

Maria João Teixeira Naia

Determinação do Intervalo *Postmortem* através do decréscimo de citrato e DNA em ossos: Influência das condições tropicais

Dissertação de Candidatura ao grau de Mestre em Medicina Legal submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar da Universidade do Porto.

Orientador – Professor Doutor Rodrigo Grazinoli Garrido

Categoria – Biomédico; MSc; DSc; Perito Criminal; Diretor do IPPGF/PCERJ; Docente do Mestrado em Direito na UCP; Professor Adjunto na FND/UFRJ.

Afiliação – Universidade Católica de Petrópolis.

“O momento da morte, assim como o fim de uma história dá um sentido diferente ao que o precedeu.”

Mary Catherine Bateson (escritora e antropologista)

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não é resultado de um esforço unilateral da minha parte, e só foi conseguido através do apoio e auxílio de mais pessoas que direta ou indiretamente estiveram envolvidos em todo o processo que deu origem a esta dissertação.

Assim sendo, aproveito este meio para agradecer a todos aqueles que tornaram possível a conclusão deste ciclo de estudos.

Em primeiro lugar quero agradecer à minha mãe Fátima, ao meu pai Joaquim, ao meu irmão Ricardo e à minha avó Eugénia, que me apoiaram financeiramente, psicologicamente e que foram pacientes comigo.

Agradeço cordialmente à Diretora do curso de Mestrado em Medicina Legal, a Professora Doutora Maria José Carneiro de Sousa Pinto da Costa, por todo o apoio académico e burocrático.

Agradeço ao meu Orientador, o Professor Doutor Rodrigo Grazinoli Garrido, por todo o apoio que me deu e por, em primeiro lugar, me ter aceiteado como sua orientanda mesmo com as dificuldades logísticas que estiveram presentes desde o início.

Agradeço à D. Ana, à Fabíola, ao Vincenzo e restante família por me terem recebido como se fosse da família, no Rio de Janeiro, e por todo o apoio que me deram durante a minha estadia.

Agradeço a todo o pessoal do IPPGF/PC-RJ por me terem mostrado tudo o que envolve o trabalho nessa instituição e por me terem aceiteado tão rapidamente no grupo de trabalho.

Agradeço a todos os meus amigos.

Agradeço a Deus por fazer com que esta jornada tenha sido percorrida da melhor forma.

Obrigada!

RESUMO

A tanatologia forense é um ramo das Ciências Forenses, que estuda tudo o que envolve o corpo humano morto. Quando um cadáver humano é encontrado, em qualquer circunstância e em qualquer lugar, torna-se objetivo primário procurar responder a uma série de questões: *Quem é?*, *Como morreu?* e *Porque morreu?*. A outra questão fundamental nesta primeira avaliação necrópsica é relativamente à data da ocorrência da morte, isto é: *Quando morreu?*.

O tempo que passa desde a morte de um indivíduo, até que este é encontrado, é cientificamente denominado como Intervalo *Postmortem* (IPM). Existem diversos métodos para a determinação deste IPM que podem ser dependentes de fatores internos e/ou externos ao próprio cadáver. Alguns desses métodos estão relacionados com fatores bióticos e abióticos do cadáver e resultam de observações da evolução natural da decomposição do corpo humano. Existem ainda métodos que analisam o meio envolvente, como a fauna e a flora do local, este método é denominado de Entomologia Forense. Atualmente, têm sido desenvolvidos métodos mais sofisticados e que, na sua maioria, são realizados em laboratório. No geral, estes novos métodos baseiam-se em alterações biológicas, metabólicas e orgânicas que ocorrem no cadáver.

No entanto, não existe ainda um método que seja o método ideal de determinação do IPM. Todos os que existem até então, apresentam aspetos negativos e que atrapalham o andamento da investigação criminal.

O uso da taxa de citrato no corpo humano para a determinação do IPM, mais especificamente no material ósseo, foi estudado em 2010 por Schwarcz et al. Nesse estudo, as condições ambientais estudadas dependiam de baixas temperaturas. Sendo assim, no sentido de fundamentar ou contra-argumentar esse trabalho, foi realizado um estudo análogo, acerca da variação do citrato no osso humano e a sua relação com o IPM. Uma vez que este estudo foi realizado em parceria com o IPPGF/PC-RJ, as variáveis climáticas utilizadas foram opostas às do estudo anterior. Desta vez, as temperaturas foram elevadas até cerca de 40°C e a humidade foi também aumentada significativamente.

Paralelamente a esta análise, foi feita a quantificação do DNA para demonstrar uma eventual relação temporal com o DNA existente nas mesmas amostras de osso humano, que estiveram sujeitas às mesmas condições climáticas.

Foram ainda realizados ensaios estatísticos, uns relativos à criminalidade violenta no Rio de Janeiro, com dados recolhidos do ISP. Por outro lado, foram recolhidos dados referentes aos exames realizados no IPPGF/PC-RJ até à data, e respetivos resultados.

Teoricamente e à imagem do que resultou do estudo de Schwarcz et al, esperava-se uma diminuição, ao longo do tempo, dos níveis de citrato no osso do cadáver. O decréscimo de citrato e de DNA foi constatado através da influência das altas temperaturas e humidade elevada, ou seja, em ambiente de clima tropical, apesar do curto período de tempo utilizado.

ABSTRACT

Forensic thanatology is a branch of forensic science that studies everything related to the dead human body. When a human corpse is found, under any circumstances and anywhere, the primary goal is to seek the answer to a series of questions: Who died?, How he/she die? and Why he/she die?. The other key issue in this first necropsy assessment is associated with the date of the occurrence of death, that is: When did he/she die?.

The time that goes by since the death of an individual, until he/she is found, is scientifically called Postmortem interval (PMI). There are several methods for the determination of the PMI which can depend on internal and / or external factors to the body itself. Some of these methods are related to biotic and abiotic factors of the corpse and the result of observations of the natural evolution of the decomposition of the human body. There are also methods that analyze the surrounding environment, such as the flora and fauna of the place, this method is called forensic entomology. Currently, more sophisticated methods have been developed, which are mostly performed in the laboratory. Overall, these new methods are based on biological, organic and metabolic alterations that occur in the body.

However, still there isn't a method considered to be the ideal as far as determining the PMI concerned. Every method used so far, show negative aspects which interfere in the progress of the criminal investigation.

The use of the rate of citrate in the human body to determine the IPM, more specifically in bone material was studied in 2010 by Schwarcz et al. In this study, the environmental conditions studied depended on low temperatures. Therefore, in order to support or argue against this work, a similar study was conducted on the variation of citrate in human bone and its relationship to the IPM. Since this study was conducted in partnership with the IPPGF/PC-RJ, climate variables were opposed to the previous study. This time, the temperatures were raised to about 40 ° C and humidity was also increased significantly.

Parallel to this analysis, the DNA quantification was made to demonstrate a possible temporal relation with the existing DNA on the samples of human bone, which were subjected to the same climatic conditions.

Statistical tests were also performed, some of them related to violent crime in Rio de Janeiro, with data collected from the ISP. Furthermore, data concerning tests performed in IPPGF/PC-RJ to date, and their outcomes were collected.

Theoretically and similar to the results of Schwarcz et al study, the levels of citrate in the corpse bone were expected to decrease over time. The decrease of citrate and

DNA was shown by the influence of high temperatures and humidity, which means in tropical environment, despite the short period of time that was used.

Índice

RESUMO	VII- 7 -
ABSTRACT	IX
1. INTRODUÇÃO	- 1 -
1.1. Tanatologia Forense	- 1 -
1.2. Cronotanatognose	- 2 -
1.2.1. Importância da determinação do IPM	- 3 -
1.2.2. Métodos Clássicos	- 4 -
1.2.3. Métodos Cronotanatognóticos Atuais	- 9 -
1.3. Influência do clima tropical na determinação do IPM	- 12 -
1.3.1. Clima tropical	- 13 -
1.4. Mortes violentas	- 15 -
2. OBJETIVOS	- 18 -
3. MATERIAL E MÉTODOS	- 19 -
3.1. Extração do citrato	- 20 -
3.2. Quantificação do citrato	- 21 -
3.3. Extração do DNA	- 22 -
3.4. Quantificação do DNA	- 22 -
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	- 24 -
4.1. Levantamento de dados governamentais	- 24 -
4.1.1. Estatísticas de Morte violenta no Rio de Janeiro	- 24 -
4.1.2. Corpos identificados a partir dos ossos	- 27 -
4.2. Testes Experimentais Laboratoriais	- 30 -
4.2.1. Quantificação do DNA	- 31 -
4.2.2. Quantificação do Citrato	- 34 -
4.2.3. Comparação entre a quantificação do DNA e a quantificação do citrato	- 37 -
5. CONCLUSÃO	- 41 -
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 43 -
APÊNDICE I	- 45 -

Lista de Abreviaturas

IPM – Intervalo *Postmortem*.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil.

ISP – Instituto de Segurança Pública do Estado do Rio de Janeiro.

IPPGF/PC-RJ – Instituto de Perícias e Pesquisas em Genética Forense da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro.

UNODC – Serviço das Nações Unidas para as Drogas e o Crime (United Nations Office of Drugs and Crime).

OT40 – Amostra de Osso dependente da Temperatura a 40°C.

OTA – Amostra de Osso dependente da Temperatura Ambiente.

OTH – Amostra de Osso dependente da Temperatura a 40°C e Humidade elevada.

SENASP – Secretaria Nacional de Segurança Pública.

Índice de Figuras

Figura 1 – Variação da humidade (%) ao longo do ano de 2013 na cidade do Rio de Janeiro. (Fonte: INMET).....	25
Figura 2 – Variação da temperatura (°C) ao longo do ano 2013 na cidade do Rio de Janeiro. (Fonte: INMET).....	26
Figura 3 – Classificação das Mortes violentas segundo o UNODC. (Editado de: UNODC).....	27
Figura 4 – Evolução do número de exames de identificação de cadáver realizados no IPPGF/PC-RJ, desde 2007 até Maio de 2014. As barras azuis representam o número de exames realizados para identificação de cadáver. Enquanto que a vermelho encontram representado o número total de exames realizados no Instituto. Note-se que o ano de 2014 aparece com uma acentuada diminuição devido ao fato de apenas estarem representados os dados até maio desse ano.....	37
Figura 5 – Evolução do número de resultados positivos dos exames para identificação de cadáveres realizados no IPPGF/PC-RJ, desde 2007 até Maio de 2014.....	38
Figura 6 – Evolução da quantidade de exames de identificação de cadáver que tiveram como objeto de investigação material ósseo, realizados no IPPGF/PC-RJ desde 2007 até Maio de 2014.....	39
Figura 7 – Evolução da quantidade de exames de identificação de cadáver que tiveram como objeto de investigação material ósseo e que obtiveram resultados positivos, realizados no IPPGF/PC-RJ desde 2007 até Maio de 2014.....	40
Figura 8 – Variação da quantidade de DNA no osso (%), em condições de temperatura ambiente, ao longo do tempo (dias).....	41
Figura 9 – Variação da quantidade de DNA, em %, no osso em condições de Temperatura de 40°C e Humidade elevadas, ao longo do tempo, em dias.....	42
Figura 10 – Variação da quantidade de DNA, em %, no osso em condições de Temperatura elevada (40°C), ao longo do tempo, em dias.....	43
Figura 11 – Variação da quantidade de Citrato, em %, no osso em condições de Temperatura Ambiente, ao longo do tempo, em dias.....	45
Figura 12 – Variação da quantidade de Citrato, em %, no osso em condições de Temperatura (40°C) e Humidade elevadas, ao longo do tempo, em dias.....	46
Figura 13 – Variação da quantidade de Citrato, em %, no osso em condições de Temperatura elevada (40°C), ao longo do tempo, em dias.....	47
Figura 14 - Comparação entre os testes de DNA e de Citrato, em %, nas condições de Temperatura Ambiente, ao longo do tempo (dias). Os símbolos vermelhos (quadrados)	

representam os valores, em %, do DNA no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear. Os símbolos azuis (losangos) representam os valores, em %, do Citrato no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear.....**48**

Figura 15 - Comparação entre os testes de DNA e de Citrato, em %, nas condições de Temperatura de 40°C e Humidade elevada, ao longo do tempo, em dias. Os símbolos vermelhos (quadrados) representam os valores, em %, do DNA no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear. Os símbolos azuis (losangos) representam os valores, em %, do Citrato no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear.....**49**

Figura 16 - Comparação entre os testes de DNA e de Citrato, em %, nas condições de Temperatura de 40°C, ao longo do tempo, em dias. Os símbolos vermelhos (quadrados) representam os valores, em %, do DNA no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear. Os símbolos azuis (losangos) representam os valores, em %, do Citrato no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear.....**50**

Índice de Quadros

Quadro 1 – Dados oficiais das estatísticas de segurança pública do Estado do Rio de Janeiro referentes ao mês de Março de 2014 (Fonte: ISP).....	35
Quadro 2 – Dados oficiais das estatísticas de segurança pública do Estado do Rio de Janeiro referentes ao mês de Abril de 2014 (Fonte: ISP).....	35
Quadro 3 – Dados oficiais das estatísticas de segurança pública do Estado do Rio de Janeiro referentes ao mês de Maio de 2014 (Fonte: ISP).....	36

1. INTRODUÇÃO

1.1. Tanatologia Forense

Os principais objetivos decorrentes de uma investigação criminal envolvem a determinação da causa e modo da morte, a identificação do cadáver se for desconhecido e a determinação da data do evento. Para tanto, é preciso fazer a recolha de evidências do corpo que podem ser usadas como prova incriminativa ou de inocência de um suspeito e podem dar indicações de como a morte ocorreu: a documentação de feridas relevantes ou a falta destas e de como estas ocorreram; a documentação de doenças naturais do indivíduo; a determinação ou exclusão de outras causas que possam ter contribuído para a morte do indivíduo; e a providência de testemunhas para quando os casos seguem para o tribunal. Para além destes objetivos, ao longo da investigação podem surgir outros e pode não ser necessário ou não ser possível responder a todos.

As dificuldades colocam-se muitas vezes por razões diversas e em quase todos os estágios da investigação. Ao tentar fazer-se a identificação do cadáver nem sempre é possível devido ao estado avançado de decomposição do cadáver ou à falta de familiares para estabelecer reconhecimento facial ou comparação de DNA. Também quando se tenta diagnosticar a causa da morte por vezes torna-se difícil ou até mesmo quase impossível uma vez que há mortes que permanecem indeterminadas ou inconclusivas.

Para além desta dificuldade, por vezes mesmo conseguindo chegar à causa da morte, pode não ser possível realizar o diagnóstico diferencial (homicídio, suicídio, acidente) por falta de dados (informação clínica, informação familiar, informação policial, entre outras), por falhas no exame do local ou falhas na necrópsia (SWIFT, 2006).

O ramo das ciências forenses que, partindo do exame do local, da informação acerca das circunstâncias da morte, e atendendo aos dados do exame necroscópico procuram responder a uma série de questões é a Tanatologia Forense (POUNDER, 2000).

As mortes que têm interesse médico-legal podem ser classificadas quanto à reversibilidade em: aparente, relativa e absoluta; quanto à extensão: celular ou anatómica; quanto ao modo; natural, violenta, suspeita. É possível ainda classificar a morte quanto à rapidez em: súbita ou agónica.

A morte em si pode ser definida como a cessação permanente das funções cardíacas e/ou respiratórias. Contudo, atualmente, devido ao desenvolvimento de

equipamentos específicos, é possível manter artificialmente os batimentos cardíacos e a ventilação do indivíduo. Este aspeto agregou uma outra definição de morte, a morte cerebral.

Numa perspetiva médico-legal não é tão importante que seja definido o momento exato da morte porque a maior parte dos casos já são analisados após ser pronunciada a morte clínica. Assim, nesta perspetiva pode dizer-se que a morte é a cessação total e permanente de todas as funções vitais do corpo humano. Alguns autores referem ainda que a morte não é um momento, mas sim um processo que se desenrola ao longo de um determinado período de tempo (KNIGHT, 1996).

Com a cessação das funções vitais, surgem fenómenos abióticos. Os fenómenos abióticos podem ser imediatos, surgindo imediatamente após a morte (perda da consciência, insensibilidade geral, ausência de batimento cardíaco, abolição do tónus muscular, cessação dos movimentos respiratórios); intermediários, relacionados com o relaxamento muscular inicial (midríase, queda da mandíbula, fenda palpebral, dilatação do ânus); consecutivos, importante para a cronotanatognose ou determinação do intervalo *postmortem* - IPM (dessecamento tegumentar, rigidez cadavérica, livores de hipóstase, arrefecimento corporal) (KNIGHT, 1996).

1.2. Cronotanatognose

A morte é um acontecimento inevitável, embora ocorra de forma imprevisível. Na maioria dos casos, quando os cadáveres são descobertos não se sabe o momento do evento fatal, o que impossibilita o início de uma boa investigação. Essa datação é muitas vezes variável e dependente de diversos fatores, tais como o modo e o local da morte e as condições ambientais onde o corpo foi encontrado. Assim, um dos principais problemas que ainda existe na perícia criminal e médico-legal é a determinação do intervalo *postmortem*, principalmente nos casos onde haja suspeita de homicídio (JAFFE, 1983).

Uma vez que a maioria das vítimas de homicídios são encontradas nas primeiras 48h, torna-se extremamente importante datar o IPM de uma maneira rápida e com especificidade e sensibilidade capaz de distinguir dentro desses valores (JOHNSON e FERRIS, 2002). Contudo, apesar dos inúmeros avanços científicos e tecnológicos, a capacidade para estimar a data da morte mantém-se limitada na prática forense. Os métodos existentes apresentam uma margem de erro de 8h o que dificulta essa determinação para cadáveres recentes (JOHNSON e FERRIS, 2002).

Para auxiliar essa datação, os profissionais recorrem ao cruzamento de informações obtidas de diversas fontes, nomeadamente de evidências do próprio cadáver, do meio que envolve o corpo e a partir da história clínica e dos acontecimentos e atividades que o indivíduo desenvolvia antes de morrer (JAFFE, 1983). Na verdade, a literatura é constantemente expandida por novos métodos que buscam determinar alterações ocorridas durante o intervalo *postmortem*, contribuindo para determinar com maior exatidão o intervalo temporal a partir da morte. Contudo, essas alterações sofrem importante variação decorrente das características do meio ambiente.

O conceito cronotanatognose é constituído pelas palavras gregas *kronos* que significa tempo, *thanatos* nome do Deus grego relacionado com a morte e que, por isso, deu origem à palavra morte e *gnosis* que significa conhecimento. Assim, pode-se afirmar que cronotanatognose é o conhecimento ou a determinação do tempo que ocorreu após a morte até que o cadáver é encontrado, também anteriormente referido como IPM.

Dessa forma, por meio de pesquisa exploratória e descritiva, desenvolvida a partir de documentação indireta de fontes secundárias como livros, artigos e sites, procurou-se mostrar os métodos usuais e aqueles atualmente propostos para a determinação do IPM. Além disso, foi proposta a reunião do que se conhece sobre as possíveis interferências das condições ambientais, em especial a alta temperatura e humidade comum das regiões tropicais, na determinação do IPM. Neste sentido, este estudo teve por principal objetivo desenvolver uma metodologia para determinação do IPM no Brasil, simulando-se em laboratório condições de elevadas temperatura e humidade. A escolha de amostras no estado do Rio de Janeiro, Brasil, deveu-se ao fato de se tratar de uma cidade com um número elevado de casos de crimes, sem identificação da maioria das vítimas, o que poderia contribuir para a elucidação de crimes, ou para a devolução do direito dos familiares terem as suas vítimas reconhecidas.

1.2.1. Importância da determinação do IPM

O IPM (intervalo *postmortem*) corresponde ao período de tempo entre a ocorrência da morte e o momento em que o corpo é encontrado (GREENBERG e KUNICH, 2002).

A determinação da data da morte é um dos componentes essenciais no decorrer de uma investigação forense, no entanto é ainda uma área pouco desenvolvida na medida em que existem poucos testes para determinar esse valor e mesmo esses, são por vezes falíveis com alguma facilidade.

Esta datação nem sempre é fácil de ser realizada, pois está demasiadamente dependente de diversos fatores. Superficialmente, ela está relacionada à análise dos fenômenos cadavéricos naturais do corpo, mas como também estes são pouco objetivos e variam consoante a influência de fatores internos e externos, o que resulta dessa análise, ou seja, a data provável do acontecimento é muitas vezes um valor aproximado ou até um intervalo de tempo (WOELFERT, 2003).

Os fatores de que os fenômenos cadavéricos dependem para atuar podem ainda funcionar como impulsionadores ou inibidores da decomposição do cadáver, o que irá resultar num adiamento ou atraso do intervalo *postmortem*. É ainda de notar que quanto maior o tempo que se demora a encontrar um corpo, ou seja, quanto maior o IPM, mais difícil se torna para determinar o seu valor e, conseqüentemente, este será menos sensível podendo existir uma diferença de horas, dias ou até semanas.

