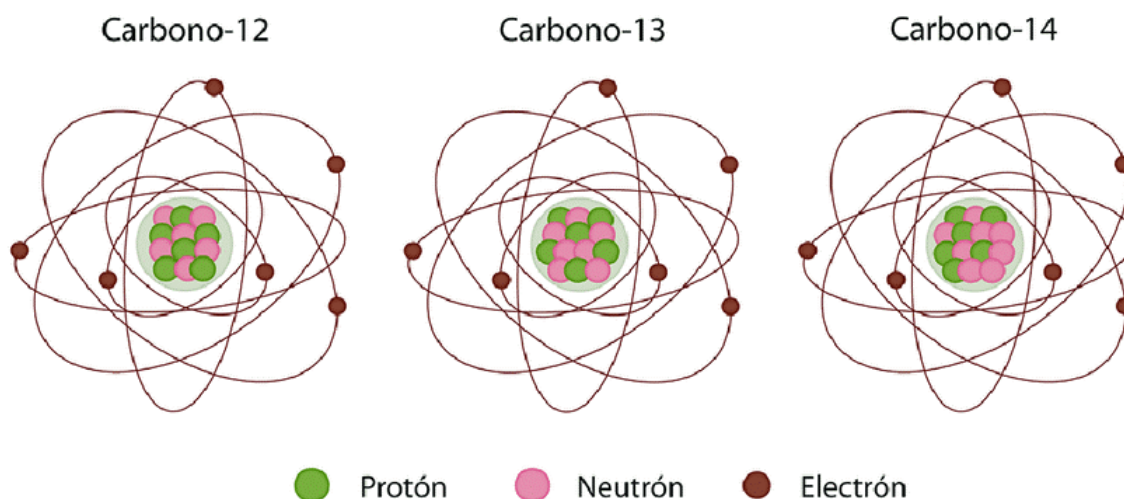
Os átomos são separados em núcleo onde apresentarão partículas + (positivas) chamadas de Prótons e partículas sem carga denominadas Nêutrons. Ao redor do núcleo, inicia a eletrosfera onde ficarão as partículas – (negativas) do átomo, denominadas elétrons. Logo, a classificação dos átomos se dá a partir da diferença que eles possuem entre si em relação às propriedades de prótons, nêutrons e elétrons. Sendo estas diferenças chamadas de: isóbaros, isótonos, isótopos e isoeletrônicos (FERREIRA, 2023).

Os nêutrons são simbolizados pela letra "n", enquanto o número atômico é representado por "Z", o qual indica a quantidade de prótons presentes no núcleo de um átomo e também serve para identificá-lo. Por outro lado, a massa é representada pela letra "A" e corresponde à soma dos prótons e nêutrons no núcleo, expressa pela fórmula: $A = Z + n$ (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005).

Por conseguinte, quando o número de massa entre dois átomos é igual, constata-se que eles são isóbaros e, se o número de nêutrons for igual, recebem o nome de isótonos. Na natureza, os números de massa dos átomos do mesmo elemento podem diferir em várias unidades. Quando isso acontece e os núcleos contêm o mesmo número de prótons, a diferença se deve ao número diferente de nêutrons, que pode variar (FERREIRA, 2023).

Ou seja, a **isotopia** ocorre quando dois ou mais átomos possuem o mesmo número atômico (prótons). Em casos de comparação entre átomos neutros, que possuem o mesmo número de prótons e nêutrons, pode ser que haja também o mesmo número de elétrons como o que acontece na comparação do ^{12}C , ^{13}C e ^{14}C (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005). Evidenciado na figura 4:

Figura 4 - Exemplo de Isotopia utilizando átomos de Carbono, respectivamente ^{12}C possui **6 prótons**, 6 nêutrons e 6 elétrons; ^{13}C possui **6 prótons**, 7 nêutrons e 6 elétrons; ^{14}C possui **6 prótons**, 8 nêutrons e 6 elétrons.



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Isotopos-estables-12-C-y-13-C-e-inestables-14-C-del-carbono_fig1_353389314

A partir deste pressuposto, é necessário ainda diferenciar isótopos estáveis de isótopos instáveis. Isótopos estáveis são isótopos comumente encontrados na natureza, ao contrário dos isótopos radioativos, que são instáveis e, portanto, mudam ao longo do tempo em elementos mais estáveis, um processo chamado decaimento radioativo, já os isótopos produzidos pelo decaimento reativo de outros elementos são chamados de isótopos radioativos (CAXITO; SILVA, 2015).

A análise de isótopos estáveis pode ser usada para determinar onde uma pessoa foi e o que ele fez desde sua morte, auxiliando os investigadores a entender de onde alguém veio ou com quem ele se associou quando era mais jovem. Neste sentido, é particularmente útil em investigações forenses envolvendo restos humanos não identificados, especialmente quando as técnicas investigativas tradicionais, como impressão digital ou análise de DNA, não se sucederam conforme o esperado (PLENS; PALHARES; VALENZUELA, 2020).

A composição isotópica é preservada em diferentes momentos da vida de um indivíduo e depende do tecido observado. Portanto, o tipo de tecido pode ser considerado como outro fator, pois pode registrar diferentes assinaturas isotópicas em um mesmo indivíduo (HERRERA, 2020).

Os cabelos e unhas de uma pessoa são excelentes exemplos de tecidos preservadores. Eles são compostos principalmente de queratina e, sendo

metabolicamente inertes, mantêm uma estrutura inalterada por longos períodos. Isso ocorre porque sua composição isotópica reflete os alimentos consumidos durante o desenvolvimento da pessoa e suas viagens por diferentes regiões geográficas. Essas características fazem dos cabelos um traçador isotópico valioso, frequentemente encontrado em locais de crime (COSTA; NARDOTO, 2019).

Os dentes também podem servir como um bom traçador isotópico. Pois, durante o período de mineralização do dente na infância é refletido a razão isotópica dos diversos alimentos e água consumidos durante seu processo de desenvolvimento. tratando-se de outro vestígio altamente resistente a alterações post-mortem (BENTLEY, 2006).

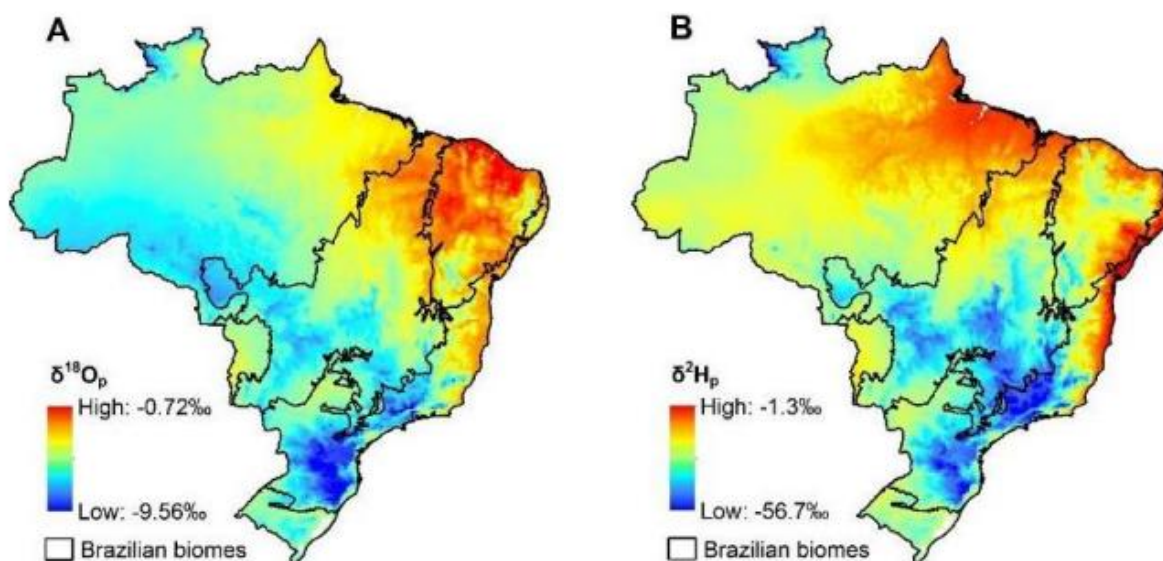
Para que seja feita uma pesquisa comparativa para determinação da origem isotópica de um vestígio de crime, é necessário que haja um levantamento de dados isotópicos de cada região, compondo os chamados Isoscapes (palavra formada entre os termos isotopes e “landscapes” que significa ambientes em inglês). Os isoscapes são mapas de variação isotópica ambiental ao longo de toda geografia nacional ou global, a partir das análises e coletas georreferenciadas e sistematizadas de ^{13}C , ^{15}N , ^2H , ^{18}O e outros átomos pertinentes (BOWEN; WASSENAAR; HOBSON, 2005).

