

## QUÍMICA SUSTENTÁVEL NA CONSERVAÇÃO DE MONUMENTOS HISTÓRICOS: EXPLORAÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS COMO ALTERNATIVA ECO-CONSCIENTE

Wilkins O. de Barros<sup>1</sup>; Isabel C. L. de Sousa<sup>2</sup>; Maria C. S. M. Lage<sup>3</sup>; Benedito B. F. Filho<sup>4</sup>

(1) Departamento de Química - Universidade Federal do Piauí (UFPI)

(2) Curso Arqueologia da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

(3) Docente no curso de Graduação em Arqueologia da Universidade Federal do Piauí (UFPI)

(4) Docente no Departamento de Química Universidade Federal do Piauí (UFPI)

**Palavras-Chave:** Arqueometria; biodepósitos; Concentrados Naturais

### Introdução

Com uma distribuição massiva ao redor do mundo, a arte rupestre emerge como um testemunho arqueológico singular e uma expressão artística ancestral, profundamente entranhada na história. No Piauí, por exemplo, essa forma de arte está enraizada em mais de dois mil sítios arqueológicos, dispersos por mais de 100 municípios em todo o Estado. Esses sítios revelam uma riqueza de técnicas, estilos, temas e cores, oferecendo vislumbres fascinantes da vida cotidiana dos antigos habitantes da região. No entanto, apesar de sua ubiquidade, as representações nas pinturas rupestres muitas vezes desafiam interpretações claras, provocando um intrigante mistério tanto para os pesquisadores quanto para o público em geral (BRUNET, VIDAL e VOUVE, 1985).

A definição de um sítio arqueológico transcende simplesmente a presença de vestígios materiais; é um local de importância histórica onde os sinais da atividade humana, seja na forma de arte, ferramentas ou outros artefatos, ecoam através dos tempos. Conforme estipulado pelos artigos 1º e 2º da Conferência da UNESCO em Paris de 1972, é imperativo preservar esses sítios como testemunhos tangíveis das sociedades passadas, reconhecendo-os como patrimônios culturais e naturais da humanidade. No entanto, esses locais enfrentam ameaças constantes de degradação, tanto por forças naturais quanto por intervenções humanas (LAGE et al., 2005).

Ao longo das últimas décadas, cientistas têm se dedicado ao desenvolvimento de métodos avançados para a preservação desses espaços, compreendendo as ameaças que podem comprometer as pinturas rupestres. Fatores naturais como intemperismo físico e químico, variações pluviométricas, exposição aos raios ultravioleta e infravermelhos, além da ação de microrganismos e fauna local, se somam aos impactos causados por atividades humanas, como o vandalismo e o turismo desordenado. Diante da inestimável importância desses monumentos, ações de investigação, controle e reparo devem ser conduzidas com base em técnicas precisas que capturem a verdadeira essência das pinturas rupestres e suas transformações ao longo do tempo.

As Ciências Naturais desempenham um papel crucial na compreensão dos artefatos arqueológicos, fornecendo *insights* significativos sobre a produção, modos de vida e hábitos alimentares das civilizações antigas. Utilizando técnicas analíticas não destrutivas, é possível mapear a trajetória desses vestígios ao longo do tempo, enriquecendo nosso entendimento sobre o comportamento das populações antigas (LAGE e FARIAS FILHO, 2018).

No esforço de preservar esses sítios, os óleos essenciais e extratos de plantas emergem como uma ferramenta promissora para controlar a biodeterioração das pinturas rupestres. Embora biocidas tenham sido amplamente utilizados para desvitalizar organismos que comprometem as rochas, a crescente preocupação com a toxicidade desses produtos tem impulsionado a busca por métodos alternativos, como a extração direta de compostos de plantas (FAVERO-LONGO, 2022).

Este estudo específico teve como objetivo explorar o potencial biocida de extratos de plantas comuns, como cebolinha, erva-doce, coentro, hortelã, cravo-da-índia e alecrim, para combater a biodeterioração nos biodepósitos de insetos construtores (cupins) no sítio arqueológico Morro do Letreiro, situado na zona rural de Palmeirais, Piauí. Este sítio histórico abriga uma variedade de pinturas rupestres, representativas de diferentes estilos e períodos. Durante o estudo, foram conduzidas experiências em duas etapas distintas, com um intervalo de 60 dias, visando avaliar a eficácia dos extratos na redução ou interrupção dos fatores responsáveis pela deterioração das pinturas.