Em casos de morte violenta, a datação do IPM tem importância na reconstrução do modo e das circunstâncias da morte, na ligação do suspeito à(s) cena(s) do crime ou à vítima e no estabelecimento da veracidade das informações fornecidas por testemunhas. O IPM também tem aplicações na área cível, em casos de morte natural, acidental ou suicídio, por ter implicações em questões sucessórias (GREENBERG e KUNICH, 2002).

Apesar da importância na determinação do IPM, existem poucos estudos que descrevam os efeitos climáticos que estão envolvidos na decomposição de restos mortais. Em estudo efetuado neste sentido, investigaram-se os efeitos sazonais, temperatura e pluviosidade com o índice de perda de massa de cadáveres de porcos e com a duração das fases dos processos de decomposição cadavérica. Verificou-se interação significativa entre a estação do ano e o tempo que faltava para completar a putrefação: seria maior no inverno, seguido do outono, primavera e verão. A precipitação e as altas temperaturas, como ocorrem nas regiões tropicais do globo, incrementam tanto os índices de perda de massa, como os índices de progressão das fases de decomposição (ARCHER, 2004).

1.2.2. Métodos Clássicos

Os métodos de datação do IPM que se baseiam em avaliações subjetivas do cadáver demandam a análise e o conhecimento prévio das alterações e fenômenos cadavéricos que ocorrem em cada estágio após a morte. No entanto, uma vez que são métodos subjetivos os resultados podem não ser consensuais e podem até ser adulterados involuntariamente. Isto é, dependem da experiência do profissional, das

técnicas que ele usa e, ainda, de fatores externos que não são controlados, como a temperatura, a humidade e a ação de animais ou fatores inerentes ao próprio cadáver (fenómenos cadavéricos que podem acelerar, retardar ou conservar os processos de decomposição natural do cadáver).

Estes métodos avaliam os fenómenos que se começam a verificar logo após a cessação da atividade biológica ou metabólica do indivíduo, são os denominados fenómenos *postmortem*. Classicamente, os fenómenos *postmortem* podem ser categorizados como abióticos ou transformativos.

1.2.2.1. Fenómenos cadavéricos abióticos

Os fenómenos cadavéricos abióticos são aqueles que se tornam evidentes logo após a morte do indivíduo, ainda antes da proliferação bacteriana e têm curta duração. São exemplos: arrefecimento corporal, aparecimento de livores de hipóstase, dessecação tegumentar e rigidez cadavérica. Estes ocorrem em todos os casos de morte e não dependem do modo como ocorreu o evento fatal (CAÑADAS et al, 2003).

O arrefecimento corporal ("*Algor mortis*") tem início logo que as funções vitais do corpo são cessadas, tais como os processos metabólicos e a circulação sanguínea, que mantêm a temperatura corporal constante em torno de 36°C. Pelas leis da física, o corpo apresenta a tendência para atingir um equilíbrio térmico com o meio ambiente. Assim, prevê-se que o corpo humano perca em torno de 1°C por hora após a morte (SWIFT, 2006).

Portanto, o controlo da medição da temperatura do cadáver é um método válido para determinar o intervalo *postmortem*. Geralmente, a temperatura é obtida de regiões que não estão em contato direto com o meio ambiente, como por exemplo, das axilas e da região retal. Porém, esse método, apesar de fácil e rápido, apenas se mostra confiável para as primeiras 10 horas após a morte.

A imprecisão do método de arrefecimento está relacionada com a velocidade a que se atinge o equilíbrio, que é uma junção de fatores muito específicos como, a temperatura ambiente que pode oscilar bastante, a quantidade de tecido adiposo no corpo, que funciona como isolante térmico, o volume corporal total e as vestes que eventualmente cubram o corpo (DAVY, 1839).

O aparecimento de livores de hipóstases (*livor mortis*) e a lividez são dois fenómenos com características distintas que ocorrem ao mesmo tempo e nunca isoladamente com uma causa em comum. Com a morte do indivíduo, naturalmente a circulação sanguínea é cessada e assim o sangue parado no sistema tende a acumular-

se nas regiões mais baixas, mais próximas do solo, devido à ação da força gravitacional. Essas regiões vão tomar uma coloração muito intensa de tons arroxeados. Por outro lado, as regiões mais elevadas perderão o sangue e irão sofrer uma descoloração, denominada de lividez cadavérica (KNIGHT, 1996).

A lividez e a hipóstase começam a surgir nas primeiras horas após a morte. Durante esses primeiros tempos, é possível verificar que pressionando o local hipostático, o sangue espalha-se e a cor desaparece e é restabelecida quase que de imediato ao cessar a pressão. Quando o IPM é maior, cerca de 6 a 15 horas, a pressão feita nessas zonas já não irá resultar no mesmo efeito, pois os livores estarão fixados. Quando não existem hemorragias ou em casos de asfixia, as regiões hipostáticas estão bem visíveis.

A rigidez cadavérica (*rigor mortis*) é um dos últimos fenômenos cadavéricos de curta duração. Tem início de 2 a 4 horas após a morte e tem duração de cerca de 12 a 24 horas até que se dê o início dos fenômenos de putrefação (KNIGHT, 1996).

A causa da rigidez dos músculos deriva da falta de ATP. Com a presença de ATP, a interação entre a actina e a miosina mantêm a musculatura relaxada. Porém, a rigidez cadavérica pode ainda ser afetada por outros fatores, tais como, um choque emocional no momento que antecedeu a morte o que resulta em precipitação deste fenômeno ou então, pelo contrário, se o indivíduo estava realizando algum exercício físico antes de morrer, isso poderá atrasar essa rigidez.

Tal como acontece com todos os fenômenos cadavéricos, a rigidez é também dependente de influências climáticas. Por exemplo, quando um cadáver se encontra num ambiente com temperatura e humidade elevadas o fenômeno irá ocorrer mais tardiamente do que num cadáver mantido a temperaturas baixas (KNIGHT, 1996).

O dessecamento tegumentar advém de um fenômeno de relaxamento que surge com o final da rigidez cadavérica, logo tem início entre as 12 e 18 horas após a morte. Nesta fase resulta em flacidez dos tecidos, o que levará ao dessecamento. É possível observar que, ao se fazer pressão nos tecidos, estes não vão retornar à forma anterior.

Para além destes fenômenos existem ainda outras alterações no organismo capazes de fornecerem uma data aproximada da morte.

É possível aferir o IPM pelos níveis de potássio no humor vítreo. É sabido que a quantidade de potássio aumenta, progressivamente, à medida que transcorre o tempo após a morte, sendo que os valores progressivos são confiáveis para os climas quentes, apenas para as primeiras 12 horas posteriores ao óbito. Por outro lado, em climas frios, a precisão pode estender-se por 24 horas. Assim sendo, este método não é aconselhável ser utilizado na realidade brasileira, ou em países de clima tropical.

A avaliação do conteúdo gástrico do indivíduo pode dar também alguma indicação significativa do IPM, permitindo verificar em que fases de digestão se encontram os alimentos. Contudo, o tempo de esvaziamento do estômago é variável, tanto pelo tipo dos alimentos ingeridos, como pelas idiosincrasias normais ou patológicas de cada pessoa.

Importa verificar as principais substâncias constituintes dos alimentos, bem como os reflexos hormonais autónomos, entre o estômago e o duodeno. Isto torna-se decisivo para influenciar o tempo de permanência dos alimentos no organismo. Assim, os lípidos são os que apresentam um trânsito intestinal mais demorado e, em contrapartida, os hidratos de carbono são os que apresentam uma permanência mais breve no organismo, sendo certo que as proteínas ocupam um lugar intermediário.

Quando o conteúdo do estômago do cadáver exhibe alimentos não digeridos, pode-se concluir que alguma refeição foi realizada, pelo menos, nas últimas duas horas antes do óbito. Existe um determinado conjunto de alimentos que podem ser encontrados no estômago e cujo achado pode servir como indício cronológico do lapso transcorrido desde a sua ingestão. Por exemplo, alimentos líquidos como a água, leite, chá ou café, permanecem no estômago do vivo até 2 horas após a ingestão. Por outro lado, alimentos mais difíceis de processar, como por exemplo carne de porco e legumes, podem permanecer até 5 horas no organismo.

Desde que conhecidos os hábitos alimentares da vítima, como por exemplo, os seus horários de refeições, tipos de alimentos ingeridos e quantidade de alimentos por refeição, os achados do conteúdo gástrico poderão auxiliar, ainda mais, na determinação do momento do óbito (HENSSEGE et al, 2002).

É ainda possível verificar alterações oculares nos cadáveres, tais como, dilatação pupilar, tela viscosa da córnea, segmentação da coluna sanguínea dos vasos oculares e perda da turgência dos globos oculares.

Foi desenvolvida uma técnica de tonometria ocular que consiste no estabelecimento de uma correlação confiável entre a desidratação e o tempo transcorrido desde o decesso. Esta técnica é simples, rápida e de baixo custo e ainda apresenta uma margem de erro de apenas 1 hora, para avaliação feita nas 24 horas após o óbito (RUTTY, 2001).

1.2.2.2. Fenómenos cadavéricos transformativos

Os fenómenos cadavéricos transformativos são responsáveis por modificações da morfologia e estrutura mais profundas e duradouras do cadáver e são causados por uma

intensa proliferação bacteriana. Entre os fenômenos transformativos, podem identificar-se dois tipos de alterações: os fenômenos transformativos destrutivos e os fenômenos transformativos conservativos.

Os fenômenos destrutivos vão dar origem ao declínio da matéria orgânica através da autólise e da putrefação. Este último, entre os fenômenos destrutivos, é o que ocorre mais frequentemente. Nele ocorre a desintegração das moléculas através de reações de redução e oxidação, baseadas numa decomposição fermentativa de origem bacteriana (KNIGHT, 1996).

O estudo deste tipo de fenômenos levou à criação de períodos de putrefação que compreendem o período cromático (caracterizado pelo surgimento da mancha verde abdominal), o período enfisematoso (surge um enfisema putrefativo causado pela infiltração gasosa no tecido subcutâneo), o período de liquefação (verifica-se um amolecimento dos órgãos e uma coloração vermelho-rosada devido ao desprendimento da epiderme, formando flictenas de dimensões variáveis, contendo líquido soro-hemático) e o período de redução esquelética (ocorre eventualmente o desaparecimento dos tecidos, restando apenas os órgãos mais sólidos como o coração e os elementos mais resistentes tais como tecidos fibrosos, ligamentos e cartilagens, ou, em casos extremos, ocorre a esqueletização completa) (KNIGHT, 1996).

A autólise é um processo abiótico, no entanto está enquadrado nos fenômenos transformativos destrutivos porque causa uma intensa destruição dos tecidos. Devido à morte celular somática do organismo, os diferentes conjuntos de células vão libertando enzimas que dão início ao processo de autólise, culminando na autodigestão tecidual. Este processo tem início poucas horas após a morte, desde que se identificam os fenômenos cadavéricos abióticos, até ao surgimento dos fenômenos destrutivos. As primeiras células a evidenciarem a autólise são as células nervosas e as da medula da supra-renal.

O fenômeno de maceração está também classificado entre os fenômenos cadavéricos transformativos destrutivos. Este compreende uma rápida sucessão da putrefação e tem como consequência o desprendimento dos tecidos moles. É um processo que ocorre quando o cadáver é mantido em meio líquido estagnado, sob ação de bactérias.

Os fenômenos conservativos, tal como o nome sugere, permitem um atraso no processo de decomposição do cadáver e uma falsa conservação do mesmo. São causados essencialmente pelas condições ambientais e do próprio corpo e são classificados como: corificação, saponificação e mumificação.

Apesar da existência de uma classificação dos diferentes tipos de fenômenos cadavéricos é de notar que estes são sempre dependentes de condições internas e

externas. Cada cadáver é único e pode responder de forma diferente a cada transformação tendo em conta o local onde se encontra, as condições ambientais a que está exposto e as circunstâncias que levaram à ocorrência do evento. As características individuais do cadáver, como a idade, a constituição física, o seu estilo de vida, a atividade que desenvolvia antes de ocorrer a morte, e existência ou inexistência de doenças, entre outros fatores também contribuem para a subjetividade da avaliação da datação do IPM. Assim, para uma melhor conclusão devem ser tidas em conta todas estas influências possíveis.

1.2.2.3. Entomologia forense

A Entomologia Forense é um ramo das ciências forenses que se baseia no estudo do ciclo de vida de insetos e outros artrópodes para a determinação do IPM. É determinada a sucessão ecológica dos insetos sobre a carcaça e, sobretudo, o estágio da metamorfose dos dípteros cujas larvas têm atividade necrofágica para, paralelamente, estabelecer uma cronologia da morte (HALL, 2005).

Através da análise do ciclo de vida da(s) espécie(s) que são encontradas no cadáver, como ovo, larva ou pulpa, e conhecendo-se bem o período de reprodução desses insetos é possível datar o IPM. Vários tipos de insetos instalam-se no cadáver em diferentes fases da decomposição. No entanto, dependendo do meio ambiente em que está inserido ou da forma como ocorreu a morte, a chegada dos insetos pode ser atrasada ou acelerada. Além disso, os tipos de seres vivos existentes no meio podem variar, assim como o seu desenvolvimento em função da variação da temperatura (HALL, 2005).

Sendo assim, apesar da Entomologia Forense aparecer como uma ciência separada, ela é a responsável por determinar o IPM, na grande maioria dos casos. Tendo sempre em conta que o tipo de casos em que a Entomologia auxilia na datação da morte compreende aqueles em que o cadáver esteja envolvido num tipo de fauna específico, isto é, com a presença de insetos e outro tipo de artrópodes.

1.2.3. Métodos Cronotanotognóticos Atuais

Entre as novas técnicas que prometem maior precisão na determinação do IPM estão a espectroscopia de fluorescência da pele de cadáveres, modificações histológicas,

especialmente da medula óssea, determinação dos níveis de nitrogênio, aminoácidos e citrato e reação do tecido ósseo com luminol (GARRIDO e RODRIGUES, 2014).

O método da análise das alterações externas e histológicas das ossadas é mais fiável quando comparado a outros, apesar de ser menos objetivo. Os ossos dão uma ideia do intervalo de tempo após a morte tendo em conta a presença ou ausência de ligamentos e a percentagem de matéria gorda e orgânica presentes (SEELEY et al, 2003).

Atualmente existe outra proposta, que foi referida na literatura (SCHWARCZ et al, 2010), para a determinação do IPM usando o tecido ósseo, através da análise do citrato. Fazendo uso do declínio dos níveis de citrato no osso do cadáver. Esta técnica, onde foi usado o valor da concentração do citrato, propôs determinar o IPM a partir de amostras extraídas de vestígios ósseos mantidos em condições climáticas adversas, tais como temperaturas próximas dos 0°C. Com esse estudo, concluiu-se que os níveis de citrato, presentes em valores constantes no tecido ósseo durante a vida de animais e humanos, a partir do momento em que o indivíduo morre começam a decair sendo possível então calcular a sua data de morte (SCHWARCZ et al, 2010).

A reação do tecido ósseo com luminol é diferente desse outro tipo de métodos por ser único, uma vez que, reagindo com o sangue, resulta na produção de luminescência. O luminol é um composto que com a adição do peróxido de hidrogênio produz uma luz azul fluorescente que pode ser visualizada na escuridão e fotografada. Este teste é usado rotineiramente em serologia forense para localizar vestígios de sangue e identificar manchas de sangue não visíveis macroscopicamente. Tem sensibilidade entre 1:100000 e 1:5000000 (INTRONA et al, 1999).

O teste de luminol apresenta resultados interessantes quando executado em ossos, sendo sempre positivo e bastante intenso para ossos com um tempo *postmortem* recente. O luminol é ineficaz quando utilizado em ossos antigos. Assim, segundo alguns autores, existe uma correlação entre diferentes níveis de intensidade da reação de luminol sobre os ossos e o IPM. Assim, o teste, pode ser muito útil para determinar o IPM a partir dos restos ósseos, especialmente quando são recolhidos apenas fragmentos (INTRONA et al, 1999).

De forma geral, os métodos de uso recorrente nas investigações pecam pela sua subjetividade, tais como: variação da temperatura corporal, formação de livores de hipóstase, relaxamento muscular, espasmos cadavéricos, coagulação do sangue. Para além disso, estes métodos consomem muito tempo e não podem ser realizados no local (*in situ*), resultando em atrasos na investigação e, conseqüentemente, menor eficiência da mesma.

A espectroscopia de fluorescência é uma técnica ótica que tem demonstrado um vasto uso na química analítica e apresenta suficiente sensibilidade e especificidade para a determinação de cancro e cáries dentárias, entre outras alterações biológicas dos tecidos. A maior vantagem das técnicas óticas é a possibilidade de resposta em tempo real, o que proporciona uma investigação não invasiva e não destrutiva (ESTRACANHOLLI et al, 2009).

Existe uma proporcionalidade direta entre o grau de fluorescência do tecido (p.e. pele do cadáver) e o IPM. Assim, pode ser facilmente obtido o valor do IPM, calculado por métodos estatísticos, de forma objetiva, rápida e com elevada precisão quando comparado com outros métodos já existentes (ESTRACANHOLLI et al, 2009).

O uso dos radionuclídeos para a estimativa do IPM tem sido constantemente sugerido pela bibliografia (SWIFT et al, 2001), apesar de serem apontadas algumas limitações para esse método, nomeadamente ao nível da diagénese. Além disso, o intervalo de tempo em que se aplicam está, em geral, fora do interesse das investigações mais comuns.

Para a determinação do IPM, estudos pioneiros foram realizados e concluíram que para ossadas humanas recentes, com um tempo de pós-morte compreendido entre 15 e 77 anos, existe uma correlação entre certos radionuclídeos (^{238}U , ^{234}U , ^{210}PO , ^{210}Pb) e o IPM. Isto faz com que o uso de alguns radionuclídeos possa ser também uma ferramenta importante na determinação do IPM, principalmente quando o cadáver encontrado já se encontra na fase de esqueletização (SWIFT et al, 2001).

Outra técnica proposta para determinar o IPM é o uso da técnica de electroforese de gel de célula única, também conhecida como ensaio de cometa, devido ao desenho que se forma na placa de electroforese. Este método avalia a fragmentação do DNA nuclear, que é um dos processos consequentes da morte celular. Após a morte de um indivíduo, as nucleases internas contidas nas células, ao longo do tempo, podem causar a degradação do DNA cromossómico em fragmentos cada vez menores. Estes fragmentos podem ser visualizados e isolados, tornando-se possível medi-los e quantificá-los, relacionando com o IPM (JOHNSON e FERRIS, 2002).

Por meio da degradação do RNA, também foi desenvolvido um método que permitisse determinar o IPM. Tal como ocorre com o DNA, o decaimento do RNA é também dependente do tempo decorrido após a morte. Nesse intuito, foi realizado um estudo usando o RNA da polpa dentária, no qual se comparou o declínio de um segmento de RNA mensageiro para β -actina com um outro menor e mais estável, o que permitiu estimar o IPM. Ao mesmo tempo que se verificavam diferenças no declínio do RNA, alterações morfológicas foram também observadas no dente, ao longo do tempo *postmortem*. Os dois testes juntos fizeram com que mais informação fosse agregada,

resultando num IPM mais preciso. Esta técnica apresenta-se como sensível para IPM recentes, rápida e com um custo baixo (YOUNG et al, 2013).

A degradação de proteínas também foi alvo de técnicas para a determinação do IPM. Neste caso, foi usada Troponina I (cTnI) que é uma proteína básica de função regulatória. Para tal, foi desenvolvido um protocolo de extração eficiente para analisar o padrão de bandas da cTnI em tecido *postmortem*. O método envolve a extração da proteína, separação por electroforese de gel desnaturante e visualização por *western blot*, com anticorpos monoclonais específicos para a proteína (SABUCEDO e FURTON, 2003).

Este estudo indicou que existe um padrão de bandas característico nos cadáveres humanos, uma relação pseudo-linear entre o percentual de degradação da cTnI e a variação do tempo desde a morte e, ainda, um padrão de bandas de degradação qualitativa para um IPM recente (0-5 dias). Esta técnica oferece uma série de vantagens, entre elas um padrão de degradação quantitativo, uma relação temporal semiquantitativa e uma dependência de temperatura manuseável através de métodos diretos de avaliação de temperatura, usando termómetros analíticos/digitais (SABUCEDO e FURTON, 2003).

A espectroscopia de Raman é outra técnica utilizada com finalidades de datação do IPM. O método foi usado em estudos que analisaram a composição química de ossos enterrados. Os resultados destes ensaios indicaram que as alterações químicas no osso devido às bactérias do solo são dependentes do tempo. O procedimento usado é sensível a alterações na composição do osso para uma escala de dias. Assim, há grande potencial de aplicação da espectroscopia de Raman como método não-destrutivo de estimativa do IPM (MCLAUGHLIN e LEDNEV, 2011).

Houve ainda uma tentativa de deduzir uma fórmula matemática capaz de determinar o IPM. Duas equações foram desenvolvidas no Tennessee (EUA): uma para decomposição em superfície e outra para decomposição em profundidade. Ambas são baseadas na temperatura, humidade e pressão parcial do oxigénio. Estas fórmulas devem ainda ser testadas em condições ambientais diferentes para que sofram um sucessivo melhoramento a fim de apurar a sua eficácia (VASS, 2011).

