

## DETERMINAÇÃO DE ALDEÍDO FÓRMICO EM AMOSTRADORES DE SOLO: METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DE AMOSTRAGEM

**BRUNA ORLANDO CORRÊA<sup>1</sup>; DIOGO LA ROSA NOVO<sup>2</sup>; CARLA DE ANDRADE HARTWIG<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense (GPQAF) – Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – bruna.orlandoc@hotmail.com

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense (GPQAF) – Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – diogo.la.rosa@hotmail.com

<sup>3</sup>Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense (GPQAF) – Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – carlahartwig@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

Os contaminantes provenientes da degradação dos corpos, dos processos de tanatopraxia e embalsamamento realizados pelas funerárias nos corpos antes do enterro, e das tinturas utilizadas para tingir caixões, podem impactar as condições naturais do solo e das águas subterrâneas. Esses compostos não são degradados no processo de decomposição dos cadáveres e, com a chuva, podem lixivar para o solo e lençóis freáticos (Betiatto; Souza; Bini, 2015; Carneiro, 2009; Pacheco; Matos, 2000; Pinheiro, 2018; Souza; Botelho, 1999).

Esse potencial de contaminação oriunda das necrópoles é atribuído, majoritariamente, à formolização de cadáveres pela injeção dos tanatoquímicos/tanatofluidos compostos de fenol, aldeído fórmico, estabilizantes e corantes. Esses processos liberam resíduos junto ao necrochorume proveniente da decomposição dos corpos, aumentando sua toxicidade (Carneiro, 2009; Pacheco; Matos, 2000; Souza; Botelho, 1999).

O aldeído fórmico, mais conhecido como formol ou formaldeído, é um gás de odor cáustico em temperatura ambiente, incolor, volátil e extremamente inflamável. E, mesmo possuindo uma meia vida curta, pode causar malefícios à saúde pública se entrar em contato com a pele e/ou mucosas (olhos, boca, narinas e garganta) provocando espasmos musculares, salivação excessiva, dispneia, erupções cutâneas, coma e, como possui características corrosivas, pode causar lesões na mucosa gástrica caso ingerido diluído em água (Oga; Batistuzzo; Camargo, 2021).

Assim, devido às necrópoles serem uma possível latente de poluição ambiental, há um consenso na literatura de que são necessárias medidas de controle, tratamento e mitigação dos resíduos provenientes desses ambientes, como o necrochorume e os substratos da decomposição de corpos. Contudo, mesmo se realizadas, as pesquisas periódicas com amostras ambientais acabam não sendo conclusivas, pois a contaminação pelo formaldeído é de difícil comprovação e avaliação pela escassez de estudos voltados a essa área e de legislações estabelecendo parâmetros de análise desses contaminantes provenientes de cemitérios no Brasil (Fernandes, 2014; Hino, 2015; Kemerich; et al., 2014).

Além das dificuldades citadas acima, existe a possibilidade de não ser possível a coleta de amostras nas necrópoles. Esse fato pode ocorrer devido à necessidade de autorização das corporações encarregadas desses locais. Buscando evitar esse empecilho, foi planejado um amostrador como fonte de amostras de solo e de água lixiviada. Esse aparato foi montado de maneira a

simular o terreno característico da região de Pelotas e, para isso, utilizou-se os dados de composição granulométrica descritos pelo Museu de Solos do Rio Grande do Sul (MSRS) do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (Brasil, 1973).

Com isso, esse trabalho visou padronizar os amostradores como fonte de amostras para a identificação e quantificação de aldeído fórmico lixiviado, utilizando a metodologia publicada por Silveira; Fernandes e Pereira (2015). Realizou-se, para isso, ensaios de recuperação de formaldeído, estabilidade da curva de calibração e adaptações do método de preparo de amostras.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Montagem dos amostradores

Os amostradores foram montados em garrafas de polietileno com capacidade de 1,5 L. Elas foram cortadas na marca onde são separados os volumes de 1 L e 500 mL (essa quantidade foi medida com auxílio de um balão volumétrico). Já a composição granulométrica do solo dos amostradores foi calculada com base nos dados descritos pelo MSRS (Brasil, 1973).

