

PIGMENTOS NATURAIS AMAZÔNICOS PARA PRODUÇÃO DE TINTAS SUSTENTÁVEIS: POTENCIAL PARA APLICAÇÕES EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, QUÍMICA E OFICINAS ARTÍSTICAS

P. L. M. PICANÇO, V. H. C. SOUZA, M. F. F. NOGUEIRA, F. W. V. PEREIRA,
E. RAPHAEL

*Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia- EST/UEA
Manaus, Brasil (pedrompplevy@gmail.com)*

Este trabalho apresenta uma revisão da literatura acerca dos principais pigmentos naturais amazônicos, abordando sua composição química, aplicações tradicionais, vantagens ambientais e potencial para a produção de tintas sustentáveis e aplicação em oficinas educacionais. Os resultados evidenciam a relevância desses recursos para a valorização da biodiversidade amazônica e para o desenvolvimento de soluções ambientalmente responsáveis.

Palavras-chave: Pigmentos naturais; Tintas sustentáveis; Biodiversidade amazônica; Oficinas educacionais.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com os impactos ambientais decorrentes do uso intensivo de recursos não renováveis e da produção de substâncias sintéticas torna necessário o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis para diferentes setores da sociedade (Assunção e de Deus, 2022). Diante disso, Rodríguez-Mena *et al.*, (2023), abordaram que os pigmentos naturais têm despertado crescente interesse por constituírem uma opção de origem renovável, biodegradável e potencialmente menos impactante ao meio ambiente quando comparados aos pigmentos sintéticos. Além disso às demandas por materiais mais sustentáveis e, portanto, que se alinham aos princípios da química verde, Anastas e Warner (1998), afirmaram que esta propõe o desenvolvimento de produtos e processos que reduzam ou eliminem o uso e a geração de substâncias perigosas, a fim de minimizar impactos ambientais e incentivar processos produtivos mais eficientes. Sendo assim o estudo dos pigmentos naturais busca integrar ciência, inovação e sustentabilidade.

A Amazônia abriga uma das maiores biodiversidades do planeta como destacou Barbieri (2020), entre essa riqueza, se sobressai uma ampla variedade de espécies vegetais que apresentam elevado potencial como fontes de pigmentos naturais. Os frutos, sementes, cascas, folhas, flores e raízes concentram metabólitos secundários responsáveis por uma grande diversidade de cores, tais como antocianinas, carotenoides, clorofilas, flavonoides e taninos se fazem presentes (Wang *et al.*, 2021). Além de desempenharem funções essenciais para a fisiologia vegetal, esses compostos apresentam propriedades químicas que despertam interesse em diferentes áreas do conhecimento,

incluindo a produção de tintas, materiais artísticos, cosméticos, alimentos e outros produtos de base natural. Contudo, muitas espécies amazônicas ainda permanecem pouco investigadas quanto às suas características químicas e às possibilidades de aplicação tecnológica (Melo e Diaz, 2025).

Segundo Santos *et al.*, (2022), a utilização de pigmentos naturais também possui profundo significado histórico e cultural na região amazônica, isso se torna visível quando associado ao desenvolvimento dos pigmentos, em que povos originários empregavam substâncias extraídas de plantas, sementes, frutos, argilas e outros materiais naturais na pintura corporal, na ornamentação de objetos, em manifestações culturais e em práticas ritualísticas, permitindo uma compreensão além da visão industrial. Esses conhecimentos, transmitidos entre gerações, representam um importante patrimônio cultural e evidenciam a relação entre as comunidades tradicionais e a biodiversidade local dos povos da Amazônia. Como abordou Ferraz *et al.*, (2026), a valorização dos pigmentos naturais não se restringe ao desenvolvimento de novos materiais, mas também contribui para o reconhecimento dos saberes tradicionais, da diversidade cultural e da identidade dos povos amazônicos.

Sob a perspectiva química, os pigmentos naturais constituem um importante recurso didático para a compreensão de diversos conceitos científico. Uma vez que o estudo de sua composição molecular permite abordar conteúdos relacionados à estrutura química, grupos cromóforos, sistemas conjugados, absorção da luz, espectro de cores, propriedades ácido-base, influência do pH sobre a coloração, estabilidade química e processos de extração (Enaru *et*

al., 2021). A obtenção é um outro fator que possibilita discutir princípios da Química Verde e métodos de extração mais sustentáveis, promovendo uma aprendizagem contextualizada e conectada aos desafios ambientais contemporâneos.