Por meio de mais dados de Bowen (2005), os Isoscapes respondem a questões científicas ou forenses sobre as fontes ou proveniência de materiais ou organismos naturais e sintéticos por meio de suas assinaturas isotópicas. Isso inclui questões sobre origem de vestígios na ciência forense, migração, ciclos dos elementos da Terra, uso humano da água, clima, reconstruções arqueológicas e poluição.

Durante a construção de uma Isoscape é utilizado constantes para o cálculo de razão e variação isotópica onde, respectivamente: $R = (\text{quantidade do isótopo menos abundante}) / (\text{quantidade do isótopo mais abundante})$; $\delta^{\text{H}}\text{X} = (R \text{ amostra} / R \text{ padrão} - 1) \times 1000$, onde o delta “ δ ” é usado para denotar as partes por mil na diferença de razões no cálculo de variações isotópicas naturais que são muito pequenas (CARVALHO).

Na figura 5 abaixo é possível observar um exemplo de uma Isoscape:

Figura 5 – Exemplo de uma Isoscape:



Fonte: 50th Edition of Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Taubaté, V. 14, N. 2, p. 1-27 Mar/Apr. 2019.

As variações isotópicas resultam do fracionamento isotópico, presente em processos físicos, químicos e biológicos. Este fenômeno ocorre porque moléculas mais leves têm maior energia vibracional, levando a diferenças na abundância de isótopos nos produtos e substratos. Logo, em diferentes condições ou fases de um sistema afetado por um processo, as mudanças na concentração de isótopos determinam as características isotópicas do material analisado (BARBIERI, 2011).

1.4 – Bases Biogeoquímicas:

A utilização do fracionamento isotópico de diferentes elementos apresenta bases biogeoquímicas distintas, possibilitando a obtenção de informações complementares (TIPPLE, 2013). Na literatura, é amplamente adotado o uso de múltiplos elementos para determinar a origem geográfica de um vestígio, resultando em informações mais detalhadas e em uma melhor resolução espacial para a atribuição. Por exemplo, os valores de $\text{Sr}(87)$ e $\text{Sr}(86)$ presentes no solo e na água são incorporados aos tecidos por meio da alimentação e da ingestão de água. Por outro lado, a composição isotópica de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) reflete principalmente os complexos processos biogeoquímicos que ocorrem no solo, sendo influenciada por fatores ambientais e bióticos (Apud BATEMAN; KELLY, 2007).

Para melhor exemplificar o estudo das diferentes bases biogeoquímicas e seus elementos, convém o levantamento de dados de Sena-Souza (2019):

- Hidrogênio (H) e Oxigênio (O): Sua constituição isotópica é determinada pela movimentação atmosférica da água. Quando o vapor do oceano se aproxima do continente, ele gera chuvas, que são separadas por uma distância de isótopos iguais em peso. A água disponível em cada lugar tem diferentes assinaturas isotópicas, e estas são incorporadas aos tecidos humanos quando ela é ingerida.
- Carbono (C): é responsável pelo tipo de fotossíntese utilizado pelas plantas. O $\delta^{13}\text{C}$ das plantas ingeridas pelos animais permanece nos tecidos dos herbívoros e, subsequentemente, é preservado nos tecidos de seus predadores. Isso permite rastrear a base alimentar ao longo da cadeia alimentar, pois o processo de assimilação e incorporação nos tecidos (exceto o tecido adiposo) quase não modifica o valor do $\delta^{13}\text{C}$ das plantas consumidas.
- Nitrogênio (N): reflete principalmente os complexos processos biogeoquímicos ocorrendo no solo, os quais são influenciados tanto por fatores ambientais como por fatores bióticos. O solo é amplamente considerado como ponto de partida para estudos desse elemento, pois é a partir de seus níveis basais que ocorre a interação com as plantas e sua incorporação na cadeia alimentar. Por esta razão, pesquisas são conduzidas para compreender como fatores ambientais (tais como precipitação, temperatura, latitude, altitude e pH), fatores biológicos e características estruturais do solo afetam suas razões isotópicas.
- Estrôncio (Sr): A razão isotópica de estrôncio tem sido empregada para fins de atribuição geográfica. Sua razão varia conforme a idade da rocha-mãe, resultando em valores isotópicos do solo que dependem da geologia local. Os valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ encontrados no solo e na água são incorporados aos tecidos por meio da alimentação e da ingestão de água. Contudo, o estrôncio atmosférico pode ser depositado no cabelo, o que pode confundir a origem intrínseca dos valores isotópicos (provenientes de água e alimentos) com os extrínsecos (oriundos do ambiente). Além disso, produtos aplicados no cabelo,

como shampoos e tintas, podem alterar a composição isotópica do estrôncio. No entanto, lavagens cuidadosas do material analisado, que removem o estrôncio superficial, têm se mostrado eficientes em eliminar o isótopo acumulado mais externamente, mantendo assim a viabilidade do uso do cabelo para análises.

1.5 - Equipamentos Utilizados para Análise e Processamento de Isótopos Estáveis:

Para a análise de razão isotópica de elementos pesados, incluindo estrôncio (Sr) e chumbo (Pb) cuja presença é de interesse forense, utiliza-se um Espectrômetro de Massas Multicoletor com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado (MC-ICP-MS), um Espectrômetro de massa por ionização térmica (TIMS). O primeiro pode ser integrado com sistemas de ablação a laser para introdução de amostras, permitindo a análise de amostras sólidas com preparação mínima (BARBIERI, 2011).

Em alguns casos, o IRMS (Espectrometria de Massa com Razão Isotópica) é utilizado. Esse equipamento inclui um ponto de entrada de amostra que converte as amostras em gás antes da purificação e ionização, seguido de um analisador de setor magnético, um detector de íons e um sistema automatizado de coleta de dados. O IRMS é principalmente usado para analisar isótopos estáveis comuns encontrados em tecidos vivos, como hidrogênio, carbono, nitrogênio, oxigênio e enxofre. Para garantir a precisão da análise, é crucial conhecer previamente a composição elementar e percentual da matriz da amostra (CIAFURG, 2020).

REFERÊNCIAS

ALEXANDER BENTLEY, R. **Strontium isotopes from the earth to the archaeological skeleton: a review.** *Journal of archaeological method and theory*, v. 13, n. 3, p. 135-187, 2006.

BARBIERI, C.B.; SARKIS, J.E.S. **Aplicações das análises de razão isotópica para a criminalística.** In: CONGRESSO NACIONAL DE CRIMINALÍSTICA, 21., 30 de outubro - 4 de novembro, 2011, Gramados, RS. Anais... 2011. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/17113>. Acesso em: 06 jun. 2023.

BATEMAN, A. S.; KELLY, S. D. **Fertilizer nitrogen isotope signatures.** *Isotopes in Environmental and Health Studies*, v. 43, n. 3, p. 237–247, 2007.

BOWEN, Gabriel J.; WASSENAAR, Leonard I.; HOBSON, Keith A. **Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics.** *Oecologia*, v. 143, p. 337-348, 2005.

BRASIL. Lei nº 12.030, de 17 de setembro de 2009. **Dispõe sobre as perícias oficiais e dá outras providências.** Diário Oficial da União, 2009.