Foram preparados 1 kg de cada horizonte componente do solo da unidade de Pelotas para a montagem dos amostradores. Para saber quanto de cada era necessário para manter a proporção de profundidade, foram feitos cálculos utilizando a Equação 1, demonstrada abaixo.

$$H_A(cm) = \frac{20 \times H_S(cm)}{100} \quad \text{Equação (1)}$$

Com esse cálculo, foi possível estipular equações gerais de profundidade, em centímetros, do solo e do amostrador. Mediram-se as novas proporções na garrafa amostradora com auxílio de um paquímetro digital e pesou-se a massa de cada horizonte necessária para completar as camadas.

### 2.2 Metodologia de determinação de aldeído fórmico

A metodologia de determinação escolhida foi a publicada por Silveira; Fernandes e Pereira (2015). Os autores utilizaram o reagente de Nash como agente identificador em amostras de ar em ambiente interno. O reagente de Nash é um agente colorimétrico seletivo para identificação e quantificação de aldeído fórmico em solução. É composto de acetato de amônio, ácido acético glacial, acetilacetona (2,4-pantanodiona) e água deionizada (Silveira; Fernandes; Pereira, 2015).

Para a quantificação do analito foram feitos dois padrões (estoques) de formaldeído, o padrão A e o padrão B, com concentrações de 1000 mg/L e 10 mg/L, respectivamente. A primeira solução foi feita a partir de formaldeído 37% P.A. e a segunda por diluição a partir do padrão A. Foi realizada uma curva de calibração com 5 pontos de 10 mL cada, de concentrações de 0,05; 0,25; 0,45; 0,65; 0,85 e 1,00 mg/L. Em cada ponto foi inserido 1,6 mL do reagente de Nash e diferentes volumes do padrão B. Eles foram aquecidos em banho-maria em 60°C por 10 minutos e, após retornarem à temperatura ambiente, foi feita a leitura em um espectrofotômetro de absorção molecular na região do UV-Vis, em 412 nm.

### 2.3 Padronização da amostragem

A padronização da amostragem a partir das garrafas ocorreu por meio de ensaios de recuperação de formol, a partir da lixiviação. Foram pipetados diferentes volumes das soluções padrões já feitas e eluidas pelos amostradores com, em

média, 50 mL de água deionizada. O lixiviado foi coletado na parte inferior da garrafa, filtrado com carvão ativado para remover resquícios de cor proveniente do solo e armazenado para a posterior montagem das amostras. Essas alíquotas foram feitas da mesma forma que os pontos da curva, porém o volume completado do balão foi inteiramente do lixiviado ao invés de água deionizada. A leitura também foi realizada da mesma forma.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva de calibração, construída a partir dos padrões (Fig. 1), mostrou-se semelhante à aquela apresentada por Silveira, Fernandes e Pereira (2015). Logo, o reagente de Nash realmente se mostrou seletivo e eficaz para aldeído fórmico em solução. Porém, os resultados das amostras a partir dos lixiviados, nos primeiros ensaios, não demonstraram absorbâncias significativas em relação à curva obtida.

