



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025

PURIFICAÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS BIOATIVOS DE AGAVE SISALANA POR RESINA MACROPOROSA

Louise Souza Santos¹; Annabel Azevedo da Silva²; Alexsandro Branco³

1. Louise Souza Santos, PIBIC/CNPq, FARMACIA, e-mail: louisesuefs@gmail.com

2. Annabel Azevedo da Silva, DEPARTAMENTO DE SAÚDE, email: annabelfarma@gmail.com

3. Alexsandro Branco, DEPARTAMENTO DE SAÚDE, e-mail: branco@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: *Agave sisalana*; Resíduo Agroindustrial; Metabólitos Secundários.

INTRODUÇÃO

A *Agave sisalana* (sisal) é uma espécie originária da América Central, pertencente à família Agavaceae, cultivada no semiárido baiano e responsável por impulsionar a região sisaleira, tornando a Bahia o maior polo produtor de fibras duras do país (Santos, 2006). As fibras de sisal têm ampla aplicação industrial, incluindo os setores têxtil, agrícola, construção civil e artesanato (Dias et al., 2021). Entretanto, o processo de desfibramento gera grande volume de resíduos, já que apenas cerca de 4% da planta é aproveitada para fins industriais (Santos, 2006), e o restante é descartado ou utilizado de forma limitada como adubo e ração animal (Viel et al., 2017). Além do resíduo sólido, a seiva da planta, conhecida como resíduo líquido do sisal (RLS), apresenta potencial para estudos fitoquímicos, a literatura descreve a presença de polissacarídeos como pectina, ácido succínico e manitol; saponinas e flavonoides (Santos et al., 2015). Considerando o elevado volume de resíduos gerados, torna-se necessária a implementação de estratégias baseadas na economia circular, nas quais o aproveitamento integral dos insumos é fundamental tanto para a valorização dos resíduos industriais quanto para a promoção de práticas sustentáveis (Kaul et al., 2024).

Nesse contexto, pesquisas recentes têm se dedicado à busca por métodos de obtenção de compostos bioativos mais eficientes e menos tóxicos afim de se obter compostos oriundos do metabolismo secundário, como as saponinas e flavonoides presentes na biomassa do sisal, que possuem potencial de aplicação nas áreas farmacológica, tecnológica e cosmética, conforme relatado na literatura científica (Santos et al., 2015; Barreto et al., 2017; Freitas et al., 2025). Dessa forma, o presente projeto teve como objetivo desenvolver técnicas de purificação voltadas à obtenção de compostos bioativos, promovendo o aproveitamento dos resíduos gerados no processo de desfibramento da *A. sisalana* como uma estratégia promissora para impulsionar o desenvolvimento local e gerar insumos de interesse para a indústria farmacêutica. Para esse fim, empregou-se a resina macroporosa Purolite™ PuroSorb™ PAD950 no RLS visando à obtenção de frações enriquecidas com metabólitos secundários, como flavonoides e saponinas. Utilizaram-se solventes ambientalmente amigáveis, como água e etanol, como fase móvel, favorecendo a valorização integral do resíduo agroindustrial e contribuindo para a consolidação de uma economia circular e sustentável, em consonância com as metas estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

METODOLOGIA

Material vegetal

O resíduo líquido de sisal (RLS) foi coletado em julho de 2024, na zona rural do município de São Domingos, Bahia, Brasil (Latitude: -11.467681, Longitude: -39.520911). O material foi obtido diretamente da saída da máquina desfibradora, imediatamente após o processamento das folhas de *Agave sisalana*. O RSL foi inicialmente filtrado em malha fina para remoção de partículas sólidas, transferido para recipiente de vidro âmbar estéril de 4L e submetido à fermentação por 30 dias a temperatura constante de 31 ± 2 °C, visando preservar suas características físico-químicas e microbiológicas.

Resina macroporosa

No ensaio de purificação do RLS fermentado, utilizou-se 600 g de uma resina adsorvente do tipo polimetacrílico macroporoso, não-iônica (PAD950 – PuroSorb™, Purolite™). Na etapa de adsorção estática, 1000 mL do RLS fermentado foram submetidos à agitação em shaker por 6 horas, a 25 rpm. Em seguida, a resina foi lavada com água e condicionada em uma coluna de vidro com 2,5 cm de diâmetro, resultando em um leito empacotado de 31 cm de altura e 800 mL de volume (*bed volume*, BV). Em seguida, iniciou-se a etapa de dessorção dinâmica. A eluição dos compostos adsorvidos foi realizada mediante um gradiente crescente de polaridade, seguindo-se a aplicação sequencial de 1,5 BV de etanol a 30% (1200 mL), 1,5 BV de etanol a 50% (1200 mL), 2 BV de etanol a 70% (1600 mL), 2 BV de etanol a 80% (1600 mL) e 2 BV de etanol a 100% (1600 mL). A dessorção foi conduzido com uma vazão constante de 3BV/h, equivalente a aproximadamente 41 mL/min. As frações foram coletadas a cada 1,5 BV e 2BV e posteriormente concentradas utilizando técnicas de liofilização e rotaevaporação.