1.3. Influência do clima tropical na determinação do IPM

Como foi visto no ponto anterior, cada método usado atualmente para determinar o IPM é dependente das variações de temperatura e/ou de humidade existentes no local onde o

corpo foi encontrado. Assim, ainda não se pode afirmar que exista um método que possa atender a todos os casos. Quando se pretende datar o evento da morte, tem de se ter em conta diversas variáveis que estão implícitas ao cadáver mas também aquelas que estão no meio envolvente e que podem ser significativas dando origem a resultados, por vezes, discrepantes.

Este ponto torna-se relevante e de particular interesse para este estudo uma vez que a aplicação do método de datação do IPM está a ser testada no âmbito do clima que é sentido no Rio de Janeiro que, apesar de no mesmo estado coexistirem diferentes climas, aquele que predomina é o clima tropical.

1.3.1. Clima tropical

A linha do equador (linha imaginária que divide os hemisférios norte e sul) e o trópico de Capricórnio (linha imaginária que marca o limite meridional da declinação anual do sol) atravessam o Brasil, tornando o clima com tonalidades tropicais bem marcantes. Nessa faixa climática, a humidade é elevada devido à circulação de ventos de leste, (ROSS, 2003) tal como se encontra representado na Figura 1, demonstrando o exemplo da cidade do Rio de Janeiro.



Figura 1 - Variação da humidade (%) ao longo do ano de 2013 na cidade do Rio de Janeiro. (Fonte: INMET)

O clima tropical no país caracteriza-se pela existência de temperaturas médias superiores a 18°C e diferenças sazonais marcadas pelo regime de pluviosidade, períodos que também regulam os regimes fluviais. Tal como nas regiões de baixas altitudes, nas quais está inserido o Brasil, ocorre um fenômeno de isotermia, isto é, a amplitude térmica anual não varia além de 6°C, (ROSS, 2003) o que pode ser observado na Figura 2, para o Rio de Janeiro. A elevada taxa de humidade, no território brasileiro, é também influenciada pela cobertura vegetal fechada e abundante no país (ROSS, 2003).



Figura 2 - Variação da temperatura (°C) ao longo do ano 2013 na cidade do Rio de Janeiro. (Fonte: INMET)

Apesar das características da tropicalidade se manifestarem em quase todo o país, encontram-se algumas diferenças entre algumas regiões. No entanto, o clima no geral permanece sempre tropical (ROSS, 2003).

Cada método usado atualmente para determinar o IPM é dependente das variações de temperatura e de humidade existentes no local onde o corpo foi encontrado. Assim, as elevadas temperaturas e o grande percentual de humidade característicos dos trópicos, contribuem significativamente para a proliferação dos fenômenos putrefativos e deterioramento do aspeto morfológico do cadáver, o que faz com que seja fundamental manter cautela e um maior rigor na hora de determinar o IPM. Para além disso, estes fatores climáticos influenciam ainda o aparecimento de alterações macroscópicas que resultam da ação de fatores externos e internos, tais como danos *peri e/ou postmortem* (LUCIO, 2013).

Alguns autores afirmam que a temperatura ideal para que ocorra a decomposição do cadáver varia entre os 21 e os 38°C, tais valores enquadram-se dentro dos valores de

temperatura médios que são verificados no Brasil e que podem também ser observados na Figura 2 referente ao Rio de Janeiro. Para além disso, essa temperatura aliada a elevados níveis de humidade, ativam mais ainda a decomposição (POUNDER, 2000).

Assim, ainda não se pode afirmar que exista um método que possa atender a todos os casos, ou seja, um “método perfeito”. Quando se pretende datar o evento da morte, tem de se ter em conta diversas variáveis que estão implícitas ao cadáver, mas também aquelas que estão no meio envolvente e que podem ser significativas, dando origem a resultados, por vezes, discrepantes.

1.4. Mortes violentas

O homicídio é, muitas vezes, encarado como uma simples ferramenta usada pelos criminosos violentos para alcançarem os seus objetivos. Na realidade essa ideia é errada assim como a ideia de que apenas um determinado grupo de indivíduos da sociedade, os marginalizados, são capazes de cometer esse tipo de crime (UNODC, 2013).

Como o homicídio afeta todo o tipo de pessoas, tanto autores como vítimas, é preciso que a violência letal seja analisada e avaliada sob vários pontos de vista. O homicídio é um dos principais fatores medidores da violência nas sociedades. Sendo assim, os dados acerca de homicídios podem ter um papel preponderante na monitoração da segurança e da justiça de um país (UNODC, 2013).

De acordo com a UNODC, existem três tipos de homicídios: homicídio relacionado com outras atividades criminosas; homicídios interpessoais; homicídios socio-políticos. Este tipo de classificação encontra-se esquematizado na seguinte Figura 3 onde, para além destas classificações enumeradas anteriormente, pode ver-se outras sub-classificações consideradas pelo UNODC.

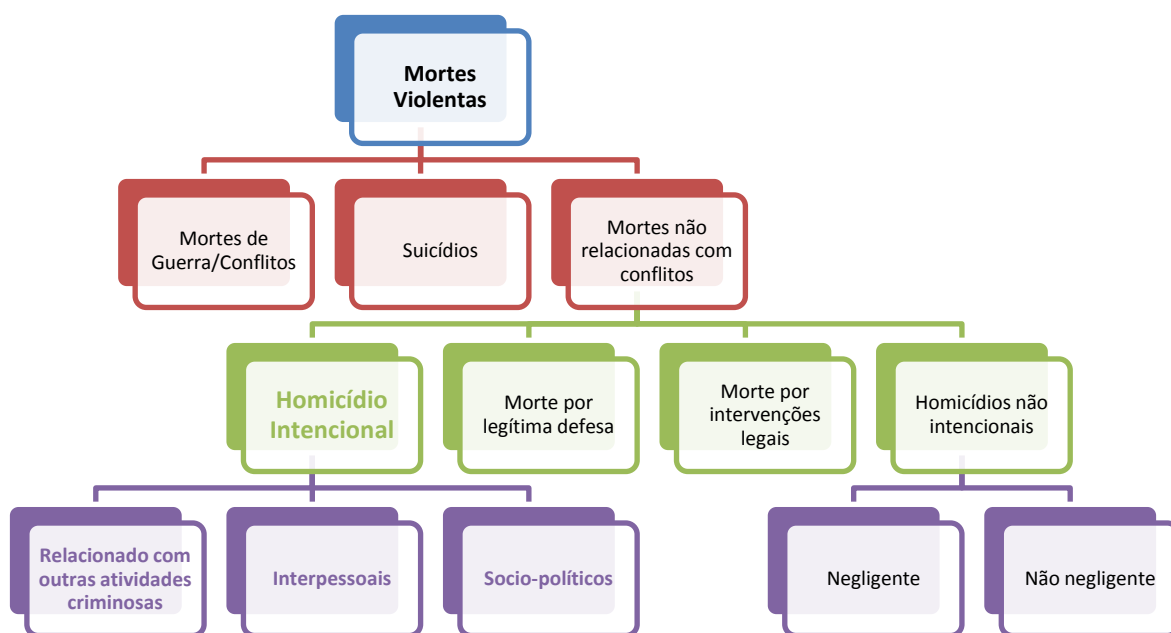


Figura 3- Classificação das Mortes violentas segundo o UNODC. (Editado de: UNODC)

Segundo o estudo “Global Study Homicide 2013”, o homicídio intencional causou a morte de cerca de meio milhão de pessoas no mundo, em 2012. Sendo que no continente americano a percentagem desses crimes foi mais elevada, cerca de 36%, relativamente aos outros continentes. Em África ocorreram 31% desses homicídios, na Ásia 28%, na Europa 5% e na Oceânia apenas 0,3% (UNODC, 2013).

Os níveis elevados de homicídios no continente americano são um legado da sua história de anos e décadas de violência política e criminosa, o que tem levado a um declínio dos níveis de homicídios em certos países. Contudo, os níveis de homicídios em alguns países americanos, tais como o Brasil, estão estagnados, embora a um nível elevado. Por outro lado, em países com valores históricos elevados, tais como África do sul, Lesotho, Rússia Federal e países da Ásia Central, têm vindo a ser aplicadas estratégias no sentido de quebrar o seu próprio ciclo de violência e têm vindo a registar um declínio na taxa de homicídios (UNODC, 2013).

A morte violenta é o tipo de morte que é consequência de um crime violento e que não é natural. Entre elas encontram-se o homicídio, suicídio ou a morte acidental, que apresentam particularidades que devem ser analisados numa investigação criminal para poder existir um diagnóstico da causa jurídica (SANTOS, M.C.C.L., 1997).

A etiologia da palavra homicídio tem origem no latim *hominis excidium* que significa morte injusta de um homem praticado por outro. De acordo com o Código Penal Brasileiro está descrito no art. 121º como o ato de matar alguém. Também na Lei

Portuguesa, no art. 132º do Código Penal, quem “matar outra pessoa” será punido. Dentro da categoria de homicídios existem diversos tipos, no entanto destacam-se ainda os crimes infantis como os abortos que também estão previstos na Lei, com conseqüente punição.

A morte acidental, como o nome sugere, não é uma morte previsível nem premeditada. Assim, pode acontecer de várias formas geralmente relacionada com acidentes de trabalho ou com acidentes de viação. É considerada uma morte violenta por não ocorrer de forma natural (CÓDIGO PENAL, 2014).

O suicídio ou morte voluntária é um “auto-homicídio”. Durkheim dizia que o *“suicídio é todo o caso de morte que resulta, direta ou indiretamente de um ato positivo ou negativo, realizado pela própria vítima, a qual sabia dever produzir este resultado”*. As causas que levam a este acontecimento são diversas e podem estar associadas a fatores intrínsecos ou extrínsecos à própria vítima. Hoje em dia, os problemas psicossociais são os principais motivos da ocorrência do suicídio. Historicamente, na antiga Roma punia-se o suicídio do soldado por prejuízo causado ao Estado e ainda do réu e do escravo por prejuízo patrimonial. (DURKHEIM, E. 2001)

No Código Penal Brasileiro o suicídio aparece no art. 122 mas é punido aquele que induz, instiga e auxilia o suicídio e não o próprio suicida.

2. OBJETIVOS

Através da análise de estudos anteriores, verificou-se a existência de um método de determinação do IPM através da concentração do citrato no osso. Este estudo tinha analisado a eficácia do método em ambiente com temperaturas negativas (SCHWARCZ et al, 2010).

Assim sendo, pretendeu-se com este trabalho testar o uso do método, referido anteriormente, em amostras humanas e em condições ambientais simulando as que se fazem sentir no Rio de Janeiro e, paralelamente, verificar a sua mesma utilidade procurando tornar-se possível o seu uso recorrente em investigações criminais.

Simultaneamente foi também analisado o DNA das amostras e, assim, pretendeu-se avaliar a quantidade e qualidade do material extraído e se possível determinar-se os perfis genéticos das amostras, para que se tenha uma análise com mais informações para se poder trabalhar e fundamentar e argumentar melhor este trabalho.

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho foi ainda realizado uma recolha de dados estatísticos relativos aos exames realizados no IPPGF/PC-RJ que fossem relevantes para o estudo, nomeadamente aqueles que teriam sido realizados com o intuito de “Identificação de cadáver” e ainda os que teriam usado o material ósseo como amostra a examinar. Uma vez que este instituto trata de todos os casos do estado do Rio de Janeiro, seria ainda importante observar e avaliar as estatísticas do Instituto de Segurança Pública no que toca aos temas da violência e aos dados de morte violenta que têm ocorrido nessa área geográfica.

Espera-se então que, com este trabalho, se possam chegar a algumas conclusões tais como:

- ✓ eficácia do método do citrato em clima tropical;
- ✓ eficiência do método do citrato num curto espaço de tempo de experimentação;
- ✓ avaliação do material biológico em relação à quantidade e qualidade do DNA;
- ✓ análise da relação entre concentração de citrato e quantidade de DNA por amostra;
- ✓ adequação e necessidade do uso do método na realidade quotidiana do Rio de Janeiro;
- ✓ determinação das estatísticas de morte violenta no Rio de Janeiro;
- ✓ determinação dos dados estatísticos acerca dos exames de identificação de cadáver realizados no Rio de Janeiro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Numa primeira fase do trabalho e de forma a fundamentar com mais consistência o estudo, foi realizada uma recolha de dados e a sua posterior análise estatística. Por um lado foram levantados os dados internos do Instituto de Perícias e Pesquisas em Genética Forense da Polícia Civil do Rio de Janeiro. No qual foram identificados os exames realizados neste estabelecimento com o intuito de identificação humana e que fizeram uso de material ósseo para chegarem a essas conclusões, no período compreendido entre 2007 e maio de 2014. Esses dados foram cedidos pelo Diretor do IPPGF que se prontificou a ajudar e colocou à disposição todo esse material. Estas informações estão registadas em relatórios com formatação própria e neles insere-se toda a informação explicativa acerca de cada caso associado ao laudo correspondente. Posteriormente fez-se a análise estatística recorrendo à realização de gráficos em função do tempo.

Paralelamente a este teste estatístico foram ainda recolhidos os dados oficiais do Instituto de Segurança Pública que é o “órgão responsável pela pesquisa, análise criminal, capacitação profissional e Coordenação dos Conselhos Comunitários de Segurança no Estado do Rio de Janeiro.” Esta recolha foi realizada através da página de internet da instituição (www.isp.rj.gov.br) que divulga frequentemente os dados estatísticos que estão constantemente sujeitos a atualizações. Desta recolha resultaram um conjunto de tabelas com as informações estatísticas dos dados da criminalidade violenta que ocorreu no Rio de Janeiro, durante os meses de janeiro e maio de 2014, que o estudo foi realizado. Essas tabelas foram editadas para que se adequassem ao contexto onde se inserem, ou seja, na esfera da morte violenta.

Para a parte laboratorial deste trabalho foi utilizado um pedaço de osso longo (fémur), do sexo masculino, com massa total de 95,051g. Esta amostra estava previamente identificada com o GRC 288/2013, proveniente da Delegacia 21ª do Rio de Janeiro. A colheita desta parte de fémur foi realizada no dia 16 de outubro de 2013, sendo que o cadáver deu entrada no Instituto de Medicina Legal Afrânio Peixoto, Rio de Janeiro, no dia 15 de outubro de 2013.

O osso foi cortado em 4 partes, 3 delas com semelhantes massas e outra menor. O corte do osso foi realizado no IPPGF/PC-RJ com o auxílio de um técnico especializado e num local próprio para o efeito. Cada uma das partes foi seguidamente incubada em condições ambientais diferentes.

A primeira, com massa 32,782 g, foi aquela que sofreu influência da temperatura elevada (40°C). Esta foi denominada de Amostra de Osso dependente da Temperatura a

40°C (OT40). Utilizou-se um recipiente de vidro vedado com parafilme e colocou-se num banho termostatizado (40°C). O propósito de vedar o recipiente é para não existir influência da humidade elevada que, nesse ambiente, certamente se faz sentir.

A outra parte, com massa 28,054 g, foi mantida em temperatura ambiente (24°C) não sofrendo outra alteração. Foi então denominada de Amostra de Osso dependente da Temperatura Ambiente (OTA). Este recipiente foi também vedado com parafilme a fim de não sofrer ataques de insetos ou libertação de maus odores e também serviu como uma prevenção para outro tipo de possíveis acidentes, tais como queda do material ou entrada de objetos estranhos.

A terceira parte do osso, com massa 31,295 g, foi dependente de alterações ao nível da temperatura (40°C) e da humidade elevada ($\approx 100\%$). Esta amostra foi denominada de Amostra de Osso dependente da Temperatura a 40°C e Humidade elevada (OTH). Assim, este material foi inserido num recipiente de vidro que foi tapado com um material de tecido não tecido (TNT), sobrepondo-se 4 camadas deste material, que é fino e permeável. Uma vez que este recipiente foi colocado num banho termostatizado seria de prever que ocorresse uma precipitação excessiva diretamente no material ósseo o que poderia comprometer o trabalho experimental. No entanto, como o material é permeável, manteve-se a influência da humidade no osso.

A última parte que foi cortada, bem menor que as outras, com massa 2,904g, foi inserida num tubo Falcon e armazenada num congelador (-20°C), para ser analisada apenas no último dia de colheitas.

É de referir que durante uma parte da atividade experimental ocorreram alguns erros inesperados e sem influência dos envolvidos neste trabalho em relação ao banho termostatizado. Os erros técnicos que surgiram no aparelho fizeram com que pelo menos durante 16 dias da experiência, a temperatura e a humidade das amostras OTH e OT40 não tenham sido rigorosamente controladas, o que pode ter comprometido alguns resultados.

3.1. Extração do citrato

Para a extração do citrato, o método utilizado foi adaptado do método realizado por Schwarcz (SCHWARCZ et al, 2010).

1. Cortou-se 2/3 g de cada parte do osso mantida em condição climática diferente.

2. Desse corte, cerca de metade foi usada para a extração do citrato.
3. Pulverizaram-se as amostras de osso em nitrogénio líquido arrefecido, reduzindo-as em partículas <math><10\ \mu\text{m}</math>, na CryoMill.
4. Em 0,05 g de pó acrescentou-se 300 μL de uma solução de clorofórmio e etanol (1:1), a fim de desengordurar o material ósseo.
5. Agitou-se, no vórtex, durante 1 min.
6. Centrifugaram-se os tubos a 5000 rpm, por 5 min, na centrífuga HT Modelo MCD 2000.
7. De seguida descartou-se o sobrenadante.
8. Secou-se o pellet com a ajuda de um Concentrador Eppendorf 5301, por 2 min.
9. Adicionaram-se 2 mL de HCl (1,0 M).
10. Levou-se a mistura anterior a um banho termostático (60°C), durante 1 hora.
11. Baixou-se o pH da solução (pH=5), através da adição de KOH (0,5 M).
12. Centrifugou-se a 1200 g por 5 min, causando a formação de um pellet.
13. Decantou-se o sobrenadante para um novo tubo e armazenou-se no frigorífico esterilizado (4°C) até ser realizada a análise do citrato.

3.2. Quantificação do citrato

O citrato foi determinado usando o método da citrato liase (baseia-se na clivagem completa da substância por preparações purificadas da liase do citrato na presença de iões de zinco; o ensaio da citrato liase também é significativamente melhorado pela adição do zinco), usando kits analíticos da Xygen Diagnostics Inc.

A enzima converte o citrato numa mistura de oxaloacetato e piruvato, que vai reagir com NADH.

A quantidade de citrato é monitorizada pela deteção da diminuição, em absorção de UV, pelo NADH a 340nm usando um espectrofotómetro de UV. Esta reação foi calibrada usando a solução de citrato de sódio armazenada dando origem a uma resposta linear para valores acima de 0,4, para 0,0001 mg/mL de citrato.

3.3. Extração do DNA

Para a extração do DNA das amostras de osso foi utilizado o método orgânico – Fenol Clorofórmio, que é frequentemente e diariamente usado no laboratório do IPPGF.

1. Cortou-se 2/3 g de cada parte do osso mantida em condição climática diferente.
2. Desse corte, cerca de metade foi usada para a extração do DNA.
3. Adicionaram-se 3 mL de tampão de incubação de osso (35 µL de Proteína K e 40 µL de DTT).
4. Levaram-se os tubos a incubar a 56°C, por um período de 18-24 h.
5. Centrifugou-se a 5000 rpm, durante 5-10 min, numa Centrifuga Excelsa.
6. Recuperou-se o sobrenadante.
7. Adicionou-se o mesmo volume de clorofane a cada amostra.
8. Agitou-se com o vortex.
9. Centrifugou-se a 10000 rpm, durante 5 min.
10. Recuperou-se o sobrenadante transferindo-o para um novo tubo.
11. Adicionou-se 10% do volume de NaCl e o dobro de etanol absoluto.
12. Incubou-se durante 2h a uma temperatura de -20°C.
13. Centrifugou-se a 10000 rpm durante 15 min.
14. Descartou-se o sobrenadante.
15. Adicionou-se 1 mL de etanol 70% e agitou-se por inversão.
16. Centrifugou-se a 10000 rpm por 15 min e desprezou-se o sobrenadante.
17. Descartou-se o etanol e secou-se o material com o auxílio da Speed Vac.
18. Ressuspendeu-se em 30 µL de TE⁻⁴.

3.4. Quantificação do DNA

A quantificação do DNA foi feita usando o Kit Genómico de Quantificação de DNA, da Genomic. Este faz uso da PCR em tempo real para assim amplificar no mesmo tubo e de forma específica as sequências que estão presentes nos cromossomas autossómicos e Y humanos. O kit conta ainda com um controlo interno que se constitui por uma sequência de DNA sintético. O principal objetivo é analisar a presença de possíveis inibidores da reação presentes nas amostras forenses extraídas.