Nesse meio, a utilização de pigmentos naturais em oficinas artísticas apresenta um potencial educativo por integrar ciência, arte e educação ambiental, como destacado anteriormente. Para Oliveira *et al.* (2024), a produção de tintas naturais permite desenvolver atividades experimentais que estimulam a criatividade, a observação, a investigação científica e a compreensão dos fenômenos químicos envolvidos na obtenção e aplicação desses materiais, nessas oficinas se favorece abordagens interdisciplinares, aproximando conteúdos de Química, Biologia, Arte e Educação Ambiental, ao mesmo tempo que promovem a valorização da biodiversidade amazônica e dos conhecimentos tradicionais associados ao uso dos recursos naturais.

Com base nesse cenário, observa-se que os pigmentos naturais amazônicos possuem viabilidade de substituição aos pigmentos sintéticos, reunindo potencial científico, tecnológico, ambiental, educacional e cultural. Apesar disso, as informações disponíveis na literatura encontram-se dispersas entre diferentes áreas do conhecimento, dificultando uma compreensão integrada sobre suas características químicas, aplicações e potencial educativo. Portanto, essa pesquisa tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica acerca da utilização de pigmentos naturais amazônicos como alternativa aos pigmentos sintéticos, enfatizando seus aspectos químicos, sua relação com a biodiversidade regional, sua importância para a valorização dos conhecimentos tradicionais e seu potencial de aplicação em oficinas artísticas voltadas ao ensino de Química e à educação ambiental. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão da literatura com base em artigos científicos, livros, dissertações, teses e documentos técnicos que abordam a temática sob diferentes perspectivas e bordando diversas áreas, buscando integrar os principais conhecimentos produzidos sobre o assunto.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica. A pesquisa exploratória buscou proporcionar maior familiaridade com o tema estudado, enquanto a pesquisa descritiva reuniu, organizou e descreveu informações relevantes encontradas na literatura científica.

Para a coleta de dados, foram consultadas bases de dados científicas reconhecidas, incluindo Google Acadêmico, Scopus e ScienceDirect, selecionadas por sua ampla utilização no meio acadêmico, por

possibilitarem buscas refinadas e por reunirem um expressivo acervo de publicações científicas revisadas por pares. Os critérios de inclusão, selecionaram artigos científicos, dissertações, teses e documentos acadêmicos publicados entre 2020 e 2026, disponíveis na íntegra e diretamente relacionados à temática da pesquisa, priorizando estudos que abordaram a composição química de pigmentos naturais, suas aplicações, vantagens ambientais e utilização em atividades educativas e artísticas. Para o critério de exclusão, foram descartadas publicações duplicadas, a fim de evitar duplicidade de informações, estudos que não apresentavam relação direta com o tema investigado, trabalhos com informações insuficientes para a análise proposta e documentos publicados fora do período estabelecido.

As estratégias de busca envolveram o uso de palavras-chave, como pigmentos naturais, pigmentos sintéticos, composição química e impacto ambiental, além da utilização de descritores exatos, como "corantes naturais da Amazônia", "pigmentos naturais e sintéticos", "Carotenóides" e entre outras, visando ampliar a abrangência e a precisão dos resultados obtidos.

Os dados obtidos foram organizados em subtópicos temáticos, possibilitando a análise comparativa das informações encontradas na literatura, no qual foi construída a discussão, a partir do diálogo entre os diferentes autores, buscando identificar convergências, divergências e contribuições relevantes para a compreensão do potencial dos pigmentos naturais amazônicos na produção de tintas sustentáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pigmentos naturais e sintéticos

Observa-se em grande parte das literaturas que se voltaram para análises do uso de corantes sintéticos, tais como derivados do petróleo ou compostos inorgânicos, uma preocupação com os impactos ambientais causados por tais pigmentos, o que tem impulsionado pesquisas voltadas ao desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis, entre elas destaca-se a substituição por corantes naturais. Segundo Fried *et al.* (2022), os pigmentos naturais representam uma alternativa promissora por serem provenientes de recursos renováveis e apresentarem menor toxicidade, quando comparados aos corantes sintéticos utilizados em diferentes setores industriais.