Análise das frações por CLAE-DAD

As frações foram monitoradas através da cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a detector de arranjo de diodo (CLAE-DAD) a fim de observar o comportamento da separação dos compostos de interesse. As análises foram realizadas em um sistema cromatográfico Agilent 1260 Infinity II (Agilent Technologies, EUA). Foi empregada uma coluna C18 (Infinity Lab Poroshell 120; 3.0×150 mm; 4 micron), utilizando como fase móvel água ultrapura (Milli-Q) acidificada com 0,1% de H_3PO_4 (fase A) e metanol grau HPLC (fase B). O gradiente de eluição consistiu em: 0–5 min, 20% B; 5–35 min, 100% B; 35–40 min, 100% B; 40–45 min, 20% B; 45–50 min, 20% B; 50–53 min, 0% B; 53–55 min, 20% B. As amostras foram solubilizadas em água ultrapura nas concentrações de 10 mg/mL para as frações obtidas da resina macroporosa. Em cada corrida, foi injetado um volume de 20 µL, com fluxo de 0,8 mL/min. O monitoramento foi realizado no comprimento de onda de 280 e 360 nm, a fim de triar a separação dos grupos fitoquímicos presentes nas frações.

Avaliação qualitativa de saponinas

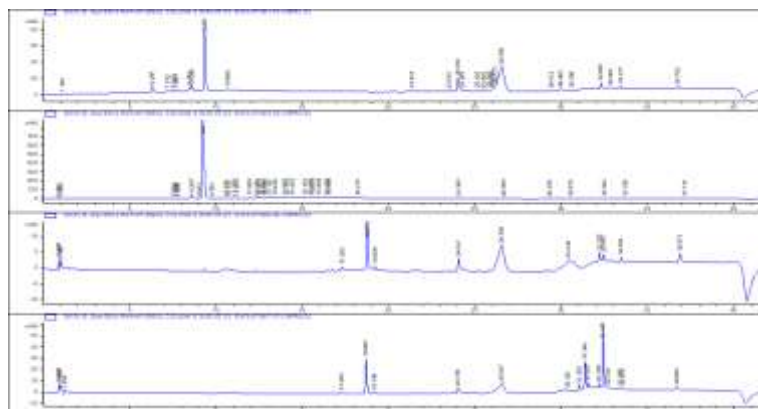
Para avaliar o enriquecimento de saponinas nas frações obtidas a partir do uso da resina macroporosa, foi empregado o teste qualitativo de espuma, utilizando metodologia adaptada da Apostila de Aula Prática de Farmacognosia da UEL (SBFgnosia). Para isso, foram adicionados 1 mL das amostras líquidas a 4 mL de água ultrapura em tubos de ensaio. Em seguida, os tubos foram agitados energicamente por 30 segundos e deixados em repouso por 15 minutos, procedendo-se então à análise qualitativa da presença de espuma persistente como indicativo positivo para presença de saponinas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da fermentação associada ao uso de resina macroporosa mostrou-se uma estratégia eficiente, sustentável e de baixo custo, quando comparado a outras técnicas de purificação, para obtenção de compostos bioativos a partir do resíduo líquido (RSL) de *A. sisalana*. Previamente, o processo fermentativo foi empregado como etapa de *clean-up* para reduzir o teor de açúcares da matriz, cuja complexidade dificultava a separação dos metabólitos de interesse (Santos et al., 2015). Os principais compostos buscados foram flavonoides e saponinas, ambos previamente descritos no sisal e reconhecidos por seus potenciais efeitos biológicos. O interesse pelos flavonoides tem crescido devido aos seus benefícios à saúde, principalmente por sua ação antioxidante (Pedro et al., 2024), que envolve a captura de radicais livres e a quelagem de metais que catalisam a peroxidação lipídica (Prevedello, et al. 2021).

O resíduo líquido de *Agave sisalana* (RLS) foi submetido a processos de adsorção e dessorção utilizando resina macroporosa. Durante esse procedimento, foram obtidas sete frações, com volumes variando entre 1,5 e 2 volumes da coluna (BV), correspondendo a aproximadamente 1200 mL a 1600 mL. As frações obtidas foram concentradas e posteriormente analisadas por cromatografia em camada delgada (CCD), permitindo a identificação de similaridades nos perfis químicos. Com base nesses resultados, as frações com perfis cromatográficos semelhantes foram reunidas, originando quatro frações finais: Fração 1, enriquecida em açúcares; Fração 2, predominantemente composta por saponinas; Fração 3, rica em flavonoides; e Fração 4, contendo flavonoides e pigmentos. As análises por cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos (CLAE-DAD) confirmaram a distinção entre os perfis químicos das frações, conforme apresentado na Figura 1, evidenciando a eficiência do método na separação e enriquecimento dos compostos bioativos.