Cálculo das Partículas Atômicas. MANUAL DA QUÍMICA. Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/calculo-das-particulas-atomicas.htm>>. Acesso em: 23, fev. 2023.

CARDOSO, Ana Paula Martins. **Técnicas de genética forense: uma revisão sobre as principais técnicas utilizadas para a obtenção de perfil de DNA na resolução de crimes e sua importância no âmbito jurídico.** 2021

CARVALHO, Hudson W. P. **Abundância Isotópica.** Centro de Energia Nuclear na Agricultura. USP.

CAXITO, Fabrício A.; SILVA, Almir Vieira. **ISÓTOPOS ESTÁVEIS: FUNDAMENTOS E TÉCNICAS APLICADAS À CARACTERIZAÇÃO E PROVENIÊNCIA GEOGRÁFICA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.** Geonomos, 2015.

Código de Processo Penal. decreto lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Decreto-Lei/Del3689.htm>. Acesso em: 04 abr. 2023.

COSTA, Fábio José Viana; SENA-SOUZA, João Paulo; NARDOTO, Gabriela Bielefeld. **Determinação da origem geográfica de vestígios utilizando isótopos estáveis: base científica e potencial de uso no Brasil.** Revista Brasileira de Ciências Policiais, v. 10, n. 1, p. 15-54, 2019.

Espectrometria de Massa de Razão Isotópica - IRMS. CIAFURG CENTRO INTEGRADO DE ANÁLISES. 2020. Disponível em: <https://cia.furg.br/en/noticias/76-espectrometria-de-massa-de-razao-isotopica-irms>. Acesso em: 15 abr. 2023.

FERREIRA, Victor Ricardo. **"Atomística";** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/atomistica.htm>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2023.

Figura 1 – reagente Luminol. Disponível em: <<http://www.petquimica.ufc.br/luminol-a-quimica-na-ciencia-forense/>>.

Figura 2 – Impressão Papilar Latente. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Impressao-digito-papilar-revelada-com-po-comercial-Sirchie-Amostra-A_fig1_341300406>.

Figura 3 – Representação Modelo Atômico de Niels Bohr. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/atomistica.htm>>.

Figura 4 - Exemplo de Isotopia utilizando átomos de Carbono, respectivamente ^{12}C possui 6 prótons, 6 nêutrons e 6 elétrons; ^{13}C possui 6 prótons, 7 nêutrons e 6 elétrons; ^{14}C possui 6 prótons, 8 nêutrons e 6 elétrons. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Isotopos-estables-12-C-y-13-C-e-inestables-14-C-del-carbono_fig1_353389314>.

Figura 5 – Exemplo de Isoscape. 50th Edition of Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Taubaté, V. 14, N. 2, p. 1-27 Mar/Apr. 2019.

FISHER, B. A. J. **Techniques of crime scene investigation.** 7th ed. Flórida: CRC, 2004.

FRUEHWIRTH, Marcelo; DELAI, Robson Michel; FOLHA, A. R. **Técnicas de biologia molecular aplicadas a perícia e ciência forense.** Derecho y Cambio Social, v. 1, n. 1, p. 1-25, 2015.

GONÇALVES, Odair Dias; ALMEIDA, Ivan Pedro S. de. **A energia nuclear.** Ciência hoje, v. 37, n. 220, p. 36-44, 2005. no lugar do machado e na explicação dos átomos.

HARRISON, S. **The diary of Jack the Ripper: the chilling confessions of James Maybrick.** London: Smith Gryphon, 1993.

HERRERA, Lara Maria. **Antropologia Forense e estimativa da origem geográfica: composição isotópica do esmalte dentário de indivíduos modernos residentes no estado de São Paulo.** 2020.

Isótopos estáveis são verdadeiros rastreadores no trabalho da perícia forense. Básica. 2021. Disponível em:<<https://www.basicacomunicacoes.com.br/isotopos-estaveis-sao-verdadeiros-rastreadores-no-trabalho-da-pericia-forense/>>. Acesso em: 23, fev. 2023.

JAMES, S. H.; NORDBY, J. J. **Forensic Science: an introduction to scientific and investigative techniques.** 2. ed. Florida: CRC, 2005.

LISITA, Alexandre. **A autonomia da perícia criminal oficial.** 2019.

MACIEL, DENISE RABELO. **Análise do padrão de manchas de sangue em local de crime: revisão de literatura.** Monografia de Especialização, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2014.

PEREIRA, CINTHIA BONETTO CABRERA. **A utilização da química forense na investigação criminal.** Monografia, 2010.

PETHERICK, Wayne; FERGUSON, Claire. **Criminal profiling. Forensic criminology,** p. 177-218, 2010.

PLENS, Cláudia R.; PALHARES, Carlos Eduardo; VALENZUELA, Luciano O. **Isótopos aplicados à Antropologia Forense Isotopes applied for Forensic Anthropology.**

Programa Nacional de Isótopos Forenses da Polícia Federal Brasileira. ReNIF Rede Nacional de Isótopos Forenses. Disponível em:<<https://www.renifbrasil.org/lanif>>. Acesso em: 21, fev. 2023.

RAMOS, Danielle; AZEVEDO, Gustavo. **ENTREVISTA Professor Luiz Antônio Martinelli.** ÁTOMOS NO RASTRO DO CRIME, PERÍCIA FEDERAL, 45, p. 4 a 7. julho de 2020.

RODRIGUES, Cláudio Vilela; SILVA, Márcia Terra da; TRUZZI, Oswaldo Mário Serra. **Perícia criminal: uma abordagem de serviços.** *Gestão & Produção*, v. 17, p. 843-857, 2010.

SILVA, Edeilson Manoel da et al. **Química forense: revisão bibliográfica das técnicas e sua aplicabilidade no município de Picos-PI.** 2022.

TIPPLE, B. J. et al. **Isolation of strontium pools and isotope ratios in modern human hair.** *Analytica Chimica Acta*, v. 798, p. 64–73, 2013.

TURVEY, B. **Criminal profiling: an introduction to behavioral evidence analysis.** New York: Academic Press, 1999.

Os resultados da fundamentação teórica serão expostos a seguir em forma de artigo, conforme as normas de publicação para a revista UniFil.

O USO DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS COMO ALICERCE ÀS TÉCNICAS INVESTIGATIVAS DA PERÍCIA CRIMINAL

Marcio Vinícius de Carvalho Pereira Moraes ¹

Vinícius Lopes da Silva ²

RESUMO

A utilização de isótopos estáveis, como carbono, nitrogênio, oxigênio e estrôncio, na investigação forense oferece uma abordagem valiosa para traçar a origem geográfica e biológica de amostras. Embora envolva análises probabilísticas, essa técnica, quando combinada com outras metodologias moleculares e químicas forenses, aumenta substancialmente a confiabilidade das conclusões periciais. Ao aplicar esses isótopos a vestígios humanos, é possível determinar a proveniência geográfica das vítimas, fornecendo informações sobre suas rotas de deslocamento ou locais de origem. No contexto brasileiro, a criação de isótopos regionais é uma etapa essencial para a aplicação consistente dessa técnica, sublinhando a necessidade de cooperação entre diversas áreas do conhecimento e entidades governamentais.

Palavras-chave: isótopos forenses; ciências policiais; antropologia forense.

ABSTRACT

The use of stable isotopes, such as carbon, nitrogen, oxygen and strontium, in forensic investigation offers a valuable approach to tracing the geographic and biological origin of samples. Although it involves probabilistic analyses, this technique, when combined with other molecular and chemical forensic methodologies, substantially increases the reliability of expert conclusions. By applying these isotopes to human remains, it is possible to determine the geographic origin of victims, providing information about their travel routes or places of origin. In the Brazilian context, the creation of regional isotopes is an essential step for the consistent application of this technique, highlighting the need for cooperation between different areas of knowledge and government entities.

Keywords: forensic isotopes; police science; forensic anthropology.