## Material e Métodos

Foram preparadas seis amostras de concentrados naturais, compostas por cebolinha (*Allium schoenoprasum*), erva-doce (*Pimpinella anisum*), coentro (*Coriandrum sativum*), hortelã (*Mentha spicata*), cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e alecrim (*Salvia rosmarinus*). Cada amostra foi pesada em 10g utilizando uma balança analítica (modelo ME 204/A da METTLER TOLEDO, Columbus, Ohio, EUA) e acondicionada em uma solução de volume total de 100 ml, composta por 30% de água destilada e 70% de álcool etílico P.A (marca Dinâmica, Indaiatuba, São Paulo, Brasil). O processo de extração ocorreu ao longo de um período de 15 dias. Posteriormente, os produtos foram submetidos à filtração utilizando filtros de papel e os solventes foram evaporados utilizando um rota-evaporador (modelo 802 da Fisatom, São Paulo, São Paulo, Brasil).

As frações obtidas, resultantes do processo de extração das amostras concentradas de plantas mencionadas anteriormente, revelaram volumes finais variados, destacando-se uma faixa entre 10 ml e 25 ml. Este fenômeno pode ser atribuído às propriedades físico-químicas específicas de cada espécie vegetal e às características intrínsecas dos compostos bioativos presentes em suas composições.

A aplicação dessas frações foi conduzida *in situ* no sítio arqueológico Morro do Letreiro, localizado no município de Palmeirais - PI. O critério para a escolha dos locais de aplicação baseou-se na identificação de áreas com evidências de presença de colônias de cupins, com preferência por locais próximos a manifestações pictóricas, devido ao potencial atrativo que tais regiões exercem sobre esses insetos.

Ao longo do ano de 2022, foram realizadas duas visitas ao sítio arqueológico: a primeira em 10 de junho e a segunda em 12 de agosto. Em cada uma dessas ocasiões, foram efetuadas pelo menos três aplicações das frações concentradas, distribuídas ao longo do intervalo de tempo de 30 minutos entre cada aplicação. Este protocolo foi desenvolvido visando otimizar a eficácia da aplicação e a absorção dos compostos pelas colônias de térmitas, maximizando assim o potencial de repelência ou controle desses insetos.

Essa abordagem sistemática e cuidadosamente planejada permitiu uma investigação rigorosa dos efeitos das frações concentradas de plantas sobre as Termiteira presentes no sítio

arqueológico, fornecendo compreensão para traçar estratégias de conservação e preservação do patrimônio histórico e cultural ali existente.

## Resultados e Discussão

Ao longo do estudo, cada amostra foi meticulosamente numerada de um a seis, conforme detalhado na Tabela 1. Essa estratégia foi adotada para garantir a segregação eficaz dos extratos utilizados, minimizando a possibilidade de contaminação entre diferentes cupinzeiros. Tal precaução é fundamental para preservar a integridade dos dados coletados e a confiabilidade das conclusões obtidas. Essa abordagem sistemática foi aplicada em todas as etapas do processo experimental, desde a coleta das amostras em campo até a análise minuciosa dos resultados em laboratório, proporcionando assim uma base sólida para a interpretação dos achados.

Tabela 1: Numeração dos extratos aplicados *in situ*.

Ingrediente principal do concentrado	Numeração	Volume mL
Coentro	1	18
Erva-doce	2	20
Cravo-da-índia	3	15
Hortelã	4	25
Alecrim	5	10
Cebolinha	6	19

Fonte: Autores, 2024.

No dia 10 de junho, a aplicação dos extratos foi conduzida de duas maneiras distintas: na sua forma pura e diluída numa proporção de 1:1 com álcool P.A, onde o extrato puro é identificado como "a" e o extrato diluído como "b". Essas diferentes modalidades de aplicação foram planejadas visando explorar o potencial de cada extrato em sua concentração original e avaliar a eficácia de sua diluição. A diferenciação entre as formas pura e diluída dos extratos, como representado na figura subsequente, foi fundamental para a análise dos resultados, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos efeitos das diferentes concentrações nos resultados obtidos.

A Figura 1 oferece uma representação visual da aplicação dos extratos naturais nos biodepósitos de deterioração, destacando a complexidade do ambiente de estudo e a interação dinâmica entre os agentes de controle e os biodepósitos. Durante a aplicação dos concentrados, observou-se uma variedade de respostas por parte dos biodepósitos, evidenciando a dinâmica das interações biológicas no ambiente investigado.



Figura 1: Aplicação dos extratos naturais nos biodepósitos de deterioração.



Fonte: Autores, 2024.