O kit de quantificação do DNA serve ainda para confirmar se a quantidade de DNA humano por amostra é viável para posterior utilização nos sistemas de identificação humana, tais como análises de STRs, SNPs e DIPs, e é indicado ainda para verificar se a amostra possui determinados inibidores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Levantamento de dados governamentais

4.1.1. Estatísticas de Morte violenta no Rio de Janeiro

No Rio de Janeiro, as estatísticas são feitas a partir dos registos de ocorrência nas delegacias da Polícia Civil. O Instituto de Segurança Pública agrega por semelhanças os vários registos de ocorrência atendendo ao padrão da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP) com vista à elaboração da estatística nacional. As estatísticas oficiais divulgadas referem-se ao que foi constatado no momento do registo e ao resultado de exames secundários realizados até ao fecho do inquérito.

No caso das delegacias que têm um sistema de registos informatizado, assim que qualquer informação é adicionada ao processo os investigadores recebem imediatamente essa alteração. O que irá permitir uma análise estatística mais correta e rigorosa. Por exemplo, no caso de uma tentativa de latrocínio ou de homicídio, se a vítima vier a falecer, esta informação pode ser imediatamente alterada no estudo estatístico, que pode ser atualizado.

Relativamente à divisão de grupos de crimes das incidências criminais feitos pelo Instituto de Segurança Pública do Rio de Janeiro (ISP), estes são apresentados entre várias categorias da qual apenas interessa para este trabalho os crimes que estão inseridos nas “Vítimas de crimes violentos”. Dentro dessa categoria encontram-se: o Homicídio doloso; a lesão corporal seguida de morte; o latrocínio (roubo seguido de morte); a tentativa de homicídio; a lesão corporal dolosa e a violação.

Estas estatísticas podem ser observadas no Quadro 1, Quadro 2 e Quadro 3, onde estão registadas as frequências de cada tipo de ocorrência criminal durante os meses de Março a Maio de 2014, o que corresponde ao tempo em que foi realizado o estudo para este trabalho.


Com estes dados pretende-se dar ênfase à necessidade de implementar e melhorar novos métodos que auxiliem as investigações criminais no caso de serem encontrados cadáveres por identificar ou por determinar as circunstâncias da morte bem como possíveis autore(s) da morte. Neste caso, um método que permite obter a data em que o indivíduo morreu e o tempo que ocorreu desde esse momento até que foi encontrado o seu corpo.

Para além disso, através da análise dos seguintes quadros (1, 2 e 3) pode verificar-se que existiu, pelo menos ao longo deste período de tempo, um grande número de homicídios dolosos, lesão corporal seguida de morte e latrocínio, crimes estes que resultam em morte de um ou mais indivíduos e, logicamente, passa a existir um ou mais cadáveres para serem objeto de estudo no seguimento da investigação criminal. Assim sendo, volta a ser referida a necessidade do desenvolvimento de métodos que auxiliem e agilizem a investigação criminal, ao mesmo tempo que sejam rigorosos, práticos e de baixo custo.

 GOVERNO DO Rio de Janeiro		SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA - INDICADORES DE CRIMINALIDADE					Mês : MARÇO/14
		ÁREA INTEGRADA DE SEGURANÇA PÚBLICA REGIÃO: ESTADO					
	Capital	Baixada	Grande Niterói *	Interior	TOTAL	/100 mil ha	
VÍTIMAS DE CRIMES VIOLENTOS							
Homicídio Doloso	110	187	44	167	508	3,08	
Lesão Corporal Seguida de Morte	2	1	1	1	5	0,03	
Latrocínio (Roubo seguido de morte)	4	4	-	1	9	0,05	
Tentativa de Homicídio	147	132	63	182	524	3,18	
Lesão Corporal Dolosa	3.272	1.895	709	2.459	8.335	50,53	
Estupro	140	146	54	139	479	2,90	


Quadro 1 - Dados oficiais das estatísticas de segurança pública do Estado do Rio de Janeiro referentes ao mês de Março de 2014 (Fonte: ISP).

No Quadro 1 pode observar-se uma maior incidência e frequência de crimes do foro violento e doloso. O principal crime que ocorreu ao longo do mês de março de 2014 foi a “Lesão corporal dolosa” o que não resulta em morte, no entanto, em terceiro lugar e com 508 registos de ocorrência aparece o “Homicídio doloso”. O que demonstra o que foi dito no parágrafo anterior e reforça a ideia da necessidade de métodos mais eficazes para auxiliarem as investigações criminais de forma a minimizarem este tipo de acontecimentos.

 GOVERNO DO Rio de Janeiro		SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA - INDICADORES DE CRIMINALIDADE ÁREA INTEGRADA DE SEGURANÇA PÚBLICA REGIÃO: ESTADO					Mês : ABRIL/14
	Capital	Baixada	Grande Niterói *	Interior	TOTAL	/100 mil ha	
VÍTIMAS DE CRIMES VIOLENTOS							
Homicídio Doloso	97	191	61	100	449	2,72	
Lesão Corporal Seguida de Morte	-	-	-	1	1	0,01	
Latrocínio (Roubo seguido de morte)	6	3	2	6	17	0,10	
Tentativa de Homicídio	174	131	54	184	543	3,29	
Lesão Corporal Dolosa	3.007	1.711	640	2.111	7.469	45,24	
Estupro	137	153	36	137	463	2,80	

Quadro 2 - Dados oficiais das estatísticas de segurança pública do Estado do Rio de Janeiro referentes ao mês de Abril de 2014 (Fonte: ISP).

No Quadro 2 verifica-se também um grande número de crimes violentos que resultam em morte, apesar de, em primeiro lugar, surgir o crime de “Lesão corporal dolosa”, tal como no mês anterior. Neste mês de abril de 2014 o crime que apareceu em segundo lugar como o que foi registado mais frequentemente foi o de “Tentativa de homicídio” que não resulta em corpos mortos, mas existe essa tentativa. Seguidamente, o crime mais frequente e que aparece em terceiro lugar neste quadro é o de “Estupro”, que apesar de ser violento também não resultou em morte. No entanto, o crime de “Homicídio doloso”, que aparece em quarto lugar este mês, foi registado 449 vezes o que não varia muito relativamente ao mês anterior. E, mais uma vez deve ser motivo de preocupação para aqueles que estão envolvidos nas investigações criminais, bem como para a população em geral.

 GOVERNO DO Rio de Janeiro		SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA - INDICADORES DE CRIMINALIDADE ÁREA INTEGRADA DE SEGURANÇA PÚBLICA REGIÃO: ESTADO					Mês: MAIO/14
	Capital	Baixada	Grande Niterói *	Interior	TOTAL	/100 mil ha	
VÍTIMAS DE CRIMES VIOLENTOS							
Homicídio Doloso	111	175	41	113	440	2,66	
Lesão Corporal Seguida de Morte	2	-	-	1	3	0,02	
Latrocínio (Roubo seguido de morte)	2	-	4	2	8	0,05	
Tentativa de Homicídio	152	121	45	169	487	2,95	
Lesão Corporal Dolosa	2.549	1.391	525	1.765	6.230	37,70	
Estupro	126	119	49	143	437	2,64	

Quadro 3 - Dados oficiais das estatísticas de segurança pública do Estado do Rio de Janeiro referentes ao mês de Maio de 2014 (Fonte: ISP).

Por último, no Quadro 3, o que acontece é uma certa coerência com as duas figuras anteriores. Neste mês de maio de 2014, o tipo de crime que foi registado com

maior frequência foi, uma vez mais, a “Lesão corporal dolosa”. Mais uma vez, em segundo lugar, aparece a “Tentativa de homicídio” e quase ao mesmo nível temos o “Homicídio doloso”, com 440 registros de ocorrência e o “Estupro” com 437 registros de ocorrência, à imagem do que aconteceu nos dois meses anteriores.

4.1.2. Corpos identificados a partir dos ossos

Relativamente à quantidade de cadáveres humanos encontrados e catalogados pelo Instituto de Perícia e Pesquisa em Genética Forense da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro (IPPGF/PC-RJ), foram recolhidos todos os laudos registados a partir de 2007 nesta mesma instituição. Posteriormente, foram tratados os dados de forma a que seja mais fácil compreender a evolução da quantidade de restos ósseos encontrados, e as amostras que foram retiradas para exames de identificação de cadáveres. Na figura 4, estão apresentados os exames relativos à identificação de cadáver realizados ao longo do tempo no IPPGF/RJ.

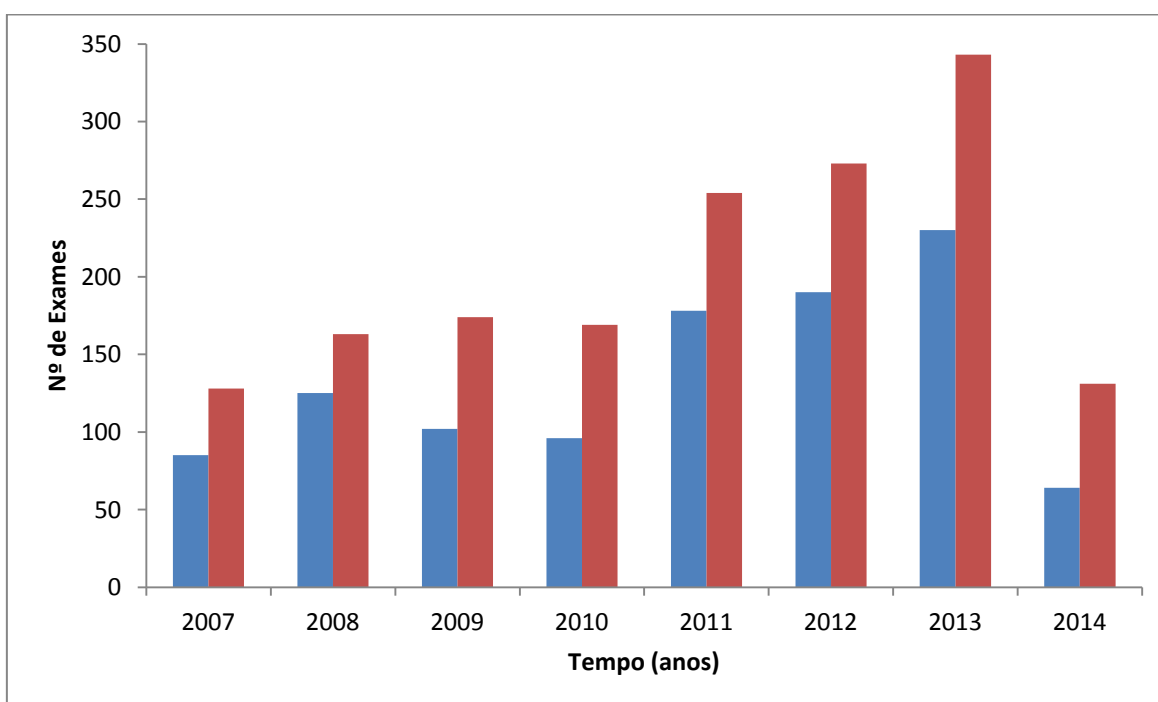


Figura 4 - Evolução do número de exames de identificação de cadáver realizados no IPPGF/PC-RJ, desde 2007 até Maio de 2014. As barras azuis representam o número de exames realizados para identificação de cadáver. Enquanto que a vermelho encontram representado o número total de exames realizados no Instituto. Note-se que o ano de 2014 aparece com uma acentuada diminuição devido ao fato de apenas estarem representados os dados até maio desse ano.

Na Figura 4 encontram-se os dados relativos aos exames realizados no IPPGF/PC-RJ, que tinham como finalidade a identificação de cadáveres. Pode ser facilmente observado um claro aumento no número de exames, sendo que entre 2008 e 2013, o número de exames aumentou para o dobro. Esta observação é sustentada pela comparação entre a totalidade dos exames realizados nesta instituição durante o mesmo período. É de notar que, no ano de 2014 apesar de se fazer notar uma descida anormal do número de exames, prende-se com o fato de esta análise estatística ter sido feita apenas até ao mês de maio de 2014. Espera-se então que, se apenas nos primeiros cinco meses do ano tenham sido feitos mais de 50 exames para identificação de cadáver, este valor irá ser muito provavelmente ultrapassado e seguirá a tendência de aumento, que tem vindo a ocorrer ao longo dos anos, até ao final de 2014.

Os dados recolhidos foram ainda tratados, de forma a demonstrar que, dentro dos exames realizados para identificação de cadáver, quais destes obtiveram resultado positivo, ou seja, foram capazes de dar identidade ao cadáver examinado. Esta informação encontra-se retratada na Figura 5, onde também se verifica um aumento gradual ao longo dos anos. Para este gráfico, o ano de 2014 também aparece com uma informação discrepante devido ao fato de não demonstrar os dados do ano completo, apenas foram recolhidos os dados dos primeiros cinco meses do ano.

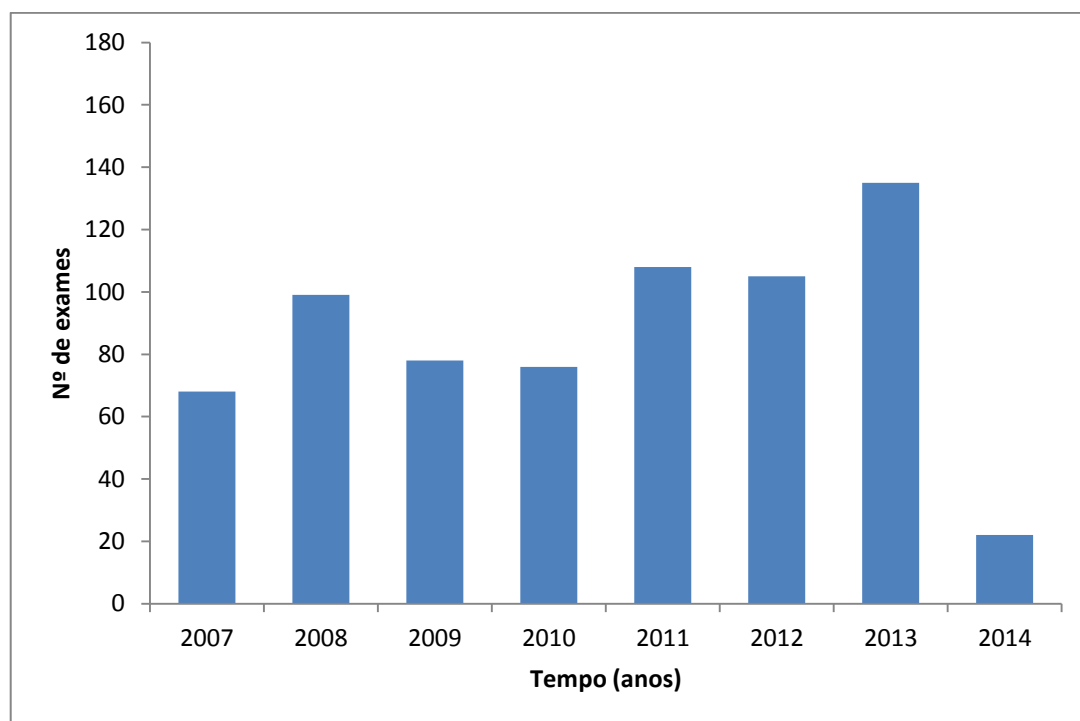


Figura 5 - Evolução do número de resultados positivos dos exames para identificação de cadáveres realizados no IPPGF/PC-RJ, desde 2007 até Maio de 2014.

Uma vez que este estudo tem como objeto o material ósseo dos cadáveres, foram ainda analisados os dados dos exames de identificação de cadáver que tiveram como objeto de investigação o osso. Este conjunto de dados pode ser visualizado na Figura 6 que demonstra um aumento significativo, principalmente no último ano de 2013, no uso deste material para a realização do exame de identificação.

Mais uma vez, o ano de 2014 apenas reflete os primeiros meses por isso aparece como uma diminuição relativamente aos anos anteriores. Contudo, espera-se que estes valores sejam incrementados e que, possivelmente sejam equiparados aos dados de 2013.

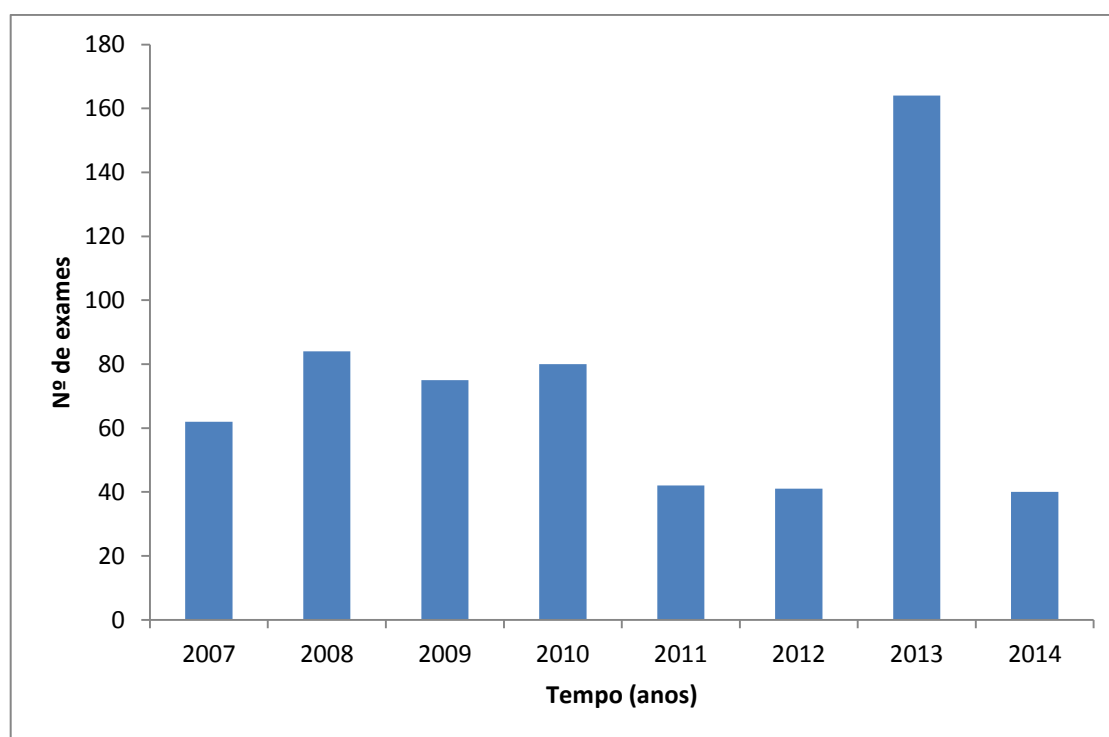


Figura 6 - Evolução da quantidade de exames de identificação de cadáver que tiveram como objeto de investigação material ósseo, realizados no IPPGF/PC-RJ desde 2007 até Maio de 2014.

Interessa ainda saber quais os exames feitos com o material ósseo e que resultaram em conclusões positivas. Sendo assim, pode ser verificado na Figura 7 esse tipo de informação pois encontra-se a evolução dos exames de identificação de cadáver que usaram material ósseo e que obtiveram resultado positivo. Também neste gráfico o ano de 2014 se encontra desfalcado por apenas figurarem os dados de janeiro a maio desse ano.

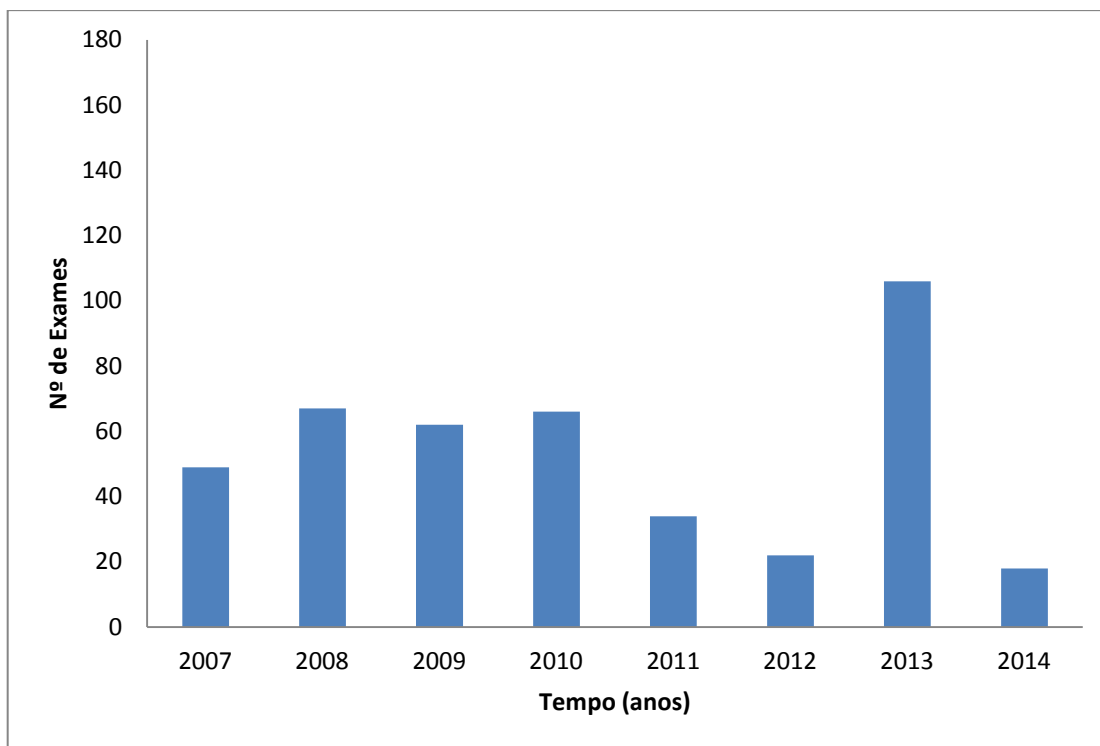


Figura 7 - Evolução da quantidade de exames de identificação de cadáver que tiveram como objeto de investigação material ósseo e que obtiveram resultados positivos, realizados no IPPGF/PC-RJ desde 2007 até Maio de 2014.

4.2. Testes Experimentais Laboratoriais

Tendo em conta o grande número de homicídios que ocorrem atualmente e particularmente no Rio de Janeiro, tal como foi registado pelo ISP e pode ser observado nos quadros que estão disponíveis no ponto 4.1.1. Sendo assim, em muitos casos de mortes violentas a vítima, ou seja, o cadáver, só é localizada em adiantado estado de putrefação e/ou já em fase de ossificação. Portanto, a determinação do IPM torna-se importante para a investigação criminal e para a identificação da vítima que só pode ser feita recorrendo ao exame de DNA.

Assim sendo, neste estudo foram realizadas também análises relativamente à quantificação do DNA presente nas amostras de osso estudadas, paralelamente à quantificação do citrato.

4.2.1. Quantificação do DNA

Do processo de quantificação de DNA, resultaram informações que estão descritas na Figura 8, no qual está representada a variação da quantidade de DNA em % no osso, em condições de temperatura ambiente, ao longo do tempo, com os respectivos desvios-padrão.

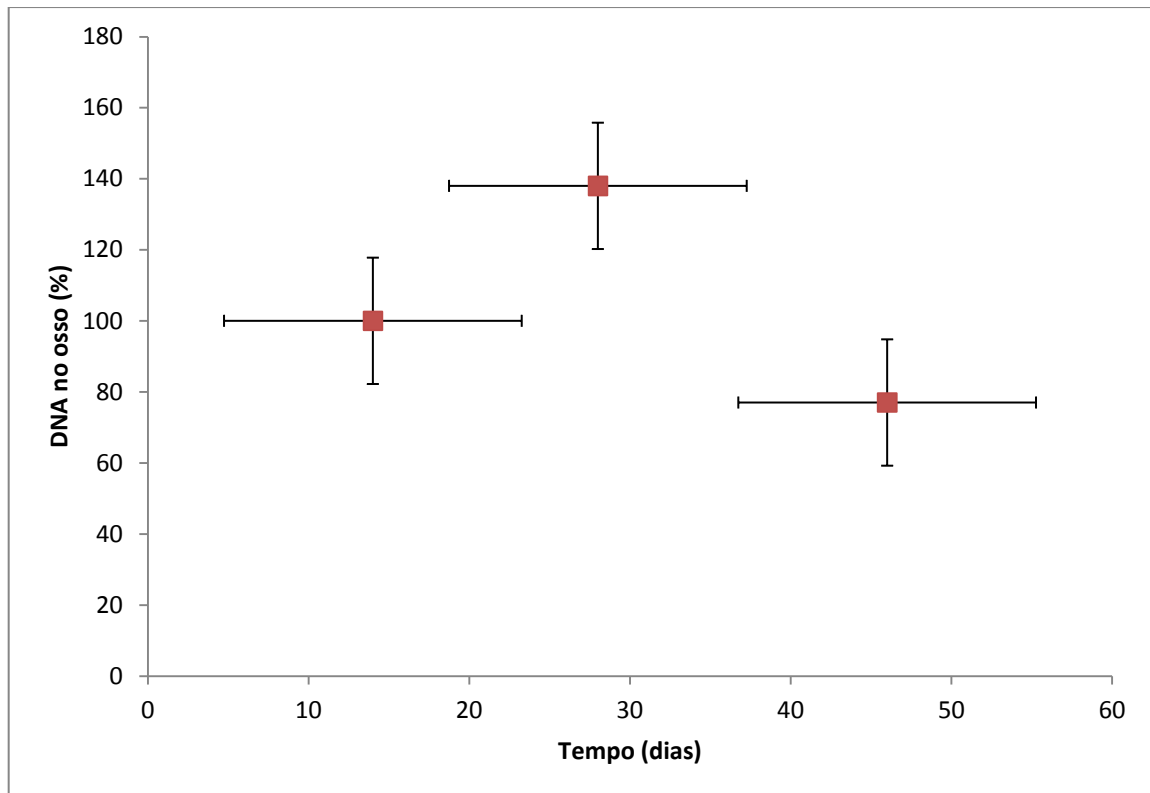


Figura 8 - Variação da quantidade de DNA no osso (%), em condições de temperatura ambiente, ao longo do tempo (dias).

Este gráfico não oferece informações conclusivas da relação existente entre o decréscimo do DNA e o intervalo de tempo estudado (46 dias). O que pode significar que, para este período de tempo e nestas condições de temperatura, não existe uma relação direta entre o IPM e a quantidade de DNA no osso humano. Assim não se pode concluir que, para as condições de temperatura ambiente exista aumento ou diminuição de quantidade de DNA no osso humano, à medida que aumenta o IPM.

Este resultado pouco conclusivo pode estar relacionado com o fato do trabalho laboratorial ter ocorrido em pouco tempo, o que fez com que existisse um conjunto de

dados menor do que seria recomendável. Quanto mais informação disponível, melhor seria a avaliação das informações e levaria a que as conclusões fossem mais fundamentadas.

Também foi avaliada a quantidade de DNA no osso humano com o aumento do IPM em condições de temperatura de cerca de 40°C e com humidade elevada. Isto pretendia simular o clima tropical que se sente na maior parte do território do Rio de Janeiro, onde foi realizado o estudo.

Estas condições estão demonstradas visualmente no gráfico da Figura 9, com os respetivos desvios-padrão.

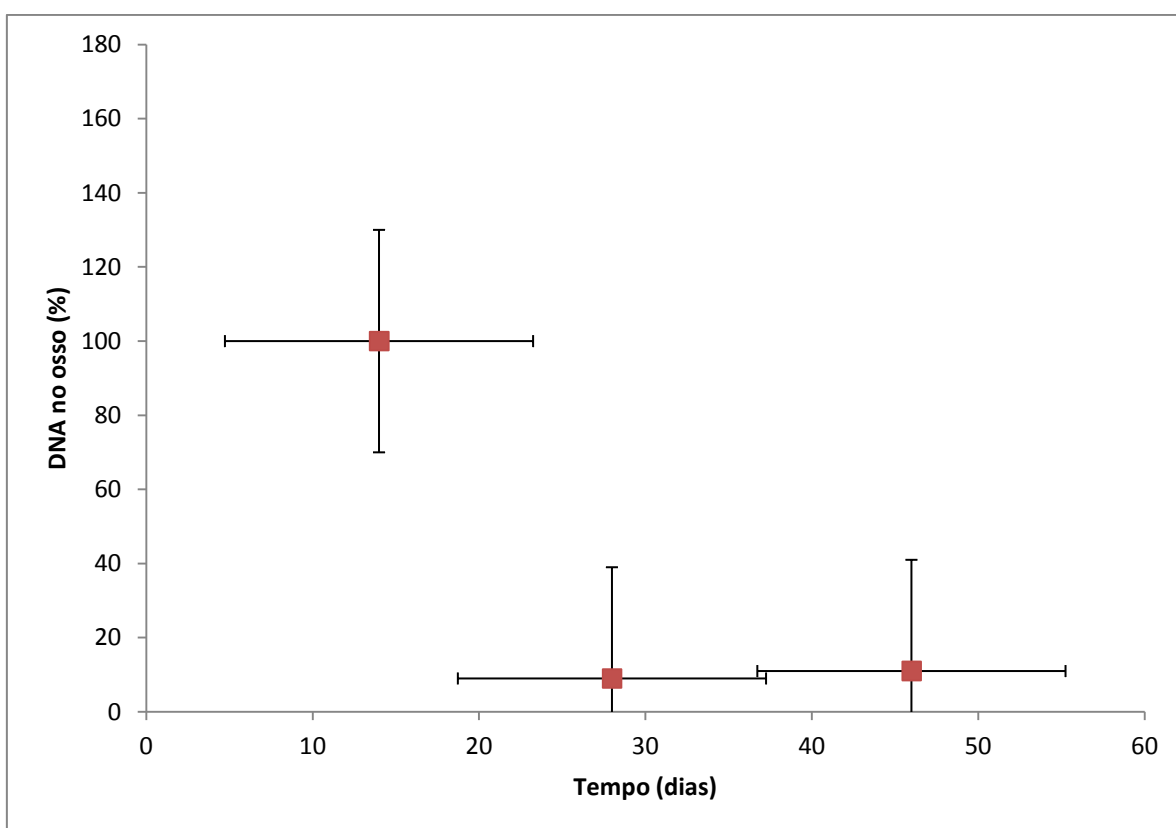


Figura 9 - Variação da quantidade de DNA, em %, no osso em condições de Temperatura de 40°C e Humidade elevadas, ao longo do tempo, em dias.

Através da observação da Figura 9 pode concluir-se que existe uma certa influência da humidade e da temperatura elevadas no decréscimo da quantidade de DNA no osso humano, com o aumento do IPM. Verifica-se uma grande diminuição do DNA da primeira para a segunda extração o que pode informar que estas condições degradam o DNA numa fase inicial do IPM e que depois a degradação não será tão acentuada.

Como no gráfico da Figura 8 não se verificaram alterações com a influência da temperatura ambiente, pode ser que neste caso o que esteja a danificar o DNA seja apenas a humidade. Contudo isso não pode ser afirmado, uma vez que neste estudo foram analisadas as duas condições em conjunto. O que pode informar que as duas condições, em conjunto, fazem decrescer, significativamente, a quantidade de DNA no osso do cadáver humano, ao longo do IPM.

Foi ainda avaliada a relação existente entre a quantidade de DNA no osso humano com o IPM em condições de temperatura elevada, ou seja, com valores de cerca de 40°C. Estas condições estão apresentadas no gráfico da Figura 10, que se segue.

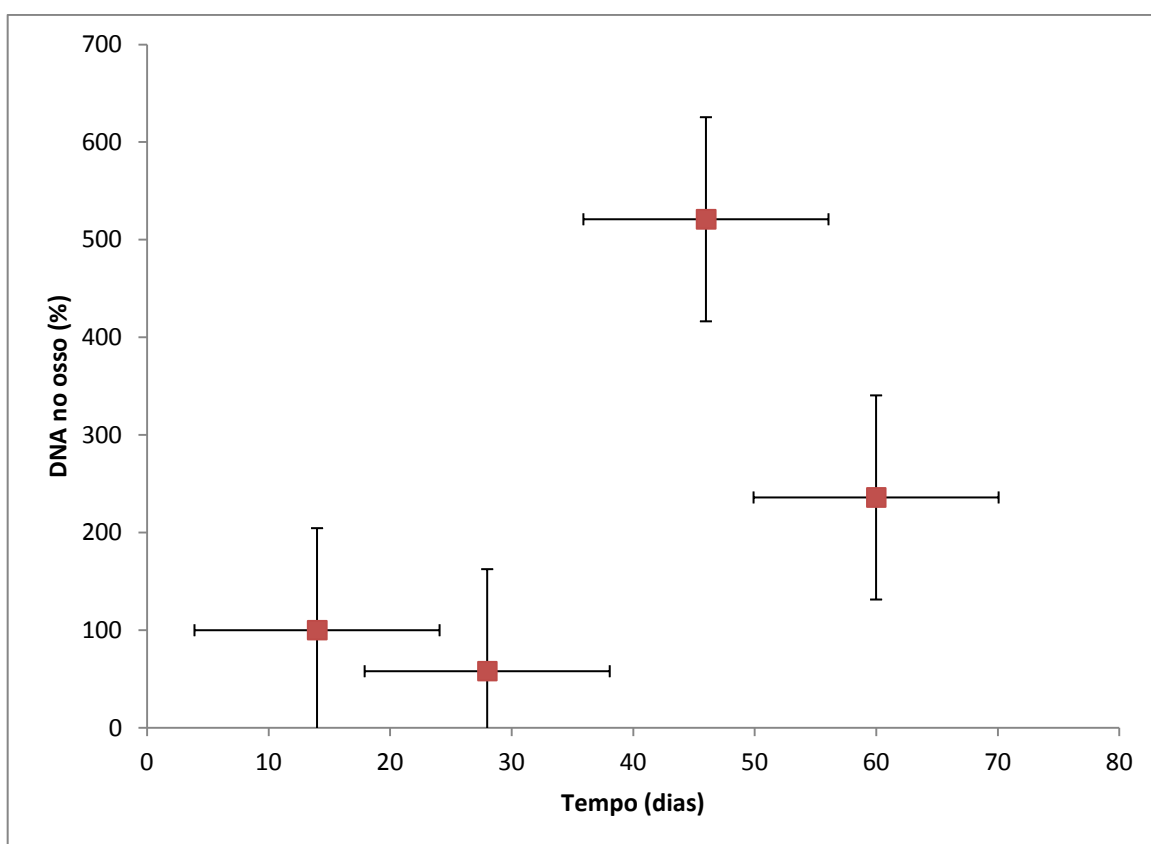


Figura 10 - Variação da quantidade de DNA, em %, no osso em condições de Temperatura elevada (40°C), ao longo do tempo, em dias.

Neste gráfico estão relatados os dados referentes à influência da temperatura elevada (40°C) no aumento do IPM com a quantidade de DNA no osso humano. Mais uma vez não existem conclusões significativas com a influência da temperatura na

quantidade do DNA uma vez que neste caso se verifica que existe uma pequena variação nos valores do DNA e que não transmitem resultados significativos.

Importa ainda referir que, para a condição da temperatura elevada, existem 4 pontos estudados porque foi feita uma outra extração posterior, relativamente às outras duas amostras.

Numa visão geral, parece ser certo que o DNA presente no osso humano, quando exposto a condições de humidade elevada conjuntamente com altas temperaturas (40°C), ao longo do tempo após a morte, seja degradado e diminua a quantidade deste no osso. Por outro lado, parece ser certo também que a temperatura, por si só, não tenha relevância para a alteração de DNA no osso humano, uma vez que não se tenha chegado a conclusões relevantes e a relação existente entre a quantidade de DNA no osso humano e o IPM não se tenha traduzido em algum tipo de relação direta.

4.2.2. Quantificação do Citrato

Paralelamente ao que foi feito com a quantidade de DNA no osso humano, também foi analisada a quantidade de citrato no mesmo osso humano.

No seguinte gráfico da Figura 11 pode observar-se a variação de quantidade de citrato no osso humano ao longo do aumento do IPM, ou seja, à medida que o tempo vai passando. Isto foi realizado em 46 dias o que poderia, à partida, não resultar em dados conclusivos. No entanto, para este caso, cujo osso foi dependente da influência da temperatura ambiente, registou-se uma variação decrescente de citrato o que confirma a teoria apresentada por SCHWARCZ et al de que à medida que o IPM aumenta diminui a quantidade de citrato no osso humano. O que faria com que a medição de citrato fosse um bom método de datação do IPM.

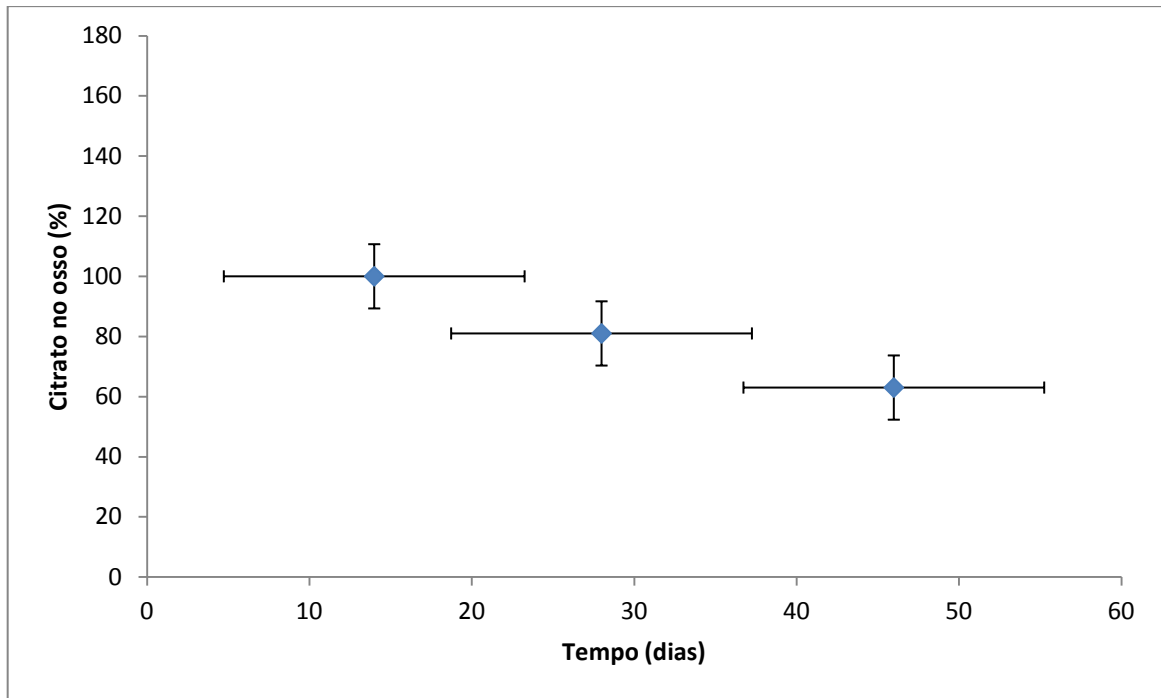


Figura 11 - Variação da quantidade de Citrato, em %, no osso em condições de Temperatura Ambiente, ao longo do tempo, em dias.

Para além dessas condições foram ainda testadas as condições de temperatura e humidade elevadas e a sua influência na quantidade de citrato no osso humano, ao longo do aumento do IPM. Estes resultados podem ser observados na seguinte Figura 12. Nesta está retratada uma variação decrescente de citrato no osso, mas não é linear. O que indica que poderá existir um decréscimo de citrato no osso humano, em condições de temperatura e humidade elevadas, mas este não se apresenta de forma significativa no intervalo de tempo estudado, que foi de apenas 46 dias. Porém, fazendo uma análise dos pontos 1 e 3, é possível verificar que existe um claro decréscimo da percentagem de citrato no osso, o que pode indicar que o intervalo de colheita e análise deve ser maior para que as conclusões sejam mais visíveis e assertivas.

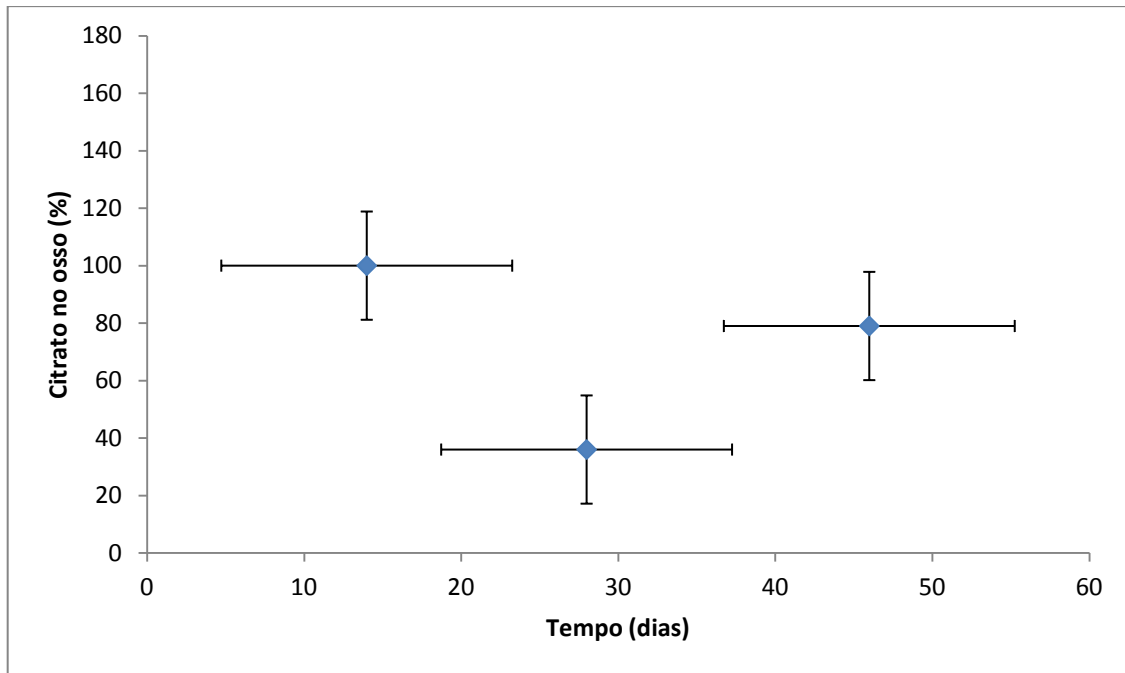


Figura 12 - Variação da quantidade de Citrato, em %, no osso em condições de Temperatura (40°C) e Humidade elevadas, ao longo do tempo, em dias.

Foi ainda estudada a influência de apenas a temperatura elevada, de cerca de 40°C, na quantidade de citrato no osso humano, com o aumento do IPM. Estes dados estão representados no seguinte gráfico na Figura 13. Este gráfico traduz uma alternância de resultados que podem significar que a influência da temperatura não seja relevante para a diminuição ou aumento do citrato no osso humano. Estes resultados já eram, de certa forma, esperados tendo em conta o estudo que serviu de base para este trabalho feito por SCHWARCZ et al. Nesse estudo, também foi concluído que a temperatura não tem efeito negativo para a diminuição de citrato no osso humano com o aumento do IPM.

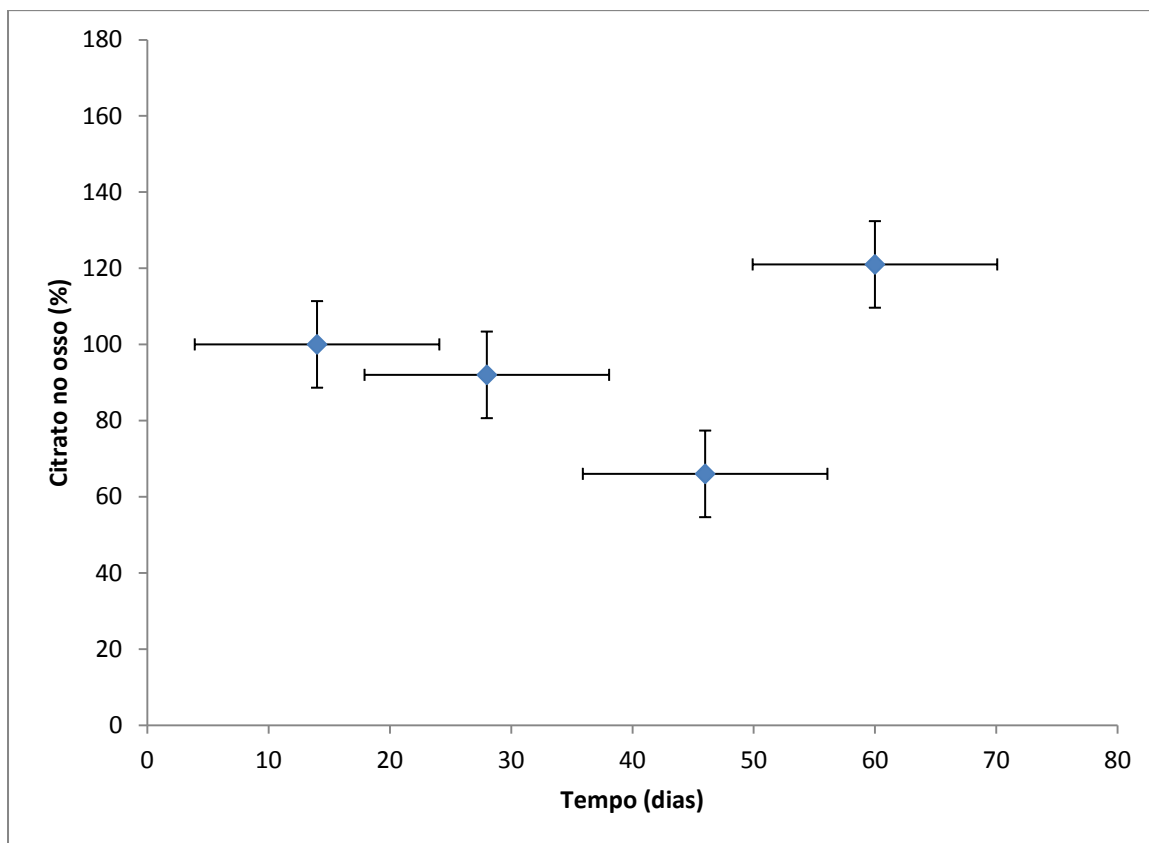


Figura 13 - Variação da quantidade de Citrato, em %, no osso em condições de Temperatura elevada (40°C), ao longo do tempo, em dias.

Numa visão geral, existe também uma relação direta entre a quantidade de citrato no osso humano quando este se encontra exposto a uma temperatura ambiente. No entanto, quando se encontra exposto a uma temperatura de 40°C não existe relação linear. Quando a humidade elevada também está a atuar sobre o osso humano à medida que aumenta o IPM, esta faz com que, aparentemente, exista um decréscimo dos níveis de citrato no osso humano. No entanto, essa diminuição não ocorreu de forma linear o que pode ter a ver com o período de IPM que, neste caso, foi baixo, de apenas 46 dias.

4.2.3. Comparação entre a quantificação do DNA e a quantificação do citrato

Após a análise individual dos resultados da quantificação do Citrato e do DNA nas amostra estudadas de osso humano, foram realizados gráficos comparativos de ambos os estudos. Essa comparação está demonstrada nas seguintes Figuras (14, 15 e 16).

Na Figura 14 pode observar-se a tendência da variação do Citrato e do DNA no osso humano em estudo, ao longo do tempo da experiência, em condições de temperatura ambiente. Pode afirmar-se que existe uma coerência e concordância entre os dois estudos, pois ambos apresentam uma tendência decrescente na relação temporal com a respetiva quantidade em percentagem.

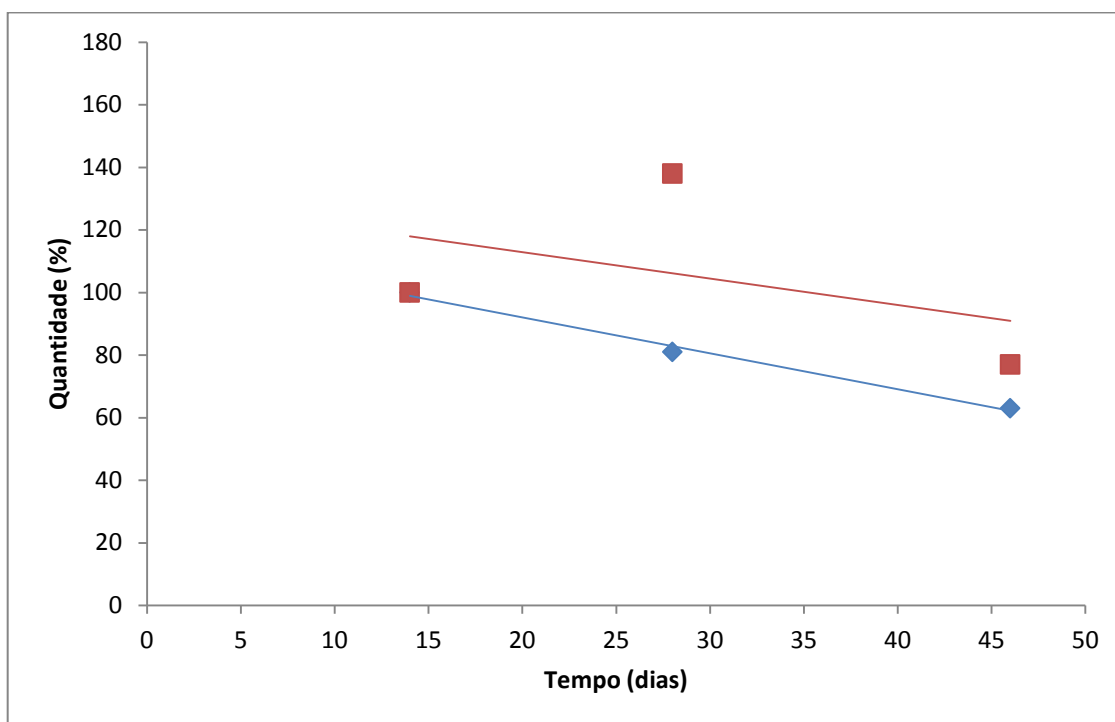


Figura 14 - Comparação entre os testes de DNA e de Citrato, em %, nas condições de Temperatura Ambiente, ao longo do tempo (dias). Os símbolos vermelhos (quadrados) representam os valores, em %, do DNA no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear. Os símbolos azuis (losangos) representam os valores, em %, do Citrato no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear.

No caso da Figura 15, que se segue, estão representados os dois estudos comparando no caso em que se encontram dependentes das condições de temperatura a 40°C e humidade elevadas, ao longo do tempo. Aqui é visível também um certo paralelismo entre os dois estudos, uma vez que ambos demonstram uma tendência decrescente da quantidade tanto de DNA como de citrato no osso, à medida que o IPM aumenta.

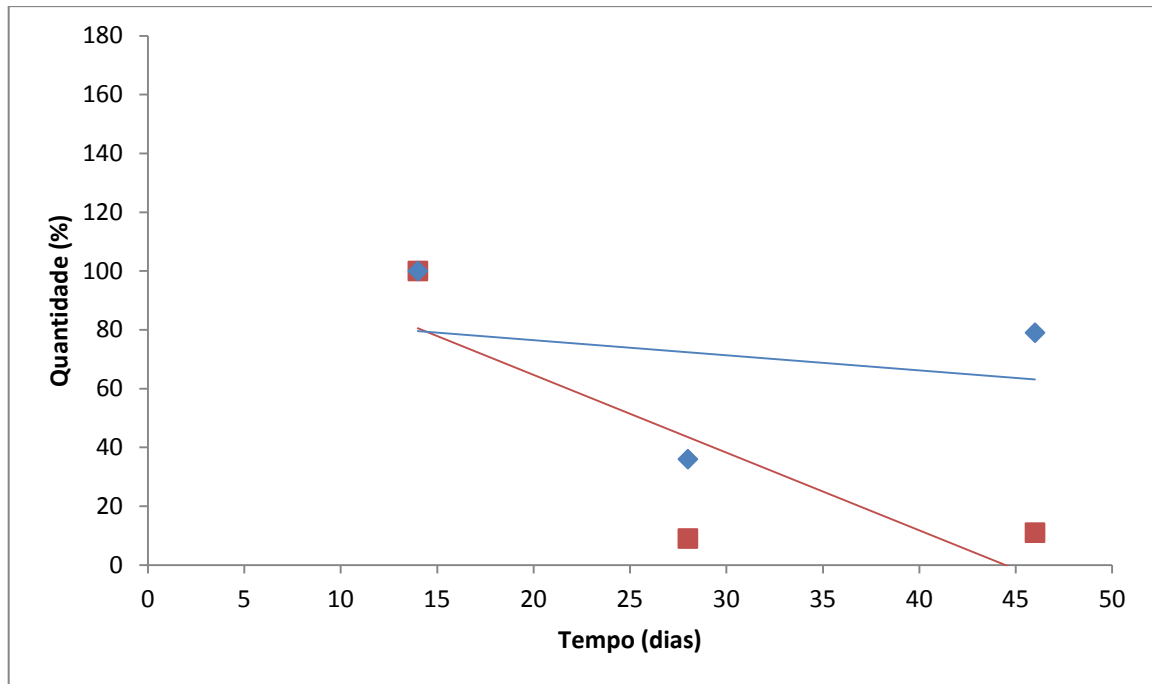


Figura 15 - Comparação entre os testes de DNA e de Citrato, em %, nas condições de Temperatura de 40°C e Humidade elevada, ao longo do tempo, em dias. Os símbolos vermelhos (quadrados) representam os valores, em %, do DNA no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear. Os símbolos azuis (losangos) representam os valores, em %, do Citrato no osso e a reta da mesma cor é a respetiva reta de tendência linear.

Por fim, na Figura 16, está representada a comparação dos estudos da quantificação de citrato e de DNA nas amostras de osso humano estudadas à medida que o IPM aumenta, em condições de temperatura a 40°C.

À imagem do que ocorreu nas outras duas comparações de estudos, também neste caso é visível uma concordância entre a quantificação de citrato e DNA. No entanto, desta vez, ambos os estudos apresentam uma tendência crescente ao longo do tempo.

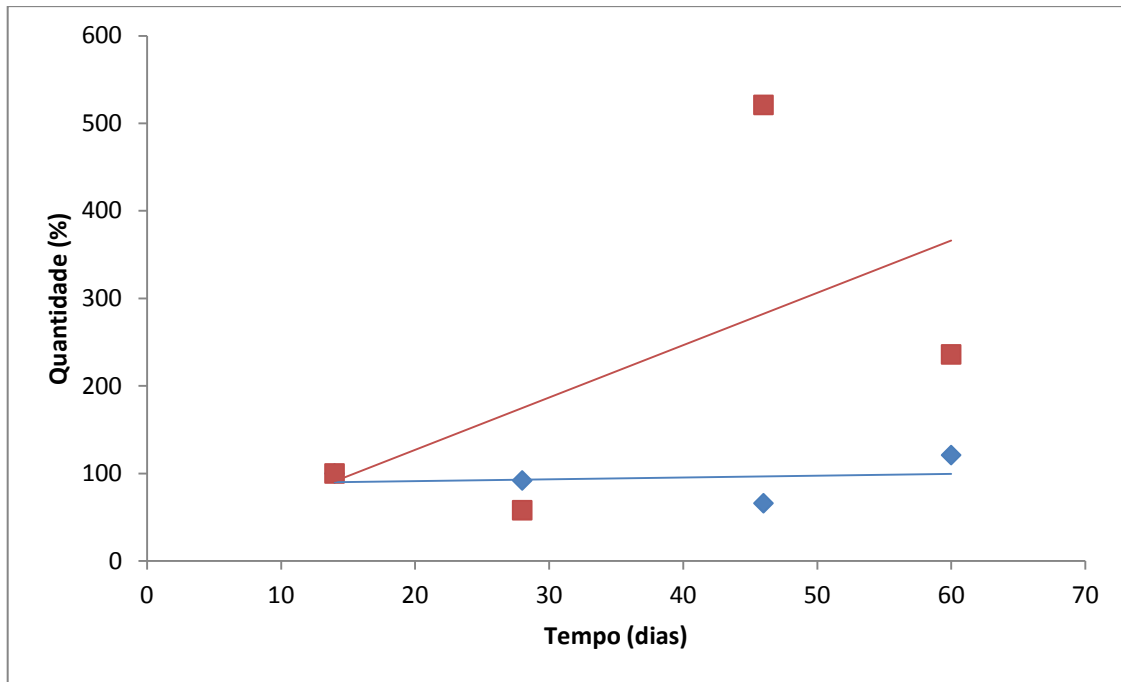


Figura 16 - Comparação entre os testes de DNA e de Citrato, em %, nas condições de Temperatura de 40°C, ao longo do tempo, em dias. Os símbolos vermelhos (quadrados) representam os valores, em %, do DNA no osso e a reta da mesma cor é a respectiva reta de tendência linear. Os símbolos azuis (losangos) representam os valores, em %, do Citrato no osso e a reta da mesma cor é a respectiva reta de tendência linear.

Numa análise geral destes três gráficos das figuras 14, 15 e 16, parece poder afirmar-se a existência de uma certa influência da temperatura e humidade elevadas, no decréscimo da quantidade de citrato e de DNA no osso do cadáver humano. Durante este período de testes, foi possível verificar esta tendência, o que pode ser o início de um caminho positivo para um posterior estudo, mais longo, de um contínuo decréscimo desses valores.

5. CONCLUSÃO

A realização deste trabalho deu origem a uma série de conclusões que se basearam nos resultados obtidos ao longo dos estudos desenvolvidos. O principal objetivo desta dissertação era responder a um conjunto de questões que foram respondidas ao longo deste texto. A procura de uma resposta para a datação do IPM foi procurada afincadamente pela adequação do método da quantificação do citrato e, paralelamente da quantificação do DNA, no osso do cadáver humano.

O elevado número de crimes que têm vindo a evoluir em todo o mundo, mas especificamente no Rio de Janeiro, faz com que seja cada vez mais fundamental o desenvolvimento e o estudo deste tipo de métodos. Para que seja possível e facilitado a conclusão das investigações criminais. Dessa forma também será possível responder positivamente às questões levantadas nessas mesmas investigações.

A utilização do exame de DNA no osso, tornou-se fundamental devido ao aumento da realização deste tipo de exames. Primeiramente, o teste de DNA tem ganhado mais importância no âmbito penal e criminal e tem sido usado como prova em quase todos os crimes que envolvem cadáveres. Também tem sido progressivamente mais frequente existir amostras de material ósseo, encontradas nos locais de crime e que seguem para análises biológicas. Existindo uma relação temporal entre o DNA e o IPM é possível responder a uma das questões da investigação criminal e decifrar a data da morte do indivíduo. A determinação de uma relação citrato/DNA/IPM é também importante para a redução de tempo e custos da investigação, quando o material não se prestar ao exame de DNA (por carência deste material).

Pode concluir-se ainda que as altas temperaturas e humidade parecem influenciar o decréscimo de citrato e DNA, neste intervalo de tempo estudado, podendo guardar certa relação, que precisa de ser melhor estudada, com o IPM em condições climáticas típicas dos Trópicos.

Com este trabalho, foi possível estabelecer uma metodologia de análise que simule condições ambientais dos trópicos, com o aumento da temperatura e da humidade, conseguido em ambiente laboratorial. Bem como as metodologias de quantificação de citrato, que tendo sido realizadas pela primeira vez, tiveram de ser adaptadas à realidade e às técnicas e equipamentos disponíveis.

Contudo, não foi possível relacionar, no intervalo de tempo estudado e nas condições climáticas utilizadas, o IPM com o decréscimo dos valores da quantidade de citrato e DNA no osso do cadáver humano. Esta limitação pode dever-se ao facto de os trabalhos laboratoriais terem sido desenvolvidos num curto prazo.

Assim, torna-se necessário continuar os ensaios em períodos de tempo mais alargados. Pode ainda ser positivo adicionar ou excluir variáveis climáticas, de forma a globalizar mais este método.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHER, M. S. *Rainfall and temperature effects on the decomposition rate of exposed neonatal remains*. **Science and Justice**, v. 44, n. 1, p. (35-41), 2004.
- CAÑADAS, V., CARRO, L. e PEÑARANDA, J. *Problemas tanatológicos médico-legal*. In: Calabuig Gisbert JA. *Medicina Legal y Toxicología*, 5ª ed., Barcelona, **Masson**, p. (194-218), 2003.
- CÓDIGO PENAL. 4ª ed., **Porto Editora, Coleção Legislação**, 2014.
- DAVY, J. *Observations on the temperature of the human body after death*. Londres, **Smith, Elder and Company**, 1839.
- DURKHEIM, E. *O Suicídio: Estudo Sociológico*, **Editorial Presença, Coleção Universidade Hoje**, 2001.
- ESTRACANHOLLI, E.S., KURACHI, C., VICENTE, J.R., DE MENEZES, P.F.C., SILVA, O.C.E. e BAGNATO, V.S. *Determination of post-mortem interval using in situ tissue optical fluorescence*. **Optics Express**, v. 17, n. 10, p. (8185-8192), 2009.
- GARRIDO, R.G. e RODRIGUES, E.L. *Ciência Forense: da cena do crime ao laboratório de DNA*. **FAPERJ**, 2014 no prelo.
- GREENBERG, B. e KUNICH, J. C. *Entomology and the law: flies as forensic indicators*. Cambridge, **University Press**, 2002.
- HALL, R.D. *Entomology and the law: Flies as forensic indicators*. **Journal of Medical Entomology**, v. 42, n. 5, p. 922, 2005.
- HENSSGE, C., KNIGHT, B., KROMPECHER, T., MADEA, B. e NOKES, L. *The estimation of the time since death in the early postmortem period*. 2ª ed, Londres, **Arnold Publishing**, p. (215-225), 2002.
- INTRONA, F., DI VELLA, G. e CAMPOBASSO, C.P. *Determination of postmortem interval from old skeletal remains by image analysis of luminol test results*. **Journal of Forensic Sciences**, v. 44, n. 3, p. (535-538), 1999.
- JAFFE, A. *Guide to Pathological Evidence : For Lawyers and Police Officers*, 2ª ed., Toronto, **Carswell Criminal Law Series, Carswell Ltd.**, 1983.
- JOHNSON, Laura A. e FERRIS, James A.J. *Analysis of postmortem DNA degradation by single-cell gel electrophoresis*. Irlanda, **Forensic Science International**, v. 126, n. 1, p. (43-47), 2002.
- KNIGHT, B. *Forensic Pathology*. 2ª ed. New York, **Oxford University Press**, 1996.
- LUCIO, J.V.P. *Cambios postmortem y data de la muerte en ambientes tropicales*. **Medicina Legal de Costa Rica – Edición Virtual**, v. 30, n. 2, 2013.

- MCLAUGHLIN, G. e LEDNEV, I.K. *Potential application of Raman spectroscopy for determining burial duration of skeletal remains*. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 401, n. 8, p. (2511-2518), 2011.
- POUNDER, D.J. *Postmortem Interval*. EUA, **Encyclopedia of Forensic Sciences**, Elsevier, 2000.
- ROSS, J.L.S. *Geografia do Brasil*. 4ª ed., São Paulo, **Edusp – Editora da Universidade de São Paulo**, 2003.
- RUTTY, G.N. *The use of temperatures recorded from the external auditory canal in the estimation of the time since death*. Sheffield, **University of Sheffield**, 2001.
- SABUCEDO, A.J. e FURTON, K.G. *Estimation of postmortem interval using the protein marker cardiac troponin I*. **Forensic Science International**, v. 134, n. 1, p. (11-16), 2003.
- SANTOS, M.C.C.L. *Conceito Médico-Forense de Morte*. São Paulo, **Revista da Faculdade de Direito (USP)**, v. 92, 1997.
- SCHWARCZ, H., AGUR, K. e JANTZ, L.M. *A new method for Determination of Postmortem interval: Citrate Content of Bone*. **Journal of Forensic Science**, 2010.
- SEELEY, R.; et al. *Anatomia e Fisiologia*. 6ª ed, **Lusociência**, 2003.
- SWIFT, B. *Essentials of Autopsy Practice The Timing of Death*. **Essentials of Autopsy Practice**, 2006.
- SWIFT, B., LAUDER, I., BLACK, S. e NORRIS, J. *An estimation of the post-mortem interval in human skeletal remains: a radionuclide and trace element approach*. **Forensic Science International**, v. 117, n. 1-2, p. (73-87), 2001.
- UNODC. *Global study on homicide 2013: Trends, contexts, data*. Vienna, **United Nations Publications**, v. 14.IV.1, 2013.
- VASS, A.A. *The elusive universal post-mortem interval formula*. **Forensic Science International**, v. 204, n. 1-3, p. (34-40), 2011.
- WOELFERT, A.J.T. *Introdução à Medicina Legal*. 1ª ed, **ULBRA**, Canoas, 2003.
- YOUNG, S.T., WELLS, J.D., HOBBS, G.R. e BISHOP, C.P. *Estimating postmortem interval using RNA degradation and morphological changes in tooth pulp*. Irlanda, **Forensic Science International**, v. 229, n. 2013, p. (163.e1-163.e6), 2013.

APÊNDICE I

CRONOTANATOGNOSE: A INFLUÊNCIA DO CLIMA TROPICAL NA DETERMINAÇÃO DO INTERVALO POST-MORTEM

CHRONOTHANATOGNOSIS: THE INFLUENCE OF THE TROPICAL CLIMATE IN DETERMINING THE POST-MORTEM INTERVAL*

RODRIGO GRAZINOLI GARRIDO**
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PETRÓPOLIS, BRASIL

MARIA JOÃO TEIXEIRA NAIA***
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS DE ABEL SALAZAR DA UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL

Resumo: A determinação do intervalo post-mortem (IPM) é essencial para a investigação policial, pois auxilia na diagnose diferencial e na reconstrução da cena e da dinâmica do crime. Além disso, o IPM é importante para questões sucessórias. Métodos clássicos e modernos são propostos para determinar a data do decesso, mas a maioria carece de objetividade. De forma geral, os métodos são dependentes tanto de características da morte, quanto das condições ambientais, sobretudo do clima no local de encontro do cadáver. Dessa forma, por meio de pesquisa exploratória e descritiva, a partir de documentação indireta de fontes secundárias buscou-se realizar uma revisão sobre alguns métodos cronotanatognóticos. As limitações desses métodos, sobretudo quando aplicados em regiões de clima tropical foram apresentadas. Certo é que a elevada temperatura e umidade são fatores que influenciam os processos de decomposição cadavéricos e, assim, dificultam a determinação correta e consensual do IPM. Assim, há muito que se desenvolver no campo de estudo do IPM, buscando-se metodologias mais eficazes e precisas, sobretudo aplicáveis às regiões tropicais.

Palavras-chave: Tanatologia; IPM; morte violenta.

* Artigo recebido em 08/06/2014 e aprovado para publicação pelo Conselho Editorial em 30/06/2014.

** Pós-Doutorado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. Doutor pela Universidade Rural do Rio de Janeiro, Brasil. Diretor do Instituto de Pesquisa e Perícias em Genética Forense do Rio de Janeiro. Professor da Universidade Católica de Petrópolis, Brasil. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4027138006793482>. E-mail: grazinoli.garrido@gmail.com.

*** Mestranda no Programa de Medicina Legal do Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar da Universidade do Porto, Portugal. Intercambista no Mestrado em Direito da Universidade Católica de Petrópolis, Brasil. E-mail: maria.naia19@gmail.com.

Abstract: Post-mortem interval (PMI) determination is essential to improve police investigation. It aids differential diagnosis and the reconstruction of the scene, as well as the dynamics of crime. Furthermore, PMI is important for inheritance-related questions. Classical and modern methods are proposed to determine the date of death, but most of them lack objectivity. In general, the methods are dependent on both the characteristics of death. Moreover, the environmental conditions, especially climate at the crime scene, determines which methods fit better. In this way, through exploratory and descriptive research from indirect documentation of secondary sources we attempted to review chronothanatology method. It was presented limitations of these methods, especially when applied to tropical regions. It is certain that the high temperature and humidity are factors that influence the processes of cadaveric decomposition and, thus, hinder the correct and consensual determination of PMI. Thus, there is much to develop in the field of study of PMI, seeking for more effective and accurate methodologies, particularly applicable to tropical regions.

Keywords: Thanatology; PMI; violent death.

1. Introdução

A morte é um acontecimento inevitável, embora ocorra de forma imprevisível. Na maioria dos casos, quando os cadáveres são descobertos não se sabe o momento do evento fatal, o que impossibilita o início de uma boa investigação. Essa datação é muitas vezes variável e dependente de diversos fatores, tais como o modo e o local da morte e as condições ambientais onde o corpo foi encontrado. Assim, um dos principais problemas que ainda existe na perícia criminal e médico-legal é a determinação do intervalo post-mortem, principalmente nos casos onde haja suspeita de homicídio (JAFFE, 1983).

Uma vez que a maioria das vítimas de homicídios é encontrada nas primeiras 48h, torna-se extremamente importante datar o intervalo post-mortem (IPM) de uma maneira rápida e com especificidade e sensibilidade capaz de distinguir períodos neste lapso de tempo (JOHNSON e FERRIS, 2002). Contudo, apesar dos inúmeros avanços científicos e tecnológicos, a capacidade para estimar a data da morte mantém-se limitada na prática forense. Os métodos existentes apresentam uma margem de erro de 8h o que dificulta tal determinação para cadáveres recentes (JOHNSON e FERRIS, 2002).

Para auxiliar a datação, os profissionais recorrem ao cruzamento de informações obtidas de diversas fontes, nomeadamente de evidências do próprio cadáver, do meio que envolve o corpo e a partir da história clínica e dos acontecimentos e atividades que o indivíduo

desenvolvia antes de morrer (JAFFE, 1983). Na verdade, a literatura é constantemente expandida por novos métodos que buscam determinar alterações ocorridas durante o IPM, contribuindo para determinar com maior exatidão o intervalo temporal a partir da morte.

Dessa forma, por meio de pesquisa exploratória e descritiva, desenvolvida a partir de documentação indireta de fontes secundárias como livros, artigos e site, buscou-se mostrar os métodos usuais e aqueles atualmente propostos para a determinação do IPM. Além disso, propõem-se reunir o que se conhece sobre as possíveis interferências na determinação do IPM das condições ambientais, em especial das altas temperatura e umidade comuns das regiões tropicais.

2. Cronotanatognose

O termo cronotanatognose é constituído pelas palavras gregas *kromos* que significa tempo, *thanatos* nome do Deus grego relacionado com a morte e *gnosis*, conhecimento. Assim, pode-se afirmar que cronotanatognose é o conhecimento ou a determinação do tempo decorrido entre a morte e encontro do cadáver, também anteriormente referido como IPM.

Esta datação nem sempre é fácil de ser realizada, pois está demasiadamente dependente de diversos fatores. Superficialmente ela está relacionada à análise dos fenômenos cadavéricos naturais do corpo, mas como também estes são pouco objetivos e variam consoante à influência de fatores internos e externos, o resultado dessa análise, ou seja, a data provável do acontecimento é muitas vezes um valor aproximado ou até um intervalo de tempo (WOELFERT, 2003).

Os fenômenos cadavéricos dependem da atuação de fatores que podem funcionar como impulsionadores ou inibidores da decomposição, o que irá resultar num adiamento ou atraso do intervalo post-mortem. É ainda de notar que quanto maior o tempo que se demora a encontrar um corpo, ou seja, quanto maior o IPM, mais difícil se torna determinar o seu valor e, conseqüentemente, este será menos sensível, podendo existir uma diferença de horas, dias ou até semanas.

Em casos de morte violenta, a datação do IPM tem importância na reconstrução do modo e das circunstâncias da morte, na ligação do suspeito à(s) cena(s) do crime ou à vítima e no estabelecimento da veracidade das informações fornecidas por testemunhas. O IPM também tem aplicações na área cível, em casos de morte natural, acidental ou suicídio, por ter implicações em questões sucessórias (GREENBERG e KUNICH, 2002).

desenvolvia antes de morrer (JAFFE, 1983). Na verdade, a literatura é constantemente expandida por novos métodos que buscam determinar alterações ocorridas durante o IPM, contribuindo para determinar com maior exatidão o intervalo temporal a partir da morte.

Dessa forma, por meio de pesquisa exploratória e descritiva, desenvolvida a partir de documentação indireta de fontes secundárias como livros, artigos e site, buscou-se mostrar os métodos usuais e aqueles atualmente propostos para a determinação do IPM. Além disso, propõem-se reunir o que se conhece sobre as possíveis interferências na determinação do IPM das condições ambientais, em especial das altas temperatura e umidade comuns das regiões tropicais.

2. Cronotanatognose

O termo cronotanatognose é constituído pelas palavras gregas *chronos* que significa tempo, *thanatos* nome do Deus grego relacionado com a morte e *gnosis*, conhecimento. Assim, pode-se afirmar que cronotanatognose é o conhecimento ou a determinação do tempo decorrido entre a morte e encontro do cadáver, também anteriormente referido como IPM.

Esta datação nem sempre é fácil de ser realizada, pois está demasiadamente dependente de diversos fatores. Superficialmente ela está relacionada à análise dos fenômenos cadavéricos naturais do corpo, mas como também estes são pouco objetivos e variam consoante à influência de fatores internos e externos, o resultado dessa análise, ou seja, a data provável do acontecimento é muitas vezes um valor aproximado ou até um intervalo de tempo (WOELFERT, 2003).

Os fenômenos cadavéricos dependem da atuação de fatores que podem funcionar como impulsionadores ou inibidores da decomposição, o que irá resultar num adiamento ou atraso do intervalo post-mortem. É ainda de notar que quanto maior o tempo que se demora a encontrar um corpo, ou seja, quanto maior o IPM, mais difícil se torna determinar o seu valor e, conseqüentemente, este será menos sensível, podendo existir uma diferença de horas, dias ou até semanas.

Em casos de morte violenta, a datação do IPM tem importância na reconstrução do modo e das circunstâncias da morte, na ligação do suspeito à(s) cena(s) do crime ou à vítima e no estabelecimento da veracidade das informações fornecidas por testemunhas. O IPM também tem aplicações na área cível, em casos de morte natural, acidental ou suicídio, por ter implicações em questões sucessórias (GREENBERG e KUNICH, 2002).

Apesar da importância na determinação do IPM, existem poucos estudos que descrevam os efeitos climáticos na decomposição de restos mortais. Em estudo efetuado neste sentido, investigaram-se os efeitos sazonais, temperatura e pluviosidade com o índice de perda de massa de carcaças de porcos e com a duração das fases dos processos de decomposição cadavérica. Verificou-se interação significativa entre a estação do ano e o tempo que faltava para completar a putrefação: seria maior no inverno, seguido do outono, primavera e verão. A chuva e as altas temperaturas, como ocorrem nas regiões tropicais do globo, incrementam tanto os índices de perda de massa, como os índices de progressão das fases de decomposição (ARCHER, 2004).

2.1. Clima Tropical

A linha do equador e o trópico de Capricórnio atravessam o Brasil, tornando o clima com tonalidades tropicais bem marcantes. Nessa faixa climática, a umidade é elevada devido à circulação de ventos de leste (ROSS, 2003), tal como se encontra representado na figura 1, demonstrando o exemplo da cidade do Rio de Janeiro.

O clima tropical no país caracteriza-se pela existência de temperaturas médias superiores a 18°C e diferenças sazonais marcadas pelo regime de pluviosidade, períodos que também regulam os regimes fluviais. Tal como nas regiões de baixas latitudes, nas quais está inserido o Brasil, ocorre um fenômeno de isoterminia, isto é, a amplitude térmica anual não varia além de 6°C, o que pode ser observado na figura 2, para o Rio de Janeiro. A elevada taxa de umidade, no território brasileiro, é também influenciada pela cobertura vegetal fechada e abundante no país (ROSS, 2003).

Apesar das características da tropicalidade se manifestarem em quase todo o país, encontram-se algumas diferenças entre regiões. No entanto, de forma geral, o clima permanece sempre com características tropicais (ROSS, 2003).

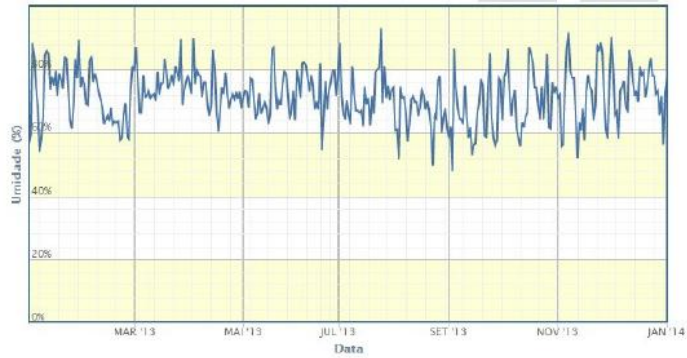


Figura 1 – Variação da umidade (%) ao longo do ano de 2013 na cidade do Rio de Janeiro.
(Fonte: INMET)

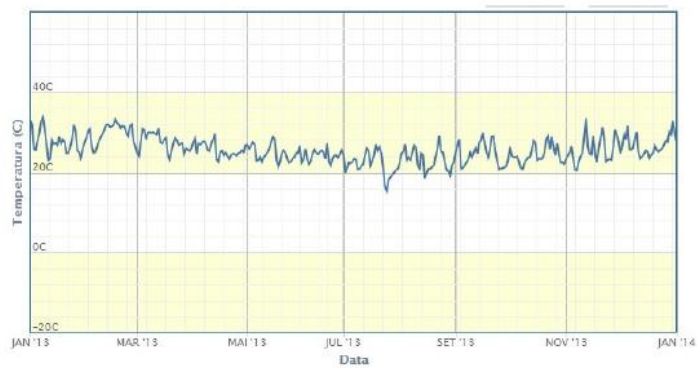


Figura 2 – Variação da temperatura (°C) ao longo do ano 2013 na cidade do Rio de Janeiro.
(Fonte: INMET)

Cada método usado atualmente para determinar o IPM é dependente das variações de temperatura e de umidade existentes no local onde o corpo foi encontrado. As elevadas temperaturas e o grande percentual de umidade característicos dos trópicos contribuem significativamente para o desenvolvimento dos fenômenos putrefativos e para a deterioração do aspeto morfológico do cadáver, o que faz com que seja fundamental manter cautela e um maior rigor na hora de determinar o IPM. Para além disso, estes fatores climáticos influenciam ainda o aparecimento de alterações macroscópicas que resultam da ação de fatores externos e internos, tais como danos peri ou post-mortem (LUCIO, 2013).

Alguns autores afirmam que a temperatura ideal para que ocorra a decomposição do cadáver varia entre os 21 e os 38°C, o que se enquadra nos valores médios de temperatura verificados no Brasil (Figura 2). Tal temperatura média aliada a elevados níveis de umidade incrementa mais ainda a decomposição (POUNDER, 2000).

Assim, ainda não se pode afirmar que exista um método que atenda a todos os casos, ou seja, um “método perfeito”. Quando se pretende datar o evento da morte, tem de se ter em conta diversas variáveis que estão implícitas ao cadáver, mas também aquelas que estão no meio envolvente e que podem ser significativas, dando origem a resultados, por vezes, discrepantes.

3. Métodos Cronotanagnóticos

3.1. Métodos Cronotanagnóticos Clássicos

Os métodos de datação do IPM que se baseiam em avaliações subjetivas do cadáver demandam a análise e o conhecimento prévio das alterações e fenômenos que ocorrem em cada estágio após a morte. Assim, os resultados podem não ser consensuais e podem até ser adulterados involuntariamente. Isto é, dependem da experiência do profissional, das técnicas que ele usa e, ainda, de fatores externos que não são controlados, como a temperatura, a umidade e a ação de animais ou fatores inerentes ao próprio cadáver.

Estes métodos avaliam os fenômenos que se começam a verificar logo após a cessação da atividade metabólica do indivíduo, são os denominados fenômenos post-mortem. Classicamente, os fenômenos post-mortem podem ser categorizados como abióticos ou transformativos.

3.1.1. Fenômenos cadavéricos abióticos

Os fenômenos cadavéricos abióticos são aqueles que se tornam evidentes logo após a morte do indivíduo, ainda antes da proliferação bacteriana, e têm curta duração. São exemplos: arrefecimento corporal, aparecimento de livores de hipóstase, dessecação tegumentar e rigidez cadavérica. Estes ocorrem em todos os casos de morte e praticamente não dependem do modo como ocorreu o evento fatal (CAÑADAS et al, 2003).

O arrefecimento corporal, *algor mortis*, tem início logo que as funções vitais do corpo são cessadas, tais como os processos metabólicos e a circulação sanguínea, que mantêm a

temperatura corporal constante em torno de 36°C. Pelas leis da física, o corpo apresenta a tendência de atingir o equilíbrio térmico com o meio ambiente. Assim, prevê-se que o corpo humano perca em torno de 1°C por hora após a morte (SWIFT, 2006).

Portanto, o controle da medição da temperatura do cadáver é um método válido para determinar o intervalo post-mortem. Geralmente, a temperatura é obtida de regiões que não estão em contato direto com o meio ambiente, como por exemplo, das axilas e da região retal. Porém, esse método, apesar de fácil e rápido, apenas se mostra confiável para as primeiras 10 horas após a morte.

A imprecisão do método de arrefecimento está relacionada com a velocidade a que se atinge o equilíbrio. Esta é uma junção de fatores muito específicos como, a temperatura ambiente, que pode oscilar bastante; a quantidade de tecido adiposo no corpo, que funciona como isolante térmico; o volume corporal total e as vestes que eventualmente cubram o corpo (DAVY, 1839).

O aparecimento de livores de hipóstases, *livor mortis*, e a lividez são dois fenômenos com características distintas que ocorrem ao mesmo tempo e nunca isoladamente, com uma causa em comum. Com a morte do indivíduo, naturalmente a circulação sanguínea é cessada e assim o sangue parado no sistema tende a acumular-se nas regiões mais baixas, mais próximas do solo, devido à ação da força gravitacional. Essas regiões vão tomar uma coloração muito intensa de tons arroxeados. Por outro lado, as regiões mais elevadas perderão o sangue e irão sofrer uma descoloração, denominada de lividez cadavérica (KNIGHT, 1996).

A lividez e a hipostase começam a surgir nas primeiras horas após a morte. Durante esses primeiros tempos, é possível verificar que pressionando o local hipostático, o sangue espalha-se, a cor desaparece e é restabelecida quase que de imediato ao cessar a pressão. Quando o IPM é maior, cerca de 6 a 15 horas, a pressão feita nessas zonas já não irá resultar no mesmo efeito, pois os livores estarão fixados. Com exceção dos casos em que existem hemorragias e das mortes por asfixia, as regiões hipostáticas estão bem visíveis.

A rigidez cadavérica, *rigor mortis*, é um dos últimos fenômenos cadavéricos de curta duração. Tem início de 2 a 4 horas após a morte e apresenta duração média de 12 e 24 horas até que se dê o início aos fenômenos de putrefação (KNIGHT, 1996).

A causa da rigidez dos músculos deriva da falta de energia metabólica na célula, pois com a presença de ATP (trifosfato de adenosina), a interação entre a actina e a miosina mantém a musculatura relaxada. No entanto, a rigidez cadavérica pode ainda ser afetada por outros fatores, tais como, um choque emocional no momento que antecedeu a morte,

resultando em precipitação deste fenômeno, ou então, pelo contrário, se o indivíduo estava realizando algum exercício físico antes de morrer, o que poderá atrasar essa rigidez.

Tal como acontece com todos os fenômenos cadavéricos, a rigidez é também dependente de influências climáticas. Por exemplo, quando um cadáver se encontra num ambiente com temperatura e umidade elevadas o fenômeno irá ocorrer mais tardiamente do que num cadáver mantido a temperaturas baixas (KNIGHT, 1996).

Com o final da rigidez cadavérica, surge o dessecamento tegumentar advindo do fenômeno de relaxamento e flacidez tecidual que tem início entre as 12 e 18 horas após a morte. Nesta fase é possível observar que, ao se fazer pressão nos tecidos, estes não vão retornar à forma anterior.

Para além destes fenômenos, existem ainda outras alterações no organismo capazes de fornecerem uma data aproximada da morte.

É possível aferir o IPM pelos níveis de potássio no humor vítreo. É sabido que a quantidade de potássio aumenta, progressivamente, à medida que transcorre o tempo após a morte (GARRIDO e RODRIGUES, 2014), sendo que os valores progressivos são confiáveis para os climas quentes, apenas para as primeiras 12 horas posteriores ao óbito. Por outro lado, em climas frios, a precisão pode estender-se por 24 horas. Assim sendo, este método não é aconselhável para ser utilizado na realidade brasileira, ou em países de clima tropical.

É ainda possível verificar outras alterações oculares nos cadáveres, tais como, dilatação pupilar, tela viscosa da córnea, segmentação da coluna sanguínea dos vasos oculares e perda da turgência dos globos oculares. Foi desenvolvida uma técnica de tonometria ocular que consiste no estabelecimento de uma correlação confiável entre a desidratação e o tempo transcorrido desde o decesso. Esta técnica é simples, rápida e de baixo custo e ainda apresenta uma margem de erro de apenas 1 hora, para avaliação feita nas 24 horas após o óbito (RUTTY, 2001).

A avaliação do conteúdo gástrico do indivíduo pode dar também alguma indicação significativa do IPM pela verificação do estado de digestão em que se encontram os alimentos. Contudo, o tempo de esvaziamento do estômago é variável, tanto pelo tipo dos alimentos ingeridos, como pelas idiosincrasias normais ou patológicas de cada pessoa.

Importa verificar as principais substâncias constituintes dos alimentos, bem como os reflexos hormonais autônomos, entre o estômago e o duodeno. Isto se torna decisivo para influenciar o tempo de permanência dos alimentos no organismo. Assim, os lipídios são os que apresentam um trânsito intestinal mais demorado e, em contrapartida, os carboidratos são

os que apresentam permanência mais breve no organismo, sendo certo que as proteínas ocupam um lugar intermediário (GARRIDO e RODRIGUES, 2014).

Quando o conteúdo do estômago do cadáver exhibe alimentos não digeridos, pode-se concluir que alguma refeição foi realizada, pelo menos, nas últimas duas horas antes do óbito. Existe um determinado conjunto de alimentos que podem ser encontrados no estômago e cujo achado serve como indicio cronológico do lapso transcorrido desde a sua ingestão. Por exemplo, alimentos líquidos como a água, leite, chá ou café, permanecem no estômago do vivo até 2 horas após a ingestão. Por outro lado, alimentos mais difíceis de processar, como carne de porco e legumes podem permanecer até 5 horas no organismo. Desde que conhecidos os hábitos alimentares da vítima, como por exemplo, os seus horários de refeições, tipos de alimentos ingeridos e quantidade por refeição, os achados do conteúdo gástrico poderão auxiliar ainda mais na determinação do momento do óbito (HENSSGE et al, 2002).

1.1.1. Fenômenos cadavéricos transformativos

Os fenômenos cadavéricos transformativos são responsáveis por modificações da morfologia e estrutura mais profundas e duradouras do cadáver e são causados por uma intensa proliferação bacteriana. Entre os fenômenos transformativos, podem ser identificados dois tipos de alterações: os fenômenos transformativos destrutivos e os fenômenos transformativos conservativos.

Os fenômenos destrutivos vão dar origem ao decaimento da matéria orgânica através da autólise e da putrefação. Este último fenômeno destrutivo é o que ocorre mais frequentemente. Nele há desintegração das moléculas através de reações de redução e oxidação, baseadas na decomposição fermentativa de origem bacteriana (KNIGHT, 1996).

O estudo destes fenômenos levou à criação de períodos de putrefação que compreendem o período cromático (caracterizado pelo surgimento da mancha verde abdominal); o período enfisematoso (surtem enfisemas putrefativos causados pela infiltração gasosa no tecido subcutâneo); o período de liquefação (verifica-se um amolecimento dos órgãos e uma coloração vermelho-rosada devido ao desprendimento da epiderme, formando flictenas de dimensões variáveis, contendo líquido soro-hemático); e o período de redução esquelética (ocorre o desaparecimento dos tecidos, restando apenas os órgãos mais sólidos como o coração e os elementos mais resistentes tais como tecidos fibrosos, ligamentos e cartilagens, ou, em casos extremos, há esqueletização completa) (KNIGHT, 1996).

A autólise é um processo abiótico, no entanto está enquadrado nos fenômenos transformativos destrutivos porque causa uma intensa destruição dos tecidos. Devido à morte celular somática do organismo, os diferentes conjuntos de células vão liberando enzimas que dão início ao processo de autólise, culminando na autodigestão tecidual. Além disso, a acidificação do meio celular devido à parada do metabolismo também contribui. Este processo tem início poucas horas após a morte, desde que se identificam os fenômenos cadavéricos abióticos, até ao surgimento dos fenômenos destrutivos. As primeiras células a evidenciarem a autólise são as células nervosas e as da medula da suprarrenal.

O fenômeno de maceração está também classificado entre os fenômenos cadavéricos transformativos destrutivos. Este compreende uma rápida sucessão da putrefação e tem como consequência o desprendimento dos tecidos moles. É um processo que ocorre quando o cadáver é mantido em meio líquido estagnado, sob ação de bactérias (GARRIDO e RODRIGUES, 2014).

Os fenômenos conservativos, tal como o nome sugere, permitem um atraso no processo de decomposição do cadáver e uma falsa conservação do mesmo. São causados essencialmente pelas condições ambientais e do próprio corpo e são classificados como: corificação, saponificação e mumificação (GARRIDO e RODRIGUES, 2014).

Apesar da existência de uma classificação dos diferentes tipos de fenômenos cadavéricos é de notar que estes são sempre dependentes de condições internas e externas. Cada cadáver é único e pode responder de forma diferente à transformação tendo em conta o local onde se encontram as condições ambientais a que está exposto e as circunstâncias que levaram à ocorrência do evento. As características individuais do cadáver, como a idade, a constituição física, o seu estilo de vida, a atividade que desenvolvia antes de ocorrer a morte, e existência de doenças prévias, entre outros fatores também contribuem para a subjetividade da avaliação da datação do IPM. Assim, para uma melhor conclusão devem ser tidas em conta todas estas influências possíveis.

1.1.2. Entomologia forense

A Entomologia Forense é um ramo da ciência forense que se baseia no estudo do ciclo de vida de insetos e outros artrópodes para, entre outros feitos, determinar o intervalo post-mortem. Para tanto, é estudada a sucessão ecológica dos insetos sobre a carcaça e, sobretudo, o estágio da metamorfose dos dípteros cujas larvas têm atividade necrofágica para, paralelamente, estabelecer uma cronologia da morte (HALL, 2005).

Através da análise do ciclo de vida da(s) espécie(s) que são encontradas no cadáver, como ovo ou larva, e conhecendo-se bem o período de reprodução desses insetos é possível datar o IPM. Vários tipos de insetos instalam-se no cadáver em diferentes fases da decomposição. No entanto, dependendo do meio ambiente em que está inserido ou da forma como ocorreu a morte, a chegada dos insetos pode ser atrasada ou acelerada. Além disso, os tipos de seres vivos existentes no meio podem variar, assim como o seu desenvolvimento em função da variação da temperatura (HALL, 2005).

Sendo assim, apesar da Entomologia Forense aparecer como uma ciência separada, ela é a responsável por determinar o IPM na grande maioria dos casos. Tendo sempre em conta que o tipo de casos em que a Entomologia auxilia na datação da morte compreende aqueles em que o cadáver esteja envolvido num tipo de fauna específico, isto é, com a presença de insetos e outro tipo de artrópodes.

1.2. Métodos Cronotanagnóticos Atuais

Entre as novas técnicas que prometem maior precisão na determinação do IPM estão a espectroscopia de fluorescência da pele de cadáveres; modificações histológicas, especialmente da medula óssea; determinação dos níveis de nitrogênio, aminoácidos e citrato; e reação do tecido ósseo com luminol (GARRIDO e RODRIGUES, 2014).

O método da análise das alterações externas e histológicas das ossadas é mais fiável quando comparado a outros, apesar de ser menos objetivo. Os ossos dão uma ideia do intervalo de tempo após a morte tendo em conta a presença ou ausência de ligamentos e a percentagem de matéria gorda presente (SEELEY et al, 2003).

Atualmente, uma nova proposta foi referida na literatura para a determinação do IPM através da análise do decaimento do citrato no tecido ósseo cadavérico. Nesse estudo, concluiu-se que os níveis de citrato, presentes em valores constantes no tecido ósseo durante a vida, a partir do momento em que o indivíduo morre, começam a decair sendo possível então calcular a data do evento fatal (SCHWARCZ, AGUR e JANTZ, 2010). Contudo, não se tem informação sobre a cinética do decaimento em condições de altas temperatura e umidade, como na região tropical.

A reação do tecido ósseo com luminol baseia-se na reação do produto com sangue, resultando na produção de luminescência. O luminol é um composto que com a adição do peróxido de hidrogênio produz uma luz azul fluorescente que pode ser visualizada na escuridão e fotografada. Este teste é usado rotineiramente na prática forense para localizar

vestígios hemáticos não visíveis, diluídas em até 1:5.000.000 (INTRONA, DI VELLA e CAMPOBASSO, 1999).

teste de luminol apresenta resultados interessantes quando executado em ossos, sendo sempre positivo e bastante intenso para ossos com um tempo post-mortem recente. O luminol é ineficaz quando utilizado em ossos antigos. Assim, existe uma correlação entre a intensidade da reação de luminol sobre os ossos e o IPM, sendo útil, sobretudo quando são recolhidos apenas fragmentos (INTRONA, DI VELLA e CAMPOBASSO, 1999).

Há também técnicas óticas, entre elas a espectroscopia de fluorescência que tem demonstrado um vasto uso na química analítica e apresenta suficiente sensibilidade e especificidade para a determinação de cancro e cáries dentárias, entre outras alterações biológicas teciduais. A maior vantagem das técnicas óticas é a possibilidade de resposta em tempo real, proporcionando uma investigação não invasiva e não destrutiva (ESTRACANHOLLI et al, 2009). Assim, existiria uma proporcionalidade direta entre o grau de fluorescência do tecido (p.e. pele do cadáver) e o IPM, tornando possível determinar de forma objetiva, rápida e precisa a data da morte (ESTRACANHOLLI et al, 2009).

O uso dos radionuclídeos para estimar o IPM tem sido constantemente sugerido, apesar de serem apontadas algumas limitações para esse método, nomeadamente o nível da diagênese (mudanças nos sedimentos após a deposição inicial). Além disso, o intervalo de tempo em que se aplicam está, em geral, fora do interesse das investigações mais comuns. Contudo, para a determinação do IPM, estudos pioneiros foram realizados e concluíram que para ossadas humanas com um tempo de pós-morte compreendido entre 15 e 77 anos, existe uma correlação entre os radionuclídeos ^{238}U , ^{234}U , ^{210}Po , ^{210}Pb e o IPM. Isto faz com que o uso de alguns radionuclídeos possa ser também uma ferramenta importante em investigações, principalmente quando o cadáver encontrado já está esquelético (SWIFT et al, 2001).

Outra técnica proposta para determinar o IPM é o uso da técnica de electroforese em gel de célula única, também conhecida como ensaio de cometa, devido ao desenho que se forma na placa de electroforese. Este método avalia a fragmentação do DNA nuclear em consequência da morte celular. Após a morte de um indivíduo, as nucleases contidas nas células, ao longo do tempo, podem causar a degradação do DNA cromossômico em fragmentos cada vez menores. Estes fragmentos podem ser visualizados e isolados, tornando-se possível medi-los e quantificá-los, relacionando com o IPM (JOHNSON e FERRIS, 2002).

Por meio da degradação do RNA, também foi desenvolvido um método que permitisse determinar o IPM. Tal como ocorre com o DNA, o decaimento do RNA é também dependente do tempo decorrido após a morte. Nesse intuito, foi realizado um estudo

usando o RNA da polpa dentária, no qual se comparou o decaimento de um segmento de RNA mensageiro de β -actina com um outro menor e mais estável, permitindo estimar o IPM. Ao mesmo tempo que se verificavam diferenças no decaimento do RNA, alterações morfológicas foram observadas no dente, ao longo do intervalo post-mortem. Os dois testes juntos fizeram com que mais informação fosse agregada, resultando na determinação de IPM recente mais preciso, rápida e com um custo baixo (YOUNG et al, 2013).

A degradação de proteínas também é alvo de técnicas para determinar o IPM. Neste caso, foi usada Troponina I (cTnI), proteína básica de função regulatória. Para tanto, desenvolveu-se protocolo de extração eficiente para analisar o padrão de bandas da cTnI em tecido post-mortem. O método envolve a extração da proteína, separação por electroforese em gel desnaturante e visualização por western blot, com anticorpos monoclonais específicos para a proteína (SABUCEDO e FURTON, 2003).

Este estudo indicou que existe um padrão de bandas característico nos cadáveres humanos, uma relação pseudo-linear entre o percentual de degradação da cTnI e a variação do tempo desde a morte e, ainda, um padrão de bandas de degradação qualitativa para um IPM recente (0-5 dias). A técnica oferece uma série de vantagens, entre elas um padrão de degradação quantitativo, uma relação temporal semiquantitativa e uma dependência de temperatura manuseável através de métodos diretos de avaliação, usando termômetros analíticos/digitais (SABUCEDO e FURTON, 2003).

A espectroscopia de Raman é outra técnica utilizada com finalidades de datação do IPM. O método foi usado na análise da composição química de ossos enterrados. Os resultados dos ensaios indicaram que as alterações químicas no osso devido às bactérias do solo são dependentes do tempo. O procedimento foi sensível para alterações ósseas ocorridas em dias. Assim, há grande potencial de aplicação da espectroscopia de Raman como método não-destrutivo de estimativa do IPM (MCLAUGHLIN e LEDNEV, 2011).

Houve ainda uma tentativa de deduzir uma fórmula matemática capaz de determinar o IPM. Duas equações foram desenvolvidas no Tennessee (EUA): uma para decomposição em superfície e outra para decomposição em profundidade. Ambas são baseadas na temperatura, umidade e pressão parcial do oxigênio. Estas fórmulas devem ainda ser testadas em condições ambientais diferentes para que sofram um sucessivo melhoramento a fim de apurar a sua eficácia (VASS, 2011).

2. Considerações Finais

A determinação do IPM é necessária e possível de ser realizada em uma investigação criminal. Certamente, contribui para a diagnose diferencial do evento, auxilia na reconstrução da cena do crime e aponta o possível número de autores ao serem contrapostos a determinados alibis de suspeitos. Além disso, a correção da datação da morte irá auxiliar na identificação do cadáver.

Contudo, de forma geral, os métodos de uso recorrente nas investigações, tais como: variação da temperatura corporal, formação de livores de hipóstase, relaxamento muscular, espasmos cadavéricos, coagulação sanguínea, carecem de objetividade. Acrescenta-se que, estes métodos consomem muito tempo e não podem ser feitos no local (*in situ*), resultando em atraso na investigação e, conseqüentemente, menor eficiência da mesma.

Muitos outros métodos modernos vêm sendo propostos, alguns prometem a determinação em do IPM em tempo real, permitindo uma investigação não invasiva e não destrutiva. No entanto, alguns destes métodos podem não ser enquadrados para todos os casos, pois há grande dependência das condições climáticas e de muitos outros fatores externos. Cero é que ainda não foi descoberto o método ideal, capaz de determinar com absoluta precisão o IPM e que, ao mesmo tempo, seja fácil de executar e de custo acessível. Assim, no caso regiões de climas tropical, como o Brasil, a determinação do IPM deve ser feita com muito cuidado e sempre com a preocupação de ocorrerem possíveis alterações aos métodos pré-definidos por influências externas da elevada umidade e temperatura.

Após a análise dos diferentes métodos revistos pode-se concluir que cada cadáver pede um método de datação específico devido ao estado de degradação ou conservação e às condições ambientais. Especialmente nas regiões tropicais nas quais os fatores climáticos são potenciadores dos fenômenos putrefativos e de decomposição natural do cadáver. Assim, há muito por se descobrir sobre determinação do IPM sempre objetivando maior eficácia e precisão.

Referências Bibliográficas

- ARCHER, M. S. Rainfall and temperature effects on the decomposition rate of exposed neonatal remains. *Science and Justice*, v. 44, n. 1, p.35-41, 2004.
- CAÑADAS, V., CARRO, L. e PEÑARANDA, J. Problemas tanatológicos médico-legal. In: Calabuig Gisbert JA. *Medicina Legal y Toxicología*, 5ª ed., Barcelona:Masson, p.194-218, 2003.
- DAVY, J. *Observations on the temperature of the human body after death*. Londres, Smith, Elder and Company, 1839.
- ESTRACANHOLLI, E.S., KURACHI, C., VICENTE, J.R., DE MENEZES, P.F.C., SILVA, O.C.E. e BAGNATO, V.S. Determination of post-mortem interval using in situ tissue optical fluorescence. *Optics Express*, v. 17, n. 10, p.8185-8192, 2009.
- GARRIDO, R.G. e RODRIGUES, E.L. *Ciência Forense: da cena do crime ao laboratório de DNA*. Ed. Projeto Cultural/FAPERJ, 2014.
- GREENBERG, B. e KUNICH, J. C. *Entomology and the law: flies as forensic indicators*. Cambridge, University Press, 2002.
- HALL, R.D. Entomology and the law: Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology*, v. 42, n. 5, p. 922, 2005.
- HENSSGE, C., KNIGHT, B., KROMPECHER, T., MADEA, B. e NOKES, L. The estimation of the time since death in the early post-mortem period. 2ª ed, Londres:Arnold Publishing, p.215-225, 2002.
- INTRONA, F., DI VELLA, G. e CAMPOBASSO, C.P. Determination of post-mortem interval from old skeletal remains by image analysis of luminol test results. *Journal of Forensic Sciences*, v. 44, n. 3, p.535-538, 1999.
- JAFFE, A *Guide to Pathological Evidence: For Lawyers and Police Officers*, 2ª ed., Toronto, Carswell Criminal Law Series, Carswell Ltd., 1983.
- JOHNSON, Laura A. e FERRIS, James A.J. Analysis of post-mortem DNA degradation by single-cell gel electrophoresis. *Forensic Science International*, v. 126, n. 1, p.43-47, 2002.
- KNIGHT, B. *Forensic Pathology*. 2ª ed. New York, Oxford University Press, 1996.
- LUCIO, J.V.P. Cambios post-mortem y data de la muerte en ambientes tropicales. *Medicina Legal de Costa Rica*, v. 30, n. 2, 2013.
- MCLAUGHLIN,G. e LEDNEV, I.K. Potential application of Raman spectroscopy for determining burial duration of skeletal remains. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 401, n. 8, p.2511-2518, 2011.

- POUNDER, D.J. Post-mortem Interval. EUA, *Encyclopedia of Forensic Sciences*, Elsevier, 2000.
- ROSS, J.L.S. Geografia do Brasil. 4ª ed., São Paulo, Edusp, 2003.
- RUTTY, G.N. The use of temperatures recorded from the external auditory canal in the estimation of the time since death. Sheffield, *University of Sheffield*, 2001.
- SABUCEDO, A.J. e FURTON, K.G. Estimation of post-mortem interval using the protein marker cardiac troponin I. *Forensic Science International*, v. 134, n. 1, p.11-16, 2003.
- SCHWARCZ, H., AGUR, K. e JANTZ, L.M. A new method for Determination of Post-mortem interval: Citrate Content of Bone. *Journal of Forensic Science*, 2010.
- SEELEY, R.; et al. Anatomia e Fisiologia. 6ª ed, Lusociência, 2003.
- SWIFT, B. Essentials of Autopsy Practice The Timing of Death. *Essentials of Autopsy Practice*, 2006.
- SWIFT, B., LAUDER, I., BLACK, S. e NORRIS, J. An estimation of the post-mortem interval in human skeletal remains: a radionuclide and trace element approach. *Forensic Science International*, v. 117, n. 1-2, p.73-87, 2001.
- VASS, A.A. The elusive universal post-mortem interval formula. *Forensic Science International*, v. 204, n. 1-3, p. 34-40, 2011.
- WOELFERT, A.J.T. Introdução à Medicina Legal. 1ª ed, Canoas:ULBRA, 2003.
- YOUNG, S.T., WELLS, J.D., HOBBS, G.R. e BISHOP, C.P. Estimating post-mortem interval using RNA degradation and morphological changes in tooth pulp. *Forensic Science International*, v. 229, n. 2013, p.163.e1-163.e6, 2013.

Universidade Católica de Petrópolis
Centro de Teologia e Humanidades
Rua Benjamin Constant, 213 – Centro – Petrópolis
Tel: (24) 2244-4000
lexhumana@ucp.br
<http://seer.ucp.br/seer/index.php?journal=LexHumana>



GARRIDO, Rodrigo Grazinoli; NAIÁ, Maria João Teixeira. CRONOTANATOLOGIA: A INFLUÊNCIA DO CLIMA TROPICAL NA DETERMINAÇÃO DO INTERVALO POST-MORTEM. *Lex Humana*, v. 6, n. 1, jul. 2014. ISSN 2175-0947. Disponível em: <http://seer.ucp.br/seer/index.php?journal=LexHumana&page=article&scope=view&path%5B%5D=562>. Acesso em: 01 Jul. 2014.