¹ Marcio Vinícius de Carvalho Pereira Moraes. Graduando do Curso de Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – Pr. 2023. Contato: marcioviniipmoraes@gmail.com.

² Vinícius Lopes da Silva. Orientador da pesquisa e Docente do Curso de Biomedicina da Faculdade de Apucarana - FAP. Apucarana – Pr. 2023. Contato: viniciuslopesbio@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

Segundo as definições do Dicionário Aurélio, a palavra 'perícia' traz em seu significado o seguinte conceito: particularidade de quem demonstra habilidade, destreza e maestria (FERREIRA, 2004). Sabe-se, portanto que o termo perito, carrega intrinsecamente uma função adjetiva e substantiva. Em ambos os casos, para caracterizar ou personificar o indivíduo que é amplamente reconhecido como uma fonte confiável de técnica ou habilidade. Neste sentido, sua faculdade de julgar e decidir de forma correta, justa ou sábia recebe autoridade e notoriedade de colegas ou do público em um domínio específico bem distinto.

A perícia criminal é uma profissão policial de cunho técnico-científico, prevista no Código de Processo Penal, que visa a analisar vestígios, sendo indispensável para elucidação de crimes. De acordo com o Art. 159 do decreto 3.689 do CPP (código processual penal), esta atividade é exercida pelo perito oficial, responsável pela produção da prova material, consubstanciada em laudo pericial, após a devida identificação, coleta, processamento e correta interpretação dos vestígios dentro dos limites estabelecidos por esta ciência.

Em linhas gerais, segundo o website: Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais (2021), o conceito legal de perícia consiste no chamado processo de exame, realizado por um profissional legalmente habilitado, que tem por finalidade apurar ou esclarecer fatos concretos, além de, buscar poder apurar qual a causa do incentivo de determinado fato. Adentrando as profissões que carregam o título de perícia, tem-se os seguintes exemplos, adaptadas a cada situação específica a que se destinam: perícia criminal, perícia ambiental, perícia de engenharia, perícia técnica, perícia médica, e assim por diante.

Os peritos criminais têm o dever de auxiliar na investigação das iminentes ocorrências, chamadas de inquéritos policiais. Valendo-se de conhecimentos técnicos, científicos e jurídicos específicos e fornecendo provas objetivas e imparciais de inquéritos policiais que constituam a investigação criminológica ou criminalística (DIAS, 2010).

Segundo Hans Gross (1924), pesquisador no campo do direito penal, em seu livro "Criminal Investigation" o conceito de criminologia se dá à seguinte forma: " Trata-se do estudo da fenomenologia do crime e os métodos práticos do crime e sua

investigação", criando, como consequência, uma ciência independente que usa o conhecimento de áreas como física, química e biologia para apoiar os policiais e a sociedade a alcançar a justiça. Como tal, esta ciência é fundamental para obter autoria e substância de um crime, auxiliando o processo investigativo.

Embora a criminologia seja um campo discutido cada vez mais no cenário moderno, o uso de evidências materiais para solucionar crimes remonta a milênios. Na verdade, registros de crimes notórios sobreviveram até hoje e revelam que uma forma inicial de investigação científica foi empregada para descobrir a verdade. Esses registros servem como testemunho da dedicação de longa data da humanidade ao uso de métodos empíricos para resolver os mistérios da vida (LISITA, 2019).

No início do século 20, o interesse em perfis criminais cresceu após o famoso caso "Jack, o Estripador" no Reino Unido. Durante a Segunda Guerra Mundial, os Aliados começaram a usar perfis para prever as ações de Adolf Hitler, marcando o início do uso de dados pessoais por autoridades para investigações, especialmente em casos digitais focados em assinaturas e métodos de suspeitos (LISITA, 2019 apud HARRISON, 1993; TURVEY, 1999, PETHERICK, 2010).

Com o passar dos anos, as técnicas de perícia criminal foram aprimoradas e sofreram grande evolução a partir do descobrimento de novas tecnologias e pesquisadores. Na área genética, biológica e biotecnológica, o uso da PCR tem sido demonstrado como um grande alicerce na obtenção do perfil do DNA de um criminoso. Não obstante, nas áreas químicas foram constatadas como promissoras: o uso do reagente Luminol e do aprimoramento de técnicas mais antigas como a datiloscopia criminal (MACIEL, 2014; CARDOSO, 2021; SILVA, 2022).

No entanto, o conhecimento e o avanço tecnológico não só auxiliam o processo de justiça, como também trazem vantagens aos criminosos que se utilizam de métodos de queima, locomoção e apagamento de vestígios e corpos das vítimas dos homicídios cometidos, a fim de despistar o trabalho pericial e policial. Como consequência, a dificuldade em encontrar os corpos das vítimas de homicídio pode atrasar significativamente as investigações policiais. Além disso, cria incerteza sobre a identidade de um indivíduo e pode deixar a aplicação da lei incerta se deve tratar o caso como um caso de pessoas desaparecidas em vez de um homicídio (BEAUREGARD; FIELD, 2008).

Os pesquisadores determinaram que, em casos comuns de homicídio, os métodos de descarte incluem cobrir, cavar, enterrar e abandonar o corpo em um local remoto. Outra pesquisa de homicídios na zona rural da Finlândia constatou que 27% dos casos envolviam o descarte de corpos em cursos d'água; o restante das vítimas foi deixado em terra e metade dos perpetradores fez o possível para esconder seus corpos de maneira diligente (HÄKKÄNEN; HURME; LIUKKONEN, 2007).

Partindo deste pressuposto, segundo Plens (2020) muitos dos vestígios que um perito criminal pode encontrar, podem ter sido danificados ou inseridos propositalmente em locais que dificultarão a análise a partir de técnicas tradicionais de investigação criminal.

Nesse contexto, é necessário empregar técnicas avançadas para determinar a localização, data e identificação de vestígios criminais. Um exemplo é o uso de isótopos estáveis, que permitem rastrear a movimentação de indivíduos de forma precisa desde a sua morte. Isso auxilia os investigadores na compreensão da origem e das associações de uma pessoa quando jovem. Essa abordagem é particularmente valiosa em investigações forenses com restos humanos não identificados, especialmente quando as técnicas convencionais, como impressões digitais ou análise de DNA, não produziram resultados esperados (PLENS; PALHARES; VALENZUELA, 2020).

A precisão desta técnica se dá pelo fato de que a composição isotópica é preservada em diferentes momentos da vida de um indivíduo e depende do tecido observado. Portanto, o tipo de tecido pode ser considerado como outro fator, pois pode registrar diferentes assinaturas isotópicas em um mesmo indivíduo, a partir do seu estilo de vida e alimentação (HERRERA, 2020).

A partir da determinação isotópica de determinado vestígio investigado, o perito criminal pode fazer uma associação com um mapa de isótopos do local onde o vestígio foi originalmente encontrado. Este mapa se chama “Isoscapes” e trata-se de um levantamento de dados que formam mapas de variação isotópica ambiental ao longo de toda geografia nacional ou global, a partir das análises e coletas georreferenciadas e sistematizadas dos principais átomos (BOWEN; WASSENAAR; HOBSON, 2005).

De acordo com o Conselho Regional de Biomedicina, o Biomédico possui a capacidade e o conhecimento teórico para se tornar um Perito Criminal, sendo

necessário, no entanto, prévia aprovação em concurso público e posterior formação em curso específico após a incorporação ao serviço público.

O biomédico é essencial na perícia criminal, atuando na análise de evidências biológicas e na interpretação dos resultados, desempenhando um papel crucial na resolução de casos, identificando suspeitos, vítimas e reconstituindo eventos criminais a partir da coleta, preservação e análise de amostras de sangue, saliva e cabelo na cena do crime, usando técnicas de biologia molecular, química e genética. Neste sentido, quando aprovado em concurso público específico, trabalha em laboratórios de criminologia, identificando pessoas por traços biológicos encontrados na cena do crime (SILVA; VENTURA, 2020).

