

**MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS NA ELETROFORESE:
revisão de literatura**

Gabriel Soares de Souza¹

Aylana Vieira Alves¹

Ângela Wind do Couto¹

Lucas Vinícius dos Santos Vieira¹

Jakeline Ferreira de Araújo Lôbo²

RESUMO: A eletroforese é uma técnica laboratorial simples que fraciona proteínas, carboidratos, lipídios e metabólitos secundários presentes em diversos tipos de fluido, que leva em consideração suas cargas elétricas e seu peso molecular. A técnica utiliza forças eletroforéticas, onde um polo positivo e outro negativo geram um potencial elétrico, que promove a migração do fluente e gera diferentes extremos, representados por albumina e globulinas alfa, beta e gama. Os métodos de eletroforese utilizados com mais frequência são: eletroforese capilar, eletroforese em gel, eletroforese em gel de poliácridamida, acetato de celulose. Sendo assim, o objetivo do trabalho é apresentar a eletroforese e seus diversos tipos em uma revisão da literatura e expor a sua importância no contexto laboratorial.

PALAVRAS-CHAVES: Eletroforese. Eletroforese capilar. Eletroforese em gel.

1 INTRODUÇÃO

Compreendida como uma técnica laboratorial simples, a eletroforese utiliza a corrente elétrica para promover a fragmentação de moléculas carregadas, como, por exemplo, proteínas e ácidos nucleicos. Isso irá possibilitar a migração de partículas por seus pesos moleculares ou por diferença de carga elétrica, de modo que moléculas menores migram mais rápido em relação às maiores (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A ideia de separar proteínas por meio da eletroforese surgiu em 1930, quando o bioquímico sueco Arne Tiselius notou a necessidade de estudar de forma mais aprofundada as diversas proteínas que vinham sendo descobertas desde o início do século XX. Desde então, as técnicas utilizadas para dissociar proteínas foram aprimoradas e proporcionaram a redução do calor causado pela aplicação de um campo magnético e melhor eficácia na análise de

¹ Acadêmicos do 8º período do curso de Enfermagem no Centro Universitário Alfredo Nasser. E-mail: gabrielsoares329@gmail.com.

² Doutoranda em Ciência da Saúde pela Universidade Federal de Goiás, Professora do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Alfredo Nasser e orientadora do presente trabalho.

variados tipos de proteínas (SPUDEIT, D. A.; DOLZAN, M. D.; MICKE, G. A., 2012; OLIVEIRA, E. *et al.*, 2015).

Dentre os diversos tipos de eletroforese, aqueles que se destacam são a eletroforese capilar, que utiliza colunas capilares no sistema eletroforético e separa moléculas como ácidos nucleicos, proteínas, carboidratos, lipídeos e metabólitos secundários por meio da diferença de potencial de dois eletrodos e a eletroforese em gel, tanto de agarose quanto de poliacrilamida, capazes de fracionar moléculas de ácidos nucleicos e macromoléculas, respectivamente (OLIVEIRA *et al.*, 2015; DAVIDA, RAMOS, 2018; SANTOS *et al.*, 2018).

Pode-se utilizar a eletroforese para os mais variados fins, que vão desde a separação de diversos componentes do líquido cefalorraquidiano, da urina, do sangue e também de outras soluções. Isso possibilita aplicá-la, por exemplo: na resolução de crimes, na extração de DNA para mapeamento genético ou testes de paternidade, na avaliação sistêmica frente a um processo inflamatório ou infeccioso em clínicas veterinárias e na análise de qualidade de alimentos como carne e leite (OLIVEIRA *et al.*, 2015; BALESTRIN, PENTEADO, 2017; OLIVEIRA; FILHO, 2018; CARVALHO; MIRANDA; FREITAS, 2021).

Com base nessas informações e ao considerar a importância da eletroforese nos mais variados contextos de análises laboratoriais, o objetivo da atual pesquisa é descrever as principais técnicas de eletroforese por meio de uma revisão da literatura.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura, baseada na busca de artigos para o levantamento de dados que descreveram os principais métodos e as técnicas utilizadas para a realização da eletroforese. A pesquisa foi realizada nos bancos de dados *Scielo (Scientific Electronic Library Online)*, *Pubmed (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online)* e *Science Direct* e por meio de uma busca no DesC/MeSH (Descritores em Ciências da Saúde), que indicou as palavras-chave: eletroforese, metodologia e eletroforese capilar. Foram selecionados artigos publicados entre 2011 e 2022 em todos os idiomas disponíveis e que estivessem inseridos na área de ciências da saúde.

Foram incluídos na atual pesquisa artigos originais e revisões sistemáticas que se encontravam com acesso livre nos bancos de dados utilizados. Em seguida, realizou-se a leitura dos textos completos, com objetivo de observar se correspondiam ao assunto abordado

no presente trabalho. Aqueles que não apresentaram relação com a temática foram excluídos do levantamento.