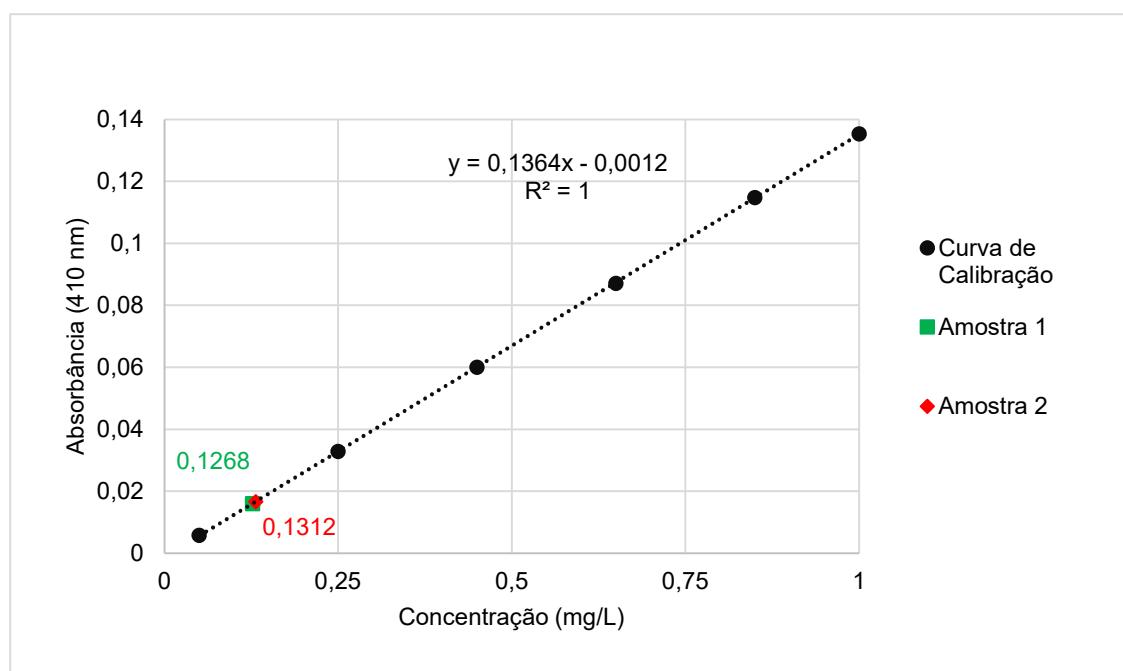


Figura 1. Gráfico representando a curva de calibração e amostras lixiviadas.

Outro ponto observado, a partir destes ensaios iniciais, foi que, em algumas situações as absorbâncias para as amostras resultavam em valores negativos quando considerada a leitura de um lixiviado com características de amostra em branco, considerando que o processo de lixiviação leva a obtenção de soluções com presença de cor e/ou turbidez. Isso ocorreu devido esse branco estar mais turvo do que as amostras lixiviadas, porém esse problema foi resolvido com a filtração simples com carvão ativado antes da montagem das alíquotas, resultando na padronização atual da amostragem.

Com isso, foi realizada uma nova leitura que resultou em absorbâncias positivas (0,0161 e 0,0167) e concentrações na curva de calibração (0,1268 mg/L e 0,1312 mg/L) como apresentado na Figura 1. Estes resultados se referem à eluição de adições de volumes de 1 mL da solução padrão A ao amostrador, sugerindo a ocorrência de significativa retenção desta solução no solo. Este

resultado, embora ainda preliminar, indica a necessidade de monitoramento também das amostras de solo, além dos lixiviados.

#### 4. CONCLUSÕES

Considerando os ensaios de recuperação realizados até o momento, foi possível iniciar o processo de padronização da amostragem pela lixiviação das garrafas, demonstrar a eficácia da metodologia escolhida para uma matriz diferente daquela proposta pelos autores, e montar amostradores capazes de representar o efeito das necrópoles no solo e nas águas subterrâneas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BETIATTO, A. C.; SOUZA, F. X.; BINI, M. C. A morte, atividade cemiterial e meio ambiente. **Revista Gepesvida**, v. 1, n. 2, p. 121-141, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973.

CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. **Águas Subterrâneas**, v. 1, 2009.

FERNANDES, D. A. O efeito do necrochorume no meio ambiente e sua imputação penal. **Amazon's Research and Environmental Law**, v. 2, n. 1, p. 6-27, 2014.

HINO, T. M. O necrochorume e a questão ambiental dos cemitérios. **Revista Especialize Online IPOG**, n. 10, v. 1, 2015.

KEMERICH, P. D. C.; BIANCHINI, D. C.; FRANK, J. C.; BORBA, W. F.; WEBER, D. P.; UCKER, F. E. A questão ambiental envolvendo cemitérios no Brasil. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM**, v. 13, n. 5, p. 3777-3785, 2014.

OGA, S.; CAMARGO, M. M. A; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo: Atheneu Editora, 2021.

PACHECO, A.; MATOS, B. A. Cemitérios e meio ambiente: critérios para a implantação e norma técnica. **Tecnologias do Ambiente**, v. 7, n. 33, p. 13-15, 2000.

PINHEIRO, T. M. Contaminação ambiental causada pelo necrochorume proveniente de cemitérios. **INOVAE – Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, v. 6, n. 1, p. 144-171, 2018.

SILVEIRA, D.; FERNANDES, J. O.; PEREIRA, E. A. Evaluation of different colorimetric reagents for the determination of formaldehyde in indoor environments. **Química Nova**, 2015.

SOUZA, M.; BOTELHO, R. A. Métodos artificiais de tanatoconservação. **Saúde, Ética & Justiça**, v. 4, n. 1-2, p. 33, 1999.