Algumas amostras apresentaram uma resposta mais rápida e pronunciada à aplicação dos extratos, como observado nas amostras um (coentro) e três (cravo-da-índia). Esses achados corroboram com estudos anteriores, como o de Weseler (2005), que destacou a eficácia de certos compostos na inibição do crescimento microbiano.

Ao analisar as reaplicações realizadas em 12 de agosto de 2022, observou-se uma variação significativa na atividade das colônias, indicando a influência de diversos fatores temporais e ambientais na eficácia dos tratamentos, como evidenciado na Figura 2.

Figura 2: Reaplicação dos extratos naturais nos biodepósitos de deterioração



Fonte: Autores, 2024.

Destacou-se a eficácia do concentrado de alecrim, bem como a variabilidade na resposta dos biodepósitos aos diferentes extratos aplicados. Os resultados indicam a importância de uma abordagem integrada e adaptativa no controle de biodepósitos, levando em consideração não apenas a eficácia dos tratamentos, mas também sua sustentabilidade e impacto ambiental.

Essa análise mais aprofundada proporciona esclarecimento sobre a dinâmica das interações biológicas no contexto do controle de biodepósitos, destacando a complexidade do ambiente natural e a necessidade de uma abordagem multidisciplinar, sendo fundamental o planejamento das ações para acompanhar a evolução no desenvolvimento de métodos de controle eficientes.

## Conclusões

Este estudo destaca a importância dos extratos naturais de plantas do nosso cotidiano no combate e controle dos biodepósitos de deterioração, especialmente em contextos como sítios arqueológicos. Esses extratos se mostram valiosos por serem econômicos e menos prejudiciais ao meio ambiente quando comparados às alternativas comerciais, muitas vezes repletas de compostos tóxicos.

Ao lidar com sítios arqueológicos, é crucial adotar uma abordagem ponderada e cuidadosa em relação às intervenções realizadas. O objetivo é minimizar os impactos, inclusive os resíduos de aplicação, em áreas de interesse histórico, como os sítios de arte rupestre. Nesse sentido, desenvolver modelos de aplicação e acompanhar de perto as áreas tratadas são passos essenciais. Isso não apenas garante a eficácia das ações, mas também fornece uma base sólida para futuras pesquisas, tanto com novos extratos de plantas quanto em outros sítios arqueológicos com desafios semelhantes.

É evidente que alguns extratos se destacaram desde a primeira etapa do estudo, mostrando-se eficazes em inibir as atividades dos insetos construtores próximos às pinturas rupestres. Nesse contexto, merecem destaque o coentro (*Coriandrum sativum*) e o cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*). Essas descobertas não só oferecem soluções práticas e acessíveis para a conservação do patrimônio histórico e cultural, mas também destacam a importância de abordagens sustentáveis e respeitosas com o meio ambiente em pesquisas arqueológicas.

termite

## Agradecimentos

Expressamos nossa gratidão aos órgãos CNPq e UFPI pelo apoio financeiro fornecido através das bolsas de iniciação científica concedidas a Isabel Cristina Lira de Sousa e Wilkins Oliveira de Barros.

## Referências

BRUNET, J., VIDAL, P. & VOUVÉ, J. Conservation de l'art rupestre – deux études, glossaire illustré. Unesco, Études et documents sur le patrimoine culturel, n° 7, 1985.

FAVERO-LONGO, Sergio E. et al. A first assessment of the biocidal efficacy of plant essential oils against lichens on stone cultural heritage, and the importance of evaluating suitable application protocols. **Journal of Cultural Heritage**, v. 55, p. 68-77, 2022.



LAGE, M. C. S. M.; BORGES, Jóina Freitas; ROCHA JÚNIOR, Simplício dos Santos. Sítios de Registros Rupestres: Monitoramento e Conservação. **Mneme (Caicó. Online)**, Recife, v. 1, n.1, p. 01-24, 2005.

LAGE, Maria da Conceição Soares Meneses; FARIAS FILHO, Benedito Batista. Arqueometria aplicada à conservação de sítios de arte rupestre. In: **Cadernos do Lepaarq**, v. XV, n.30., p. 327-343, Jul-Dez, 2018.

REICHLING, Jürgen et al. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties—an overview. *Forschende Komplementärmedizin/Research in **Complementary Medicine***, v. 16, n. 2, p. 79-90, 2009.

WESELER, A. H. K. R. et al. A novel colorimetric broth microdilution method to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) of antibiotics and essential oils against *Helicobacter pylori*. **Die Pharmazie-*An International Journal of Pharmaceutical Sciences***, v. 60, n. 7, p. 498-502, 2005.