O objetivo do presente trabalho é realizar uma pesquisa bibliográfica para verificar como o uso de isótopos estáveis pode favorecer a investigação científica da perícia criminal. Assim como, pontuar seu uso quando as demais técnicas químicas e biológicas não se sucederam para uma possível explanação de determinado crime. Porém, pontuando sua aplicabilidade como alicerce e não como uma técnica superior às demais utilizadas na área forense.

O trabalho desenvolvido seguiu os preceitos do estudo exploratório, por meio de uma pesquisa bibliográfica, que, segundo Gil (2008, p.50), “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica de caráter descritivo qualitativa de literatura nacional, língua portuguesa, com a pesquisa realizada nas bases de dados como Google Acadêmico, entre os períodos de 2019 e 2023, a partir dos descritores “isótopos estáveis, perícia criminal”. Adicionalmente, foi realizado uma busca na base de dados do PubMed Central a partir dos descritores “forensic sciences, forensic anthropology, stable isotope analysis, isoscapes, provenancing”.

Para seleção de artigos incluídos, foi considerado aqueles que abordavam o tema da pesquisa, artigos que tratavam sobre a utilização e aplicabilidade dos isótopos estáveis na área forense. Foram excluídos citações, duplicatas e artigos que não correspondem com o tema. Ao todo, na busca foram obtidos 38 artigos e após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 8 para leitura e análise.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a elaboração dos resultados a seguir, foram obtidos informações e dados do Google Acadêmico e PubMed Central no qual foi retornado 8 artigos científicos, conforme os critérios de inclusão e exclusão da metodologia. Os artigos contemplam literatura nacional e literatura estrangeira.

2.2.1 Utilização dos Isótopos Estáveis na Investigação de Origem Humana

A abundância relativa dos isótopos de certos elementos varia geograficamente devido a fatores como clima, geologia e disponibilidade de recursos. Essas variações são incorporadas nos tecidos humanos através da dieta e do ambiente em que uma pessoa vive. Por exemplo, a análise de isótopos de estrôncio (Sr) e oxigênio (O) pode fornecer pistas sobre a região onde uma pessoa cresceu. Isótopos como o chumbo (Pb) podem ser usados para rastrear movimentos entre diferentes áreas geográficas, enquanto isótopos de carbono (C) e nitrogênio (N) podem indicar mudanças nos hábitos alimentares (BARTELINK; CHESSON, 2019).

A partir da análise dos artigos, todos os autores entram em consenso de que a análise de isótopos estáveis é uma técnica não invasiva e relativamente simples de ser realizada, o que facilita sua aplicação em uma ampla gama de cenários. Ela também pode ser complementada com outras técnicas forenses, como análise de DNA, proporcionando um conjunto abrangente de ferramentas para investigação. Ao examinar o cabelo de uma pessoa, é possível identificar os isótopos presentes e compará-los com perfis de referência em diferentes regiões geográficas. Isso pode fornecer pistas valiosas sobre a origem geográfica da pessoa, ajudando a traçar seu histórico de deslocamento.

No contexto de casos internacionais não resolvidos, em que a identificação das vítimas ou a localização dos suspeitos é um desafio, a análise de isótopos no cabelo humano pode ser uma ferramenta poderosa para iniciar a colaboração entre países. Ao compartilhar dados de referência sobre os isótopos encontrados em diferentes áreas geográficas, os países podem comparar essas informações com os perfis

encontrados nas vítimas, potencialmente revelando conexões entre diferentes locais (BATAILLE, 2022).

Neste sentido, os autores: BATAILLE (2022) e Sena-Souza (2019) enfatizam que a colaboração internacional é essencial nesses casos, visto que muitas vezes há uma falta de cooperação entre as autoridades policiais de diferentes países. Ao estabelecer uma rede de colaboração e compartilhamento de informações, é possível combinar conhecimentos e recursos para resolver casos que, de outra forma, poderiam permanecer sem solução.

Além da análise de fios de cabelo, segundo REGAN (2021) foi realizado análises isotópicas em dentes humanos de indivíduos que tinham informações precisas sobre sua localização geográfica e histórico de viagens ao longo de suas vidas. Eles descobriram que tanto os elementos $\delta^{18}\text{O}$ quanto o $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ exibiam variações temporais consistentes dentro de um indivíduo, refletindo mudanças ambientais e de localização.

Com base nesses resultados, os pesquisadores propõem o uso desses isótopos como uma ferramenta forense para determinar a história geográfica e de viagens de um indivíduo. Ao analisar a variação temporal dos isótopos presentes nos dentes, é possível criar perfis isotópicos individuais que podem ser comparados com os isoscapes regionais para inferir informações sobre a localização geográfica e os deslocamentos de uma pessoa ao longo do tempo (REGAN, 2021).

A análise de isótopos estáveis beneficia também o estudo da arqueologia, onde segundo SCORRER (2021), houve a utilização da análise de isótopos estáveis para investigar a diversidade e as origens da tripulação do navio de guerra Tudor Mary Rose. O Mary Rose foi um navio que naufragou em 1545 e recuperado em 1982. Os pesquisadores coletaram amostras de dentes de 92 indivíduos da tripulação e realizaram análises de isótopos estáveis de C (carbono), N (nitrogênio), O (oxigênio) e Sr (estrôncio) presentes nos dentes. Os resultados dos isótopos de oxigênio e estrôncio revelou uma variedade de origens geográficas entre os membros da tripulação, provando que a eficiência desta técnica independe do tempo da amostra a ser analisada.

Para melhor ilustrar a importância da utilização de isótopos estáveis na investigação criminal, convém o relato de quatro estudos de casos.

Tabela 1 – Tabela de Autores dos Estudos de Casos

	Isótopos Analisados	Autores
Caso nº 1	O (Oxigênio) e H (Hidrogênio)	(COSTA; SENA-SOUZA; NARDOTO, 2019).
Caso nº 2 e 3	C (Carbono), O (Oxigênio) e Sr (Estrôncio)	(BARTELINK; CHESSON, 2019).
Caso nº 4	C (Carbono), N (Nitrogênio), S (Enxofre), H (Hidrogênio), Sr (Estrôncio) e Pb (Chumbo)	(LEHN, 2022).

FONTE - O próprio autor (2023).

O caso número 1 foi mencionado por Costa, Sena-Souza e Nardoto (2019) e mais bem exemplificado a partir de informações do mini documentário da NBC News Learn denominado “Solving the Mystery of Saltair Sally”. O caso número 2 e 3 foi relatado a partir do levantamento de dados de Bartelink e Chesson (2019). Por fim, o caso de número 4 foi citado a partir dos dados informados do artigo de LEHN (2022).

2.2.2 Caso 1: O Corpo em Salt Lake, Utah

Em outubro de 2000, a polícia de Salt Lake em Utah foi acionada para investigar um corpo enterrado pela metade no Half Shore de Salt Lake perto de um resort abandonado chamado de Salt Air. O corpo estava terrivelmente decomposto e tudo que restou foi um crânio, alguns ossos e vários fios de cabelo. Os investigadores sabiam que se tratava de uma mulher, mas eles não faziam ideia de quem ela era ou de onde viria. Vários investigadores se juntaram para identificar o corpo, mas nenhum deles conseguiram encontrar um match no seu DNA e durante anos, este caso foi deixado de lado.

Mas então, em 2008, os investigadores souberam de uma nova técnica forense no laboratório químico local. Os pesquisadores deste laboratório coletaram amostras de cabelo locais para obter informações de onde essas pessoas moravam, a partir de uma técnica chamada análise de isótopos estáveis.

Toda molécula no corpo humano é formada por átomos de diferentes elementos como carbono, hidrogênio e oxigênio, mas nem todo átomo da molécula é idêntico. Por exemplo, a molécula de oxigênio¹⁶ é formada por 8 prótons e 8 nêutrons, mas às vezes, uma molécula de oxigênio pode apresentar 10 nêutrons e 8 prótons. Isto é um isótopo chamado oxigênio - 18 chamado de oxigênio pesado, pois tem uma massa mais pesada.