Contudo, a utilização de corantes naturais já se faz presente na humanidade há milênios, como evidencia Puglieri e Maccarelli (2023), que indicaram a biodiversidade amazônica como uma importante fonte de pigmentos naturais utilizados pelos povos tradicionais da região, que utilizam dessa riqueza de

forma sustentável, sendo frequentemente mencionadas na literatura espécies como o urucum (*Bixa orellana*) Figura 1, o jenipapo (*Genipa americana*), o cajú (*Arrabidaea chica*), o açaí (*Euterpe oleracea*), entre outras. De acordo com Moragas-Tellis *et al.* (2020), o cajú apresenta elevada concentração de antocianidinas bioativas responsáveis pelas colorações avermelhadas e arroxeadas observadas em suas folhas, quando amassadas, demonstrando potencial para aplicações como corante natural, uma planta que já era de conhecimento dos povos da região e que passa a ser estudada para aplicação industrial.



Figura 1: Urucum (*Bixa orellana*). Autoria própria.

Composição química e desafios principais

Do ponto de vista químico, a literatura indica que os pigmentos naturais são constituídos principalmente por carotenoides, flavonoides, antocianinas, betalainas e clorofilas, possuindo características visuais distintos devido a suas propriedades químicas, como observado na Figura 2, que exemplifica os principais compostos que garantem as cores características ao urucum, jenipapo e cajú respectivamente.

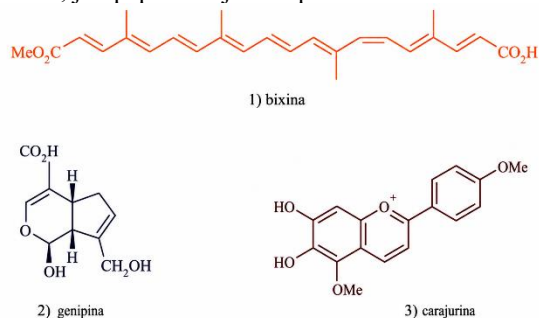


Figura 2: Estruturas químicas: (1) bixina, (2) genipina e (3) carajurina, destacadas com cores representativas dos pigmentos característicos de cada composto. Autoria própria.

Zhang *et al.* (2023) destacaram que os carotenoides são responsáveis pelas tonalidades amarelas, alaranjadas e vermelhas, exemplificado pelo urucum,

enquanto as antocianinas produzem cores que variam do vermelho ao azul em função das condições do meio, especialmente do pH. Além disso, esses compostos frequentemente apresentam atividade antioxidante, característica que amplia seu interesse tecnológico e ambiental.

A estabilidade desses pigmentos é um dos aspectos mais estudados atualmente. Li *et al.* (2023), abordaram que fatores como temperatura, luminosidade, presença de oxigênio e variações de pH podem influenciar significativamente a intensidade e a durabilidade dos pigmentos, diante disso os autores ressaltam que técnicas de encapsulamento e estabilização vêm sendo desenvolvidas para aumentar a resistência desses compostos e ampliar suas aplicações industriais, mas ainda com limitações.

Um dos grandes desafios atuais no contexto dos pigmentos naturais é a obtenção da coloração azul característica do jenipapo (*Genipa americana* L.) que ainda se apresenta como um desafio tecnológico, principalmente porque o fruto não contém naturalmente o pigmento azul, segundo Ahmed *et al.* (2024) o composto majoritário presente na polpa é a genipina, um iridoide incolor que necessita reagir com grupos amina provenientes de aminoácidos, peptídeos ou proteínas para formar os pigmentos azuis. Dessa forma, a intensidade da cor depende diretamente das condições de processamento, como pH, temperatura, disponibilidade de oxigênio, concentração de compostos nitrogenados e tempo de reação, é notável que o teor de genipina varia conforme o estágio de maturação do fruto, o método de extração e as condições de armazenamento da matéria-prima, são fatores que tornam a obtenção de uma coloração uniforme ainda mais complexa.

Potencial substituto

Os aspectos ambientais, como abordado em tópicos anteriores, chama atenção dos pesquisadores por conta da necessidade de uma mudança real da matriz atualmente utilizada na produção de pigmentos. Sharma *et al.* (2021) afirmaram que a utilização de pigmentos naturais contribui para a valorização de resíduos agrícolas e biomassa vegetal, favorecendo estratégias de economia circular, que é quando o resíduo produzido em um processo produtivo retorna a ele como matéria-prima. Para Benucci *et al.* (2022) a obtenção de corantes a partir de matérias-primas vegetais reduz a dependência de derivados petroquímicos e pode diminuir a geração de resíduos potencialmente tóxicos associados aos processos industriais convencionais, somando tais afirmações é reconhecível o potencial benéfico que a transição para o uso e pigmentos naturais traz ao meio ambiente. Conectando novamente com o cenário da Amazônia, os pigmentos naturais amazônicos indicam uma

potencialidade para a produção de tintas sustentáveis voltadas para aplicações educacionais, culturais e artísticas. Segundo Fried *et al.* (2022) a substituição gradual de pigmentos sintéticos por alternativas de origem biológica pode contribuir para processos produtivos mais sustentáveis, embora seja promissora tal transição deve ser incorporada à sociedade desde cedo, Oliveira (2022) observou que o uso de tintas produzidas a partir de pigmentos naturais em atividades educativas favorece a integração entre conhecimentos científicos, arte e educação ambiental, promovendo a valorização da biodiversidade local e a conscientização sobre práticas sustentáveis, unindo educação ambiental, ciência e inovação

Aplicações educacionais dos pigmentos naturais

A literatura especializada aponta que o uso de tintas e pigmentos de origem natural no contexto educacional representa uma estratégia pedagógica eficaz para integrar conteúdos científicos, artísticos e de educação ambiental. Segundo Oliveira (2022), o uso de tintas produzidas a partir de pigmentos naturais em atividades educativas favorece a integração entre conhecimentos científicos, arte e educação ambiental, promovendo a valorização da biodiversidade local e a conscientização sobre práticas sustentáveis.

Uso de tintas naturais em educação ambiental

A inserção de pigmentos naturais em atividades de educação ambiental tem demonstrado resultados promissores, especialmente quando associada ao reconhecimento da biodiversidade regional. Fried *et al.* (2022), afirmaram que a substituição gradual de pigmentos sintéticos por alternativas de origem biológica pode contribuir para processos produtivos mais sustentáveis e, quando incorporada desde cedo à

sociedade, torna-se um veículo de conscientização ambiental. A valorização dos saberes tradicionais dos povos amazônicos, que há milênios utilizam espécies como o urucum (*Bixa orellana*), o jenipapo (*Genipa americana*) e o cajú (*Arrabidaea chica*) como fontes de corante natural, integra ciência e cultura de forma orgânica no processo educativo. Nesse mesmo sentido, Vanuchi e Braibante (2021) demonstraram, a partir de oficina temática desenvolvida com estudantes do ensino médio, que o resgate dos saberes indígenas sobre corantes naturais — como o urucum, o jenipapo e o pau-brasil — pode ser articulado ao ensino de Química orgânica, atendendo simultaneamente à Lei nº 11.645/2008, que torna obrigatório o estudo da história e cultura indígena na educação básica.

O aproveitamento pedagógico desses pigmentos vai além do simples uso como material de pintura. Almeida, Martinez e Pinto (2017), destacaram que a química de produtos naturais brasileiros constitui um campo fértil para a articulação entre tradição e ciência, oferecendo embasamento teórico para a compreensão dos mecanismos químicos subjacentes à coloração desses pigmentos. A manipulação dos corantes naturais em ambiente escolar permite abordar conceitos de química, como pH, reações de oxidação e estabilidade de compostos, Figura 3, de forma prática e contextualizada, tornando o aprendizado mais significativo. Li *et al.* (2023), ressaltaram que a sensibilidade das antocianinas às variações de pH pode ser explorada como indicador natural em experimentos escolares, ilustrando de maneira visualmente impactante conceitos que seriam abstratos somente em aula expositiva.

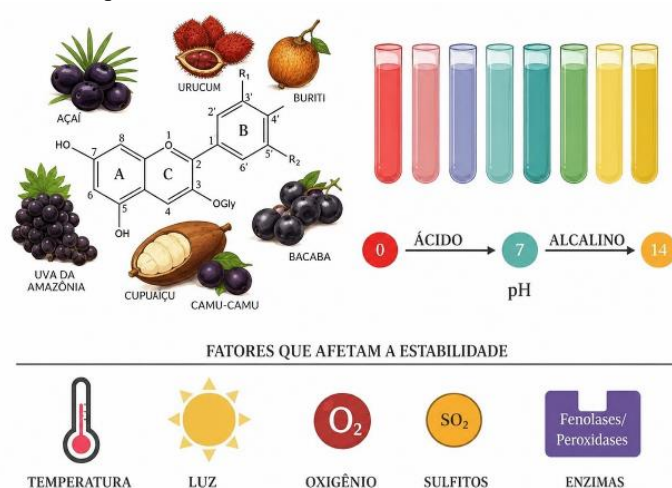


Figura 3: Pigmentos naturais, variação da coloração em função do pH e principais fatores que influenciam sua estabilidade, incluindo temperatura, luz, oxigênio, sulfitos e atividade enzimática. Modificado de Enaru *et al.*, (2021).

Aplicações em oficinas artísticas e projetos de extensão

As oficinas artísticas constituem um dos espaços mais propícios para a experimentação com pigmentos naturais amazônicos, funcionando simultaneamente como laboratório informal e espaço de expressão cultural. Nesse contexto, projetos de extensão universitária têm desempenhado papel fundamental ao aproximar o conhecimento científico das comunidades locais, promovendo o resgate de técnicas tradicionais e sua releitura sob a ótica da sustentabilidade. Sharma *et al.* (2021), destacaram que a valorização de resíduos agrícolas e da biomassa vegetal, por meio da extração de pigmentos, favorece estratégias de economia circular e pode ser facilmente incorporada em ações extensionistas. Relatos de experiência recentes, como o de Silva *et al.* (2025), descreveram ações de extensão universitária na Amazônia brasileira — a exemplo do projeto “Despertando o Bioma Amazônico pelos Cinco Sentidos”, desenvolvido pela Universidade Federal de Roraima — que utilizam materiais naturais regionais para ensinar conceitos de Química de forma sensorial e contextualizada, fortalecendo o vínculo entre universidade e comunidade escolar.

Em projetos dessa natureza, os participantes são incentivados a coletar matérias-primas regionais, realizar extrações simples de pigmentos e produzir tintas que possam ser utilizadas em pinturas, estamparia e artesanato. A interface entre ciência, arte e identidade cultural amazônica transforma essas atividades em instrumentos de pertencimento e valorização da biodiversidade local. Para Benucci *et al.* (2022), a obtenção de corantes a partir de matérias-primas vegetais reduz a dependência de derivados petroquímicos e pode diminuir a geração de resíduos potencialmente tóxicos associados aos processos industriais convencionais, argumento que reforça o apelo ambiental dessas iniciativas junto às comunidades participantes.

Além da produção de tintas para fins artísticos, os projetos de extensão podem ampliar sua abordagem experimental ao explorar todas as etapas da formulação de uma tinta sustentável. As oficinas podem contemplar não apenas a obtenção de pigmentos naturais, mas também o estudo da função dos diferentes componentes da tinta, como resinas (aglutinantes), solventes e aditivos de origem renovável. Essa abordagem possibilita aos participantes compreenderem como cada componente influencia propriedades como viscosidade, aderência, cobertura, tempo de secagem e estabilidade da formulação, proporcionando uma visão mais abrangente sobre a tecnologia de tintas.

Delimitando-se ao contexto das resinas naturais, um exemplo seria a goma do cajueiro (*Anacardium occidentale*), que, segundo Andrade *et al.* (2017), apresenta propriedades físico-químicas semelhantes às da goma arábica, sendo considerada uma alternativa promissora para sua substituição em diferentes aplicações industriais. A goma arábica é amplamente empregada como agente aglutinante em formulações de tintas, atuando na dispersão dos pigmentos e na adesão da película ao substrato, com isso, a utilização da goma do cajueiro e de outras resinas naturais nas oficinas amplia as possibilidades de formulação de tintas sustentáveis, ao mesmo tempo em que valoriza recursos vegetais regionais e estimula o desenvolvimento de materiais de base renovável.

Ao integrar a obtenção de pigmentos naturais com o estudo de aglutinantes, solventes e aditivos, as oficinas deixam de se restringir à extração de corantes e passam a abordar o processo completo de desenvolvimento de uma tinta. Essa perspectiva favorece a aplicação dos princípios da Química Verde, estimulando a substituição de insumos derivados do petróleo por matérias-primas renováveis e de menor impacto ambiental.

Uma estratégia que vem sendo incorporada às ações extensionistas é a utilização de pigmentos naturais em experimentos que articulam diferentes áreas da Química, Ciência dos Materiais e Engenharia Química. Entre essas atividades destacam-se experimentos de cromatografia em papel, como abordaram Okumura, Soares e Cavalheiro (2002), que aprofundou os estudos relacionados à separação e identificação dos diferentes compostos presentