

## COMPOSTOS QUÍMICOS NO PROCESSO DE *POST MORTEM* E DURANTE O ESTÁGIO DE PUTREFAÇÃO

MELINDA GOMES VICTOR<sup>1</sup>; MASSAKO TAKAHASHI DOURADO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [melindagomesvictor@hotmail.com](mailto:melindagomesvictor@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [massakod@yahoo.com.br](mailto:massakod@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Dentro da ciência forense e suas inúmeras subáreas, o assunto de processo de degradação *post mortem* chega a ser frequente, visto que, em crimes violentos, sexuais, latrocínios e demais tipos de delitos, tem uma grande ocorrência de vítimas e, conseqüentemente, cadáveres. Servindo para identificação humana, exames laboratoriais, determinação do intervalo *post mortem* (IPM) ou investigação da causa e motivo do delito, é essencial que o profissional encarregado, seja este o perito criminal ou o médico legista, tenha um conhecimento mínimo sobre esse assunto. Sendo assim, será discutido principalmente o papel da química forense, que lida com substâncias psicoativas, doping esportivo, falsificação de bebidas alcoólicas, balística, documentoscopia, e no *post mortem*, onde há um interesse quanto aos produtos químicos gerados durante a autólise, principalmente os que levam a putrefação mais rápida e aos que são indicativos destes estados de decomposição.

Os mais conhecidos popularmente são os odores pútridos, uma combinação de cerca de 400 compostos voláteis, que tem quatro gases em especial realmente ligados ao evento do cheiro forte. Tem-se também processos secundários químicos, como a cera cadavérica, demonstrando outro exemplo da área. Para maior entendimento do assunto foi realizada uma pesquisa extensa em periódicos, livros, materiais auxiliares entre outros em bibliotecas, virtuais ou não virtuais, e em sites, procurando pesquisar artigos de 2000 até a atualidade, para poder elucidar o assunto de forma resumida e sucinta.

Para o desenvolvimento e compreensão deste resumo pelo discente, perito e demais estudiosos interessados, deverão estes ter um certo conhecimento de proteínas, enzimas, micro-organismos, vias metabólicas e transformações químicas de importância vital ao organismo. Ainda tem-se como objetivo do presente trabalho a elucidação de estudos realizados sobre o dito fenômeno cadavérico e a possibilidade de melhor entendimento sobre o assunto. Espera-se que no final tenhamos uma revisão que sirva de guia aos interessados no assunto e que o mesmo seja um trabalho de interesse à população acadêmica visto os poucos trabalhos ou artigos no referido assunto, especialmente na língua portuguesa.

### 2. METODOLOGIA

De acordo com BENBOW & PECHAL (2017), existem grandes estigmas e receios quando o assunto se trata de cadáveres e morte no meio científico, além de dificuldades apresentadas em relação ao assunto, ainda citam que a utilização de cadáveres humanos para análise e estudos é necessária porém quase sempre inviável, visto que os poucos cadáveres providos geralmente são de doações, com a maioria dos locais de utilização de tais pesquisas nos Estados Unidos, conseqüentemente tendo um aumento de pesquisas com uso de suplementares,

ou seja, de carcaças de animais devido a limitações éticas do uso de cadáveres humanos. Mesmo com as limitações de condições semelhantes à humana como dieta, idade, entre outros, o porco é o animal mais escolhido, visto sua similitude de massa, tamanho, distribuição de gordura e derme com os humanos.

Mesmo assim, sendo os ensaios realizados em humanos, porcos ou demais carcaças suplementares animais, é necessário saber como ocorre a putrefação e a degradação de um corpo para estudar paralelamente a química envolvida neste referido processo de decomposição. Com um início na morte do indivíduo, tem-se o consequente impedimento da suplementação de oxigênio, acúmulo de dióxido de carbono no sangue, decréscimo no pH, enzimas celulares se dissolvendo, células tendo ruptura e eventualmente liberando fluídos nutritivos, num processo denominado autólise, que atua de forma mais rápida em órgãos ricos em água e enzimas, como cérebro e fígado, progressivamente avançando para o resto do corpo, processo que significa a redistribuição e difusão de substâncias pelo corpo. Os estágios de decomposição de um cadáver, são eles em ordem de tempo decorrido: fresco, descoloração, inchaço, decomposição ativa e esqueletização. Junto a descoloração tem-se o desprendimento da pele após alguns dias. Em seguida da pele manchada, tem-se os processos de *algor mortis*, *livor mortis* e *rigor mortis*. O *algor mortis* é aclimatização da temperatura corporal com o meio que este se encontra, já o *livor mortis* é uma concentração do sangue em certas áreas com surgimento de manchas vermelhas e roxas, principalmente nos locais em contato com a superfície pela atuação da gravidade, enquanto isso o *rigor mortis*, devido ao pH ácido do sangue, leva a criação de gel que enrijece o cadáver. Após estes passos, se inicia o processo de putrefação pela distensão (inchaço), seguida da liberação de fluídos corporais de odor pútrido (decomposição ativa) e da exposição dos ossos e esqueletização (VASS, 2001; BURCHAM & JORDAN, 2017).

A putrefação, por atuação de micro-organismos, leva a síntese de gases voláteis, líquidos e moléculas mais simples. Durante a descoloração esverdeada, tem-se a formação de sulfohemoglobina, enquanto que no inchaço tem-se formação de gases como dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio, metano, amônia, dióxido de enxofre e hidrogênio. Ainda na região das vísceras se observa produtos ricos em ácidos graxos voláteis como ácido butírico e ácido propiônico devido a fermentação e alguns outros compostos como indol, 3-metilindol (escatol), putrescina e cadaverina foram detectados e até apontados como causas do odor fétido liberado por cadáveres (VASS, 2001).

A liberação destes gases voláteis não é o único evento que demonstra a química envolvida após a morte, pois em um processo de síntese de sabão a partir de pH básico e gorduras (saponificação) pode ser observada como substância branca-amarelada de caráter ceroso sobre o cadáver, em ambientes quentes e úmidos. Esta condição, também denominada de adipocera ('cera cadavérica'), ocorre devido a influência de bactérias após sua invasão nos tecidos em um processo que pode levar de semanas a meses para formar o material ceroso (VASS, 2001; HOFFMAN et al, 2009).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com DEKEIRSSCHIETER et al (2009), os compostos voláteis liberados após morte são produtos resultantes de quatro categorias de biomoléculas, são elas: proteínas, ácidos nucleicos, lipídeos e carboidratos. Cada um possui diferentes produtos químicos gerados de sua degradação, da hidrólise das proteínas são geradas aminoácidos, proteoses (produtos da hidrólise protéica



antes de chegar a aminoácidos), peptonas (cadeia longa de aminoácidos) e polipeptídeos. Além disso, a continuação desta proteólise gera gases, diaminas, como a putrescina e cadaverina, compostos de enxofre, como o dimetil dissulfeto, e moléculas fenólicas, como indol e escatol. Já a degradação dos ácidos nucleicos geram bases nitrogenadas, fosfatos e açúcares, enquanto os carboidratos se decompõem em ácidos orgânicos, álcoois, cetonas, aldeídos, ésteres e éteres. Finalmente, os lipídeos produzem ácido oleico, ácido palmítico, hidrocarbonetos, nitrogênio, fósforo e outros compostos oxigenados.

Os micro-organismos, em especial bactérias, com uso destas quatro classes geram ácidos orgânicos, como ácido butírico e ácido propiônico, e compostos de degradação como dióxido de carbono, metano, amônia, hidrogênio, sulfato de hidrogênio e dióxido de enxofre (DEKEIRSSCHIETER et al, 2009). Além disso as bactérias estão envolvidas na adipocera. O tecido adiposo é constituído principalmente de triglicerídeos que, durante a decomposição sofrem hidrólise à ácidos graxos livres, contudo, caso hidrogenados, se tornam ácidos graxos saturados que, por certas condições específicas, formam a cera cadavérica. Este processo é de interesse visto que enclausura o corpo e, portanto, pode desacelerar a decomposição do cadáver. Em estudo, HOFFMAN et al (2009) retratam que foram encontrados ácido butanóico, ácido pentanóico, ácido hexanóico, éster de ácido butanóico e éster etílico do ácido hexanóico de compostos voláteis orgânicos nas ceras cadavéricas analisadas.

No estudo de DEKEIRSSCHIETER et al (2009), de 104 compostos voláteis orgânicos, foram identificados, em ordem decrescente, ácidos, ésteres, cetonas, aldeídos, álcoois, compostos de nitrogênio, de enxofre, de halogênios, hidrocarbonetos cíclicos e não cíclicos, de acordo com diferenças de local e coleta. Ainda DEKEIRSSCHIETER et al (2009) retrata que, durante o inchaço teve-se presença de álcoois, como butan-1-ol, compostos de enxofre, como dimetil dissulfeto, dimetil trissulfeto e dióxido de enxofre, e composto de nitrogênio, a trimetilamina. Já no estado de decomposição ativa, onde o odor se demonstra mais forte e presente, os compostos cíclicos mais importantes são o indol, fenol, 4-metilfenol, e novamente o dimetil dissulfeto e dimetil trissulfeto se mostram presentes nesta etapa, assim como grande porção de ácidos orgânicos, como ácido butanóico, ácido 2-metilbutanóico e ácido 3-metilbutanóico. Finalmente, no estado avançado de decomposição, aumenta a presença de aldeídos como heptanal.

A análise destes gases voláteis pode ser realizada por método de coleta *headspace* junto a cromatografia gasosa, porém pode não detectar as diaminas (putrescina e cadaverina) e ter dificuldades em detectar os compostos fenólicos aromáticos (indol e escatol), devendo ser feito um aprimoramento das técnicas ou utilização de equipamentos mais sensíveis (DEKEIRSSCHIETER et al, 2009; HOFFMAN et al, 2009). Em seu estudo, VASS et al (2008) cita que foram detectados 478 compostos, porém dentre estes os compostos voláteis leves como amônia, hidrogênio, dióxido de carbono e metano também não foram detectáveis mas também podem contribuir ao odor cadavérico.

#### 4. CONCLUSÕES

Percebe-se que há necessidade de mais pesquisas sobre os compostos voláteis no meio forense, devido a deficiência de estudos realizados em cadáveres humanos e, principalmente, resultados relativos em carcaças suplementares em relação as substâncias químicas e seu processo de síntese no *post mortem*. No

Brasil, tal falta de estudos é evidente e, mesmo com identificação e coleta de vários compostos envolvidos e com mecanismo por qual foi sintetizado elucidado na literatura, há dificuldades em se detectar os compostos conhecidamente voláteis e diretamente responsáveis pelo odor fétido, portanto este se mostra como um ramo de estudo que, mesmo com limitações éticas, pode mostrar inovações e novas descobertas, assim como elucidar maior número compostos liberados na decomposição, determinar sua origem no processo de putrefação e principalmente fazer uso de equipamentos como o cromatografia de gasosa (CG) e técnicas recentes como CG-MS/MS (cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas operando no modo *tandem*) para detecção destes compostos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENBOW, E. M; PECHAL, J. L. Approaches and considerations for forensic microbiology decomposition research. In: CARTER, David O. et al. **Forensic Microbiology**. Chichester: John Wiley & Sons, 2017. p. 56-71.

BURCHAM, Z. M; JORDAN, H. R. History, current, and future use of microorganisms as physical evidence. In: CARTER, D. O. et al. **Forensic Microbiology**. Chichester: John Wiley & Sons, 2017. p. 25-55.

DEKEIRSSCHIETER, J. et al. Cadaveric volatile organic compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. **Forensic Science International**, Amsterdam, v. 189, n.1, p. 46-53, 2009.

HOFFMAN, E. M. et al. Characterization of the volatile organic compounds present in the headspace of decomposing human remains. **Forensic Science International**, Amsterdam, v. 186, n.1, p. 6-13, 2009.

VASS, A. A. Beyond the grave – understanding human decomposition. **Microbiology Today**, Amsterdam, v. 28, n.190, p.190-192, 2001.

VASS, A. A. et al. Odor analysis of decomposing buried human remains. **Journal of Forensic Sciences**, Chichester, v. 53, n. 2, p. 384-391, 2008.