Figura 1: Cromatograma e espectro UV das frações 1, 2, 3 e 4 respectivamente, obtida por meio do processo de dessorção e resina macroporosa do resíduo líquido de *A. sisalana*, analisada por CLAE-DAD.



É importante destacar que, embora a Fração 2 tenha apresentado um perfil cromatográfico semelhante ao da Fração 1 nas análises por CLAE-DAD, o teste qualitativo específico para saponinas indicou que essa classe de metabólitos está concentrada exclusivamente na Fração 2. Esse fenômeno pode ser atribuído à presença de grupos cromóforos comuns em ambas as frações, o que compromete a especificidade da detecção por CLAE-DAD. Além disso, devido às características químicas das saponinas, como baixa absorção no UV-vis, essas substâncias frequentemente não são detectadas de forma eficiente por esse tipo de detector. No contexto industrial atual, as saponinas possuem ampla aplicação, especialmente como precursores na semissíntese de hormônios sexuais, corticosteroides e diuréticos (Loloke et al., 2025). Além disso,

estudos têm demonstrado suas atividades citotóxicas relevantes, incluindo efeitos promissores contra células tumorais (Chen et al., 2011).

Por fim, devido a quantidade de massa obtida na fração rica em saponinas, e visto que ela não se encontra isolada mas enriquecida em sisalinas, o projeto de pesquisa terá continuidade a fim de purificar as moléculas de desejo. As técnicas de Cromatografia em Coluna Flash e o uso de CLAE-PREPARATIVO serão avaliadas como alternativa de purificação das frações obtidas, junto as técnicas de elucidação por espectrometria de massas e ressonância magnética nuclear.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do RSL em associação à resina macroporosa e à análise por CLAE-DAD demonstrou ser uma estratégia eficiente para obter frações enriquecidas em compostos bioativos de *Agave sisalana*, como saponinas e flavonoides, por meio de metodologias menos agressivas ao meio ambiente. O projeto, em andamento, vem sendo expandido para o isolamento e elucidação estrutural dos compostos identificados, utilizando cromatografia em coluna do tipo flash para otimizar a separação das frações previamente enriquecidas, em especial a fração rica em saponinas, e posterior elucidação estrutural utilizando ressonância magnética nuclear e espectrometria de massas. Essa abordagem valoriza a matéria-prima proveniente de resíduos vegetais do semiárido, contribuindo para o avanço científico e para o desenvolvimento econômico regional.

REFERÊNCIAS

CHEN, P. Y. *et al.* Cytotoxic steroidal saponins from *Agave sisalana*. *Planta Medica*, Stuttgart, v. 77, n. 9, p. 929–933, jun. 2011.

DIAS, L. S.; *et al.* Incorporação de resíduos da produção de fibras de sisal em argamassa: efeitos nas propriedades físicas e mecânicas. *Matéria* (RJ), v. 26, n. 3, p. e13034, 2021.

FEDERICA, B.; *et al.* Sour cherry (*Prunus cerasus* L) anthocyanins as ingredients for functional foods, *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, (2004), 5, 253–258.

SANTOS, J. D. Produção e consumo/Production and consumption. In: ANDRADE, Wilson (Org. e Coord.). *O Sisal do Brasil/ Brazilian Sisal*. SINDIFIBRAS, 2006. Salvador.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. Apostila de Aula Prática de Farmacognosia: Saponinas. SBFgnosia. Londrina: UEL, [s.d.].

VIEL, A. M.; *et al.* Effect of *Agave sisalana* Perrine extract on the ovarian and uterine tissues and fetal parameters: comparative interventional study. *International Multispecialty Journal of Health*, v. 3, p. 129–138, 2017.

BARRETO, Stella Maria Andrade Gomes et al. Evaluation of in vitro and in vivo safety of the by-product of *Agave sisalana* as a new cosmetic raw material: Development and clinical evaluation of a nanoemulsion to improve skin moisturizing. *Industrial Crops and Products*, v. 108, p. 470–479, 2017.

FREITAS, E. E. S. *et al.* Adsorption and nanoencapsulation: Innovative strategies for recovery and protection of flavonoids from *Malpighia emarginata* DC (acerola) pomace extract. *Food Chemistry*, p. 145121, 2025.

KAUL, Kanak; RAJAURIA, Gaurav; SINGH, Rajni. Valorization of agro-industrial waste for pectinase production and its influence on circular economy. *Food and Bioproducts Processing*, v. 148, p. 141–153, 2024.

PEDRO, Alessandra Cristina et al. Valorization of bioactive compounds from juice industry waste: Applications, challenges, and future prospects. *Trends in Food Science & Technology*, v. 152, p. 104693, 2024.

PREVEDELLO, Maiara Trindade et al. Antioxidantes e sua relação com os radicais livres, e Doenças Crônicas Não Transmissíveis: uma revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 55244–55285, jun. 2021.