Por fim, apenas artigos que descreveram métodos e técnicas adotados para a realização da eletroforese foram incluídos, o que possibilitou a comparação entre os diversos modos de realização da técnica.

3 DISCUSSÕES, RESULTADOS E/OU ANÁLISE DE DADOS

Foram encontrados um total de 32 artigos científicos publicados na plataforma *PubMed*, 243 trabalhos científicos publicados na *Science Direct* e 704 na *Scielo*. Os trabalhos abrangeram as línguas inglesa, portuguesa e espanhola. Dentre eles, 13 se enquadraram no assunto abordado e foram utilizados na atual pesquisa. Por meio dos artigos selecionados foi possível descrever os métodos e apontar vantagens e desvantagens com relação a cada uma das técnicas de eletroforese (quadro 1).

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens de métodos de eletroforese

Autor/ Ano	Tipos	Objetivo do estudo	Metodologia	Vantagens	Desvantagens
LAMY, E. <i>et al.</i> , 2022	Eletroforese em gel	Investigar o efeito de tratamentos térmicos e químicos usados para inativação de SARS-COV-2 na medição de analitos de saliva.	Análise de 8 amostras de saliva. Estas amostras foram vortexadas, centrifugadas, armazenadas a -30° e analisadas logo após.	Oferece condições seguras com relação à análise da saliva.	Nenhum dos tratamentos permite a manutenção de todos os analitos salivares nos mesmos níveis que em amostras não tratadas.
SIMON, B.; HANCU, G.; GYÉRESI, Á., 2014	Eletroforese capilar	Determinar e estudar a estabilidade de quatro derivados da penicilina por meio da eletroforese capilar.	Estudaram-se os compostos: tri-hidrato de amoxicilina, ampicilina tri-hidratada, benzilpenicilina sódica e oxacilina mono-hidrato de sódio. As separações foram realizadas usando capilares de sílica fundida revestidos com poli-imida de 56 cm.	Melhor separação do material analisado e consequentemente avaliar de forma mais precisa a linearidade, o limite de detecção e a quantificação do material.	Uma separação eficiente usando a eletroforese de zona capilar convencional é difícil de ser alcançada.
KUMAR, R.; DERBIGNY, W. A., 2019	Eletroforese em acetato de celulose	Separar a hemoglobina de amostra de sangue por meio da utilização da eletroforese de acetato de celulose.	Descrição do paço a paço da realização da eletroforese em acetato de celulose.	A eletroforese de acetato de celulose é simples, rápida, confiável e adequada para processar várias amostras ao mesmo tempo e com baixo custo de análise.	A evaporação, que poderia ser evitada usando depressores da pressão de vapor.
OLIVEIRA, E. <i>et al.</i> , 2015	Eletroforese em acetato de celulose	Apresentar as técnicas de eletroforese, destacar as principais e suas importâncias na medicina veterinária.	Revisão de literatura.	Absorção uniforme de proteínas, microporos homogêneos, formação de filmes transparentes que facilitam a leitura do material e apresenta boas condições de armazenamento por longo período.	

Diversos métodos são utilizados para a realização da eletroforese, dentre os métodos, aqueles que se destacam são as eletroforeses em gel, capilar e em acetato de celulose. A eletroforese em gel é comumente utilizada em laboratórios de biologia molecular, pois a mesma permite a separação de moléculas de ácidos nucleicos. Devido ao fato deste gel ser extraído das paredes celulares de algas marinhas, seu custo é elevado, contudo, o gel pode ser preparado facilmente em laboratório, o que reduz os gastos com este insumo (DAVIDA; RAMOS, 2018).

De acordo com Oliveira *et al.* (2015), as vantagens de se utilizar esta técnica se dá pela melhor capacidade de dissociação de proteínas e por permitir que proteínas de alto peso molecular tenham uma movimentação livre ao longo do gel. Ainda de acordo com o autor, esta movimentação sofre influência do peso molecular de acordo com cada material analisado.

Lamy *et al.* (2022), ao investigar o efeito de tratamentos térmicos e químicos usados para inativação de SARS-COV-2 na medição de analitos de saliva, afirmaram que a eletroforese em gel, neste contexto, tem como vantagem o fato de oferecer condições seguras com relação à análise de salivas. Em contrapartida, os autores apontam que o método é incapaz de manter todos os analitos salivares nos mesmos níveis que em amostras não analisadas.

Já a eletroforese capilar, técnica introduzida por Jorgenson e Lukacs, em 1981, é capaz de separar várias moléculas de origem biológica como ácidos nucleicos, proteínas, carboidratos, lipídeos e metabólitos secundários. A base é a diferença de potencial de dois eletrodos, que junto a uma solução iônica gera o transporte de corrente elétrica por meio dos íons formados. Com isso, fragmentos menores que tenham grandes cargas possuem maior facilidade para serem transportados pela corrente (SANTOS *et al.*, 2018).