Usando uma máquina chamada Espectrometria de Massa de Razão Isotópica (IRMS), os pesquisadores mediram os isótopos pesados de amostras de cabelo ao redor do país. Eles comparam os isótopos leves e pesados e montam um mapa isoscape. Logo, o cabelo humano pode dizer muito aos pesquisadores por onde alguém passou ou viajou.

Para que haja o crescimento das moléculas do cabelo, o corpo humano recebe moléculas da água que um indivíduo ingere, ou seja, os isótopos estáveis da água consumida são refletidas nos isótopos do seu cabelo. Se uma pessoa viaja ou se muda os isótopos do seu cabelo mudam para refletir ao da água consumida neste novo local.

A equipe se juntou para criar uma linha do tempo dos últimos momentos de vida da garota desaparecida de Salt Air. Eles cortaram pedaços de seu cabelo em fragmentos ainda menores e analisaram seus fatores de isótopos. A partir dessa informação, se muitos fios de cabelos apresentavam fatores de isótopos diferentes, isto poderia inferir que a vítima estava se mudando com muita frequência e consequentemente bebendo água de vários lugares diferentes.

Os investigadores descobriram que a vítima havia de fato viajado, mais especificamente pelo pacífico nordeste dos Estados Unidos. E consequentemente a investigação tomou um novo rumo. Logo neste local, os investigadores encontraram um boletim para uma garota desaparecida em Seattle chamada Nikole Bakoles. Houve um match de DNA com a mãe de Nikole e a amostra da vítima de Salt Air, concluindo sua correlação. A causa da morte de Nikole continuou um mistério, mas

os detetives ficaram satisfeitos que esta nova análise auxiliou na resolução de uma grande peça do caso, a identificação.

2.2.3 Caso 2: O Crânio de Origem Hispânica

Em 2010, um crânio humano de um indivíduo de origem hispânica foi encontrado no deserto da Califórnia. Apesar dos esforços da polícia, a vítima não pôde ser identificada com base no perfil de DNA e na busca por pessoas desaparecidas. Em 2017, os restos mortais foram submetidos a análises isotópicas para determinar sua origem geográfica e histórico de viagens. Os dados isotópicos do cabelo sugeriram que a vítima provavelmente era dos Estados Unidos e indicaram que ela passou os últimos três meses de vida em uma região mais quente. Essas informações podem abrir novas pistas de investigação para a identificação da vítima.

Os investigadores buscaram esclarecer o histórico de viagens da vítima antes de sua morte. Para isso, amostras de cabelo foram coletadas e analisadas. Através das proporções de isótopos de oxigênio em segmentos do cabelo, foi possível estimar o período de tempo representado por cada segmento, considerando uma taxa de crescimento uniforme. Os resultados revelaram uma mudança nos padrões de residência nos últimos três meses de vida da vítima, indicando que ela havia passado algum tempo em uma região mais quente.

Embora o local onde os restos mortais foram encontrados não possa ser descartado como uma possível região de origem entre 13 e 3 meses antes da morte, os dados isotópicos sugeriram que a vítima provavelmente era dos Estados Unidos e havia viajado para essa região mais quente antes de falecer. Essas descobertas fornecem pistas valiosas para a investigação e possível identificação da vítima.

2.2.3 Caso 3: Identificando os Restos Mortais de Imigrantes Ilegais

No ano de 2011, um aumento no fluxo de migrantes pelo sul do Texas resultou em um número crescente de mortes ao longo da fronteira entre Texas e México, ultrapassando os registros de outras fronteiras. O reforço na segurança das fronteiras fez com que os migrantes fossem obrigados a atravessar áreas mais perigosas e hostis, o que levou principalmente a óbitos causados por doenças relacionadas ao calor e desidratação. A fim de identificar e repatriar os restos mortais desses migrantes

falecidos, uma operação denominada "Identificação" foi iniciada em 2013, envolvendo especialistas forenses, instituições e organizações não governamentais. A análise isotópica de dentes e ossos dos restos mortais não identificados proporcionou informações sobre a procedência e dieta dos indivíduos, revelando que alguns poderiam ser originários dos Estados Unidos.

Durante o processo de identificação, foi examinada uma amostra de um pré-molar e um metatarso de um migrante encontrado na cidade de Falfurrias, Texas. Através da análise do colágeno ósseo, constatou-se que a dieta desse indivíduo era predominantemente composta por isótopos C3 e C4, semelhante à dieta encontrada em norte-americanos, conforme indicado pelas análises utilizando isoscapes. Além disso, os dados isotópicos de oxigênio (O) e estrôncio (Sr) sugeriram possíveis áreas de origem, incluindo o oeste dos EUA, sudoeste, meio-oeste e vários estados do Nordeste. Surpreendentemente, a análise isotópica de oxigênio excluiu o México e a América Central como locais prováveis de origem. Embora seja necessário realizar mais pesquisas, existe a possibilidade de que esse indivíduo tenha nascido nos EUA, o que difere do padrão observado na maioria dos restos mortais analisados até o momento. Essas descobertas ressaltam a necessidade de investigações adicionais em casos que não se enquadram no padrão esperado, exigindo uma abordagem mais abrangente.

2.2.4 Caso 4: Corpo encontrado na Áustria

Em 1993, um corpo parcialmente decomposto de uma mulher foi descoberto em um pasto para cavalos em Burgenland, na Áustria. O cadáver estava envolto em sacos plásticos e havia sido escondido debaixo de arbustos. O local da descoberta estava próximo das fronteiras da Hungria e da Eslováquia. Após a realização da autópsia, constatou-se que a mulher havia falecido cerca de 5 a 7 meses antes, devido a um trauma no pescoço. Estimou-se que ela tinha entre 25 e 35 anos de idade. Com base em evidências, a polícia concluiu que a vítima era uma prostituta, provavelmente originária do sudeste da Europa, como a Polônia ou a ex-Iugoslávia. Apesar de extensas investigações, a identidade da mulher permaneceu desconhecida.

Em 2016, o Ministério Federal do Interior austríaco decidiu realizar uma investigação isotópica dos restos mortais da vítima na tentativa de obter mais

informações sobre sua origem. Os tecidos disponíveis para análise foram um úmero e um fêmur. Para conduzir as investigações isotópicas, as superfícies ósseas foram polidas e pedaços de osso foram coletados da diáfise. Esses pedaços de osso foram posteriormente triturados usando um moinho de bolas feito de carboneto de tungstênio.

Ao aplicar métodos de isótopos biogeoquímicos aos fragmentos dos ossos do corpo da vítima, foi possível prever sua origem geográfica. Os resultados das análises dos isótopos de carbono, nitrogênio, enxofre, hidrogênio, estrôncio e chumbo sugeriram que a vítima não era natural da Europa e provavelmente havia passado sua juventude no norte do Caribe. Com base nessas descobertas, a polícia conseguiu identificar a mulher em apenas duas semanas. Descobriu-se que ela era da República Dominicana e havia residido na Áustria por um curto período antes de ser assassinada.

2.2.5 Panorama de utilização de Isótopos Estáveis no Brasil

A aplicação da análise de isótopos estáveis requer uma abordagem multidisciplinar, envolvendo colaboração entre cientistas de diferentes áreas, como geologia, química, biologia e ciências forenses. Além disso, são necessários bancos de dados de referência contendo informações isotópicas de diferentes regiões geográficas para comparação e interpretação adequada dos resultados. No Brasil, A técnica pode ser aplicada em várias áreas, fornecendo informações valiosas sobre migração humana, movimentação de espécies, identificação de restos mortais e controle de qualidade de alimentos (COSTA; SENA-SOUZA, 2019).

Em um estudo conduzido, pesquisadores brasileiros coletaram amostras de esmalte dentário de indivíduos modernos residentes no estado de São Paulo e analisaram a proporção de isótopos de estrôncio, carbono e oxigênio presentes nas amostras, ao todo foram utilizados 142 dentes para o estudo. Os resultados mostraram uma variabilidade na assinatura isotópica do esmalte dentário entre os indivíduos analisados, mais precisamente, valores encontrados de $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, com diferenças na variação entre indivíduos de classe social diferentes, reforçando o uso deste método como uma estimativa a ser complementada por outros métodos forenses (HERRERA, 2020).

Com base nesses resultados, os pesquisadores do artigo de Herrera (2020) concluíram que a análise da composição isotópica do esmalte dentário pode também ser uma ferramenta útil na estimativa da origem geográfica de indivíduos modernos. No entanto, eles também ressaltaram a importância de levar em consideração outras informações contextuais, como histórico familiar, deslocamentos e migrações, para uma análise mais precisa.

O Brasil também sofre com o tráfico de animais que é uma atividade ilegal e prejudicial que ameaça a biodiversidade e a conservação de espécies. A análise de múltiplos isótopos estáveis, como carbono, nitrogênio, hidrogênio e oxigênio, pode fornecer informações detalhadas sobre a proveniência geográfica dos animais traficados, a partir da análise dos tecidos. A aplicação desses modelos pode ajudar a desvendar rotas de tráfico, identificar áreas de onde os animais são retirados ilegalmente e auxiliar em investigações criminais relacionadas ao tráfico de animais. Além disso, esses modelos podem fornecer informações importantes para a conservação de espécies, permitindo que sejam tomadas medidas adequadas para proteger os habitats e combater o tráfico ilegal (COSTA, 2020).

Segundo Costa e Sena-Souza (2019), a metodologia isotópica vem sendo utilizada mundialmente em situações para determinação geográfica em geral a partir de vários estudos conduzidos que solidificaram o conhecimento acerca dos isótopos estáveis. O Brasil poderia se beneficiar da utilização de isótopos estáveis a partir de refinamentos nestes estudos, para que eles se assemelhassem à realidade da geografia brasileira. Logo, seria possível utilizar esses dados para construção de isoscapes específicas de cada região, que consequentemente fariam parte do potencial banco de dados mundial em construção: o Isobank. Neste sentido, este banco de dados auxiliaria as forças policiais ao redor do mundo na troca de informações de assinaturas isotópicas a fim de solucionar crimes de fraude e localização.

3 CONCLUSÃO

A aplicação de isótopos estáveis na investigação pericial tem se destacado como uma ferramenta crucial para a elucidação de diversos crimes, sendo particularmente relevante na análise de vestígios humanos, sendo também relevante em outros processos de investigação de crime como no combate ao tráfico de aves

no Brasil. A utilização desses isótopos oferece uma abordagem que permite inferências sobre a origem geográfica e biológica de amostras, embora envolva porcentagens e valores probabilísticos. Ao combinar essa técnica com outras metodologias moleculares e químicas forenses, é possível alcançar um grau mais elevado de confiabilidade nas conclusões periciais.

Na investigação de vestígios humanos, os isótopos estáveis, como o carbono, nitrogênio, oxigênio e estrôncio, são empregados para traçar a proveniência geográfica das vítimas, proporcionando informações sobre suas rotas de deslocamento ou locais de origem. O mesmo princípio se aplica à repressão do tráfico de aves, uma preocupação crescente no Brasil. A análise isotópica de penas, ossos e plumas de aves traficadas pode revelar trajetórias migratórias, identificar locais de captura e auxiliar na identificação das espécies envolvidas.

É fundamental destacar que a interpretação dos resultados isotópicos requer uma abordagem integrativa. As avaliações baseadas apenas em isótopos estáveis podem ser influenciadas por variações naturais, sazonais e ecológicas, o que ressalta a necessidade de considerar fatores como clima, geologia e comportamento alimentar ao interpretar os valores obtidos. Para aumentar a robustez das análises, a combinação de isótopos com outras técnicas forenses, como análises de DNA, microscopia eletrônica e espectrometria de massa, se apresenta como uma estratégia valiosa.

Contudo, para que a análise de isótopos estáveis seja plenamente integrada às práticas periciais brasileiras, é crucial a construção de "isótopos regionais" ou "isoscapes". A criação desses mapas isotópicos requer uma coleta minuciosa e representativa de amostras de solo, água, vegetação e organismos em diferentes regiões do país, alimentando um banco de dados nacional. A implementação de um projeto desse porte demanda colaborações interdisciplinares entre instituições de pesquisa, agências governamentais e setores de segurança pública.

Em suma, a utilização de isótopos estáveis na perícia criminal tem demonstrado um potencial notável para a elucidação de crimes, sendo essencial na análise de vestígios humanos e no combate ao tráfico de aves no Brasil. A abordagem multidisciplinar, combinando análise isotópica com outras técnicas moleculares e químicas forenses, fortalece a confiabilidade das conclusões periciais. A criação de isótopos regionais é uma etapa vital para a aplicação consistente desta técnica no

contexto brasileiro, destacando a importância da cooperação entre diferentes áreas do conhecimento e entidades governamentais para alcançar avanços significativos na área da perícia criminal.

REFERÊNCIAS

BARTELINK, Eric J.; CHESSON, Lesley A. **Recent applications of isotope analysis to forensic anthropology**. Forensic sciences research, v. 4, n. 1, p. 29-44, 2019.

BATAILLE, Clément P. et al. **Multi-isotopes in human hair: A tool to initiate cross-border collaboration in international cold-cases**. Plos one, v. 17, n. 10, p. e0275902, 2022.

BEAUREGARD, Eric; FIELD, Jessica. **Body disposal patterns of sexual murderers: Implications for offender profiling**. Journal of Police and Criminal Psychology, v. 23, p. 81-89, 2008.

BOWEN, Gabriel J.; WASSENAAR, Leonard I.; HOBSON, Keith A. **Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics**. Oecologia, v. 143, p. 337-348, 2005.

CARDOSO, Ana Paula Martins. **Técnicas de genética forense: uma revisão sobre as principais técnicas utilizadas para a obtenção de perfil de DNA na resolução de crimes e sua importância no âmbito jurídico**. 2021

Código de Processo Penal. decreto lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Decreto-Lei/Del3689.htm>. Acesso em: 04 abr. 2023.

COSTA, Fábio José Viana. **Modelos multi-isotópicos para rastreamento geográfico de animais traficados**. 2020.

COSTA, Fábio José Viana; SENA-SOUZA, João Paulo; NARDOTO, Gabriela Bielefeld. **Determinação da origem geográfica de vestígios utilizando isótopos estáveis: base científica e potencial de uso no Brasil**. Revista Brasileira de Ciências Policiais, v. 10, n. 1, p. 15-54, 2019.

CRBM3 - Conselho Regional de Biomedicina 3ª região. **Perícia Criminal é área promissora para biomédico**. Goiânia: CRBM3; 2019.

DIAS FILHO, Claudemir Rodrigues; ANTEDOMENICO, Edilson. **A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de ciências naturais**. Química nova na escola, v. 32, n. 2, p. 67-72, 2010.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3 Curitiba: Editora Positivo, 2004, 2120 p.

GROSS, H. **Criminal Investigation**. [s.l.] Рипол Классик, 1924.

HÄKKÄNEN, Helinä; HURME, Katri; LIUKKONEN, Markku. **Distance patterns and disposal sites in rural area homicides committed in Finland**. Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling, v. 4, n. 3, p. 181-197, 2007.

HARRISON, S. **The diary of Jack the Ripper: the chilling confessions of James Maybrick**. London: Smith Gryphon, 1993.

HERRERA, Lara Maria. **Antropologia Forense e estimativa da origem geográfica: composição isotópica do esmalte dentário de indivíduos modernos residentes no estado de São Paulo**. 2020.

LEHN, Christine et al. **Identification of a female murder victim found in Burgenland, Austria in 1993**. Forensic Sciences Research, v. 7, n. 2, p. 308-318, 2022.

LISITA, Alexandre. **A autonomia da perícia criminal oficial**. 2019.

MACIEL, DENISE RABELO. **Análise do padrão de manchas de sangue em local de crime: revisão de literatura**. Monografia de Especialização, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2014.

NBC NEWS LEARN. **Solving the Mystery of Saltair Sally**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=nz9KUs3F1Xw>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

O que é a Perícia Criminal? APCF ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PERITOS CRIMINAIS FEDERAIS. Disponível em: <<https://apcf.org.br/pericia-criminal/o-que-e-a-pericia-criminal/>>. Acesso em: 17 fev. 2023.

PETHERICK, Wayne; FERGUSON, Claire. **Criminal profiling. Forensic criminology**, p. 177-218, 2010.

PLENS, Cláudia R.; PALHARES, Carlos Eduardo; VALENZUELA, Luciano O. **Isótopos aplicados à Antropologia Forense Isotopes applied for Forensic Anthropology**.

REGAN, Laura A. et al. **Forensic isoscapes based on intra-individual temporal variation of $\delta^{18}\text{O}$ and $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ in human teeth**. Forensic Sciences Research, v. 6, n. 1, p. 42-52, 2021.

SCORRER, Jessica et al. **Diversity aboard a Tudor warship: investigating the origins of the Mary Rose crew using multi-isotope analysis**. Royal Society open science, v. 8, n. 5, p. 202106, 2021.

SILVA, Edeilson Manoel da et al. **Química forense: revisão bibliográfica das técnicas e sua aplicabilidade no município de Picos-PI**. 2022.

SILVA, Grace Kelly Correia; VENTURA, Rogéria Maria. **A Importância do Biomédico na Biologia Molecular e Hematologia Forense**. Atas de Ciências da Saúde (ISSN 2448-3753), v. 8, n. 4, p. 166-175, 2020.

Tabela 1- **Tabela de Autores dos Estudos de Caso**. O Próprio Autor. 2023.

TURVEY, B. **Criminal profiling: an introduction to behavioral evidence analysis**. New York: Academic Press, 1999.

ANEXO - NORMAS DA REVISTA UNIFIL:

TÍTULO DO ARTIGO EM LÍNGUA PORTUGUESA CENTRALIZADO, EM LETRAS MAIÚSCULAS E NEGRITO (OBRIGATÓRIO)

TÍTULO DO ARTIGO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA CENTRALIZADO, EM LETRAS MAIÚSCULAS E NEGRITO (OPCIONAL)

Prenome Sobrenome ³

Prenome Sobrenome ⁴

RESUMO

O resumo é elemento obrigatório, devendo conter de 100 a 250 palavras, usar espaçamento simples, fonte tamanho 12 e recomenda-se o uso de parágrafo único, sem enumeração de tópicos. Deve ser escrito de uma sequência de frases concisas e convém utilizar o verbo na terceira pessoa. Quanto as palavras-chave, devem figurar logo abaixo do resumo, antecedidas da expressão Palavras- chave, seguida de dois-pontos, separadas entre si por ponto e vírgula e finalizadas por ponto. Devem ser grafadas com as iniciais em letra minúscula, com exceção dos substantivos próprios e nomes científicos. (NBR 6028, 2021), conforme exemplo abaixo.

Palavras-chave: palavra; palavra; palavra; palavra.

ABSTRACT

The abstract is a mandatory element and must contain 100 to 250 words, use simple spacing, font size 12 and it is recommended to use a single paragraph, without enumeration of topics. It should be written in a sequence of concise sentences and the verb should be used in the third person. As for the keywords, they must appear

³ O nome do autor deve ser inserido de forma direta Prenome e Sobrenome. Deve constar o currículo sucinto de cada autor, com vinculação corporativa e endereço de contato em Notas de rodapé. (Exemplo: Graduando do Curso de XXXXX do Centro Universitário Filadélfia - UniFil. Colocar e-mail)

⁴ Orientador: Professor (titulação) do curso de XXXXX do Centro Universitário Filadélfia - UniFil. Colocar e-mail.

Qualquer artigo que utilizar Nota de Rodapé no texto, recomenda-se usar um sistema de chamada próprio (ex. símbolos) para os autores, para não dar sequência de número dos autores com as explicações no texto (NBR 6022, 2018).

just below the abstract, preceded by the expression Keywords, followed by a colon, separated by a semicolon and finalized by a period. They must be spelled with initials in lowercase, with the exception of proper nouns and scientific names. (NBR 6028, 2021), as shown below.

Keywords: word; word; word; word.

1 INTRODUÇÃO

Parte inicial do artigo, onde devem constar a delimitação do assunto tratado, os objetivos da pesquisa e outros elementos necessários para situar o tema do artigo.

Recomenda-se fonte tamanho 12 e espaçamento 1,5 entrelinhas, padronizados para todo o artigo. Exceto as citações com mais de três linhas, paginação, notas, legendas e fontes das ilustrações e tabelas devem ser em tamanho menor e uniforme (NBR 6022).

Os títulos devem ser separados do texto que antecede e se sucede por 1 (um) espaço de 1,5 entrelinhas. Os títulos devem ser alinhados à margem esquerda e separados por um espaço (ponto, travessão ou qualquer outro sinal não podem ser utilizados entre o número e o título) (NBR 6024).

2 DESENVOLVIMENTO

Parte principal do artigo, que contém a exposição ordenada e pormenorizada do assunto tratado. Divide-se em seções e subseções, que variam em função da abordagem do tema.

Para normalização de citações e referências, consultar o livro: “Elaboração de trabalhos acadêmicos, segundo as normas da ABNT”, no site: http://periodicos.unifil.br/index.php/livros_unifil/article/view/2652/2417

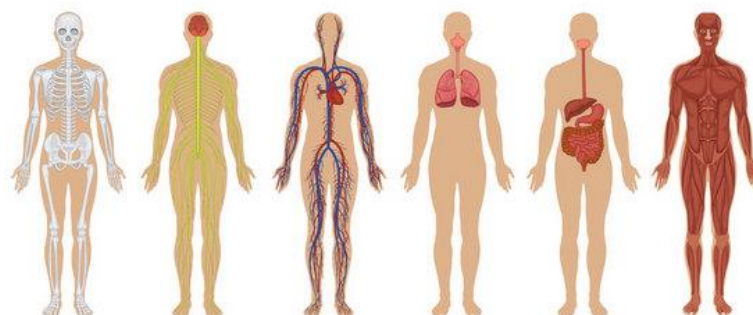
Se necessitar incluir ilustrações, esta deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do trecho a que se refere.

Qualquer que seja o tipo de ilustração, esta deve ser precedida de sua palavra designativa (figura, imagem, mapa, quadro, fotografia, gráfico, planta entre outros), seguida de seu número de ordem de ocorrência no texto, em algarismos arábicos, colocar travessão e o respectivo título (NBR 6022).

Imediatamente após a ilustração, deve-se indicar a fonte consultada (elemento obrigatório, mesmo que seja produção do próprio autor) (NBR 6022).

Exemplo:

Figura 1 – Sistemas do corpo humano (Fonte 12)



Fonte: Azevedo (2011) (Fonte 10)

Se a ilustração for Tabela, também deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do trecho a que se refere. Deve-se indicar a fonte consultada (elemento obrigatório, mesmo que seja produção do próprio autor), seguir o modelo seguinte que é de acordo com as Normas de apresentação tabular do IBGE.

Tabela 1 – Pessoas residentes em domicílios particulares, por sexo e situação do domicílio – Brasil – 1980 (Fonte 12)

Situação do domicílio	Total	Mulheres	Homens
Total	117 960 301	59 595 332	58 364 969
Urbana	79 972 931	41 115 439	38 857 492
Rural	37 987 370	18 479 893	19 507 477

Fonte: IBGE (1993) (Fonte 10)

3 CONCLUSÃO

Parte final do artigo, na qual se apresentam as considerações correspondentes aos objetivos e/ou hipóteses.

REFERÊNCIAS

APÊNDICE – Título do Apêndice

ANEXO – Título do Anexo