Simon, Hancu e Gyéresi (2014), ao analisarem a aplicação da eletroforese capilar na determinação simultânea e no estudo da estabilidade de quatro derivados de penicilina, concluíram que, por meio do método, foi possível otimizar a separação do material analisado e consequentemente avaliar de forma mais precisa a linearidade, o limite de detecção e a quantificação do material.

Ahuja, em 2008, já apontava a eletroforese capilar como um método eficaz e alternativo, visto que a mesma utiliza baixa quantidade de amostra e reagentes para a realização da separação do material analisado e complementa de forma satisfatória métodos cromatográficos líquidos.

Já a eletroforese em acetato de celulose, também chamada eletroforese de zona, é a mais utilizada devido a sua simplicidade, sem o uso de nenhum instrumento sofisticado além

do aparelho de eletroforese e da tira de acetato de celulose. A eletroforese de acetato de celulose é simples, rápida, confiável e adequada para processar várias amostras ao mesmo tempo e com baixo custo de análise (KUMAR *et al.*, 2019).

A técnica permite uma separação rápida do material analisado e um melhor armazenamento dos filmes corados (OLIVEIRA, E. *et al.*, 2015), e tem como vantagem a absorção uniforme de proteínas, microporos homogêneos, formação de filmes transparentes que facilitam a leitura do material e apresenta boas condições de armazenamento por longo período, além de ser considerada simples, rápida, confiável, adequada para processar várias amostras ao mesmo tempo e com baixo custo de análise (OLIVEIRA, E. *et al.*, 2015; KUMAR, R.; DERBIGNY, W. A., 2019).

4 CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto, que as técnicas de eletroforese apresentam características diferentes com relação a insumos utilizados e materiais analisados. Observou-se, por meio da atual pesquisa, que a eletroforese capilar é o método com maior destaque, uma vez que a mesma é capaz de fracionar moléculas de inúmeros componentes. De acordo com a literatura, o método utiliza pequenas quantidades de amostras e reagentes, é a mais utilizada nos dias atuais e complementa os métodos cromatográficos líquidos.

REFERÊNCIAS

AHUJA, S.; JIMIDAR, M. *Capillary electrophoresis methods for pharmaceutical analysis*. Elsevier, 2011.

BALESTRIN, R. C.; PENTEADO, L. D. P. Extração de DNA e análise eletroforética de DNA. *Ensino de Ciências*, p. 21.

CALDAS FILHO, I.; CAMPOS, G. B.; PITTELLA, Carlos F. Homem. Eletroforese em acetato de celulose das proteínas do líquido cefalorraqueano: valores normais. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 35, p. 239-246, 1977.

CARVALHO, M. L. A.; MIRANDA, D. C.; DE SOUZA FREITAS, M. T. O impacto das técnicas de biologia molecular na resolução de crimes. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 12, p. 114750-114766, 2021.

DA ROSA, J. S. *et al.* **Eletroforese Capilar para Iniciantes**. 2018.

DE OLIVEIRA, T. S.; DE MORAES FILHO, A. V. Técnicas de Biologia Molecular Utilizadas para Desvendar Crimes. **Saúde & Ciência em Ação**, v. 4, n. 1, p. 89-102, 2018.

HOWARD, B. M. *et al.* A Comparison of gel (Hydragel 30) and capillary (Capillarys III Tera) electrophoresis for the characterization of human serum proteins. **Practical Laboratory Medicine**, v. 25, p. e00233, 2021.

KUMAR, R.; DERBIGNY, W. A. Cellulose acetate electrophoresis of hemoglobin. In: **Electrophoretic Separation of Proteins**. Humana Press, New York, NY, 2019. p. 81-85.

LAMY, E. *et al.* Effect of thermal and chemical treatments used for SARS-COV-2 inactivation in the measurement of saliva analytes. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2022.

OLIVEIRA, E. *et al.* **Eletroforese: conceitos e aplicações**. 2015.

SIMON, B.; HANCU, G.; GYÉRESI, Á. Application of capillary electrophoresis to the simultaneous determination and stability study of four extensively used penicillin derivatives. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 50, p. 521-527, 2014.

SPUDEIT, D. A.; DOLZAN, M. D.; MICKE, G. A. Conceitos básicos em eletroforese capilar. **Scientia Chromatographica**, v. 4, n. 4, p. 287-297, 2012.

TORAÑO, J. S.; RAMAUTAR, R.; DE JONG, G. Advances in capillary electrophoresis for the life sciences. **Journal of Chromatography B**, v. 1118, p. 116-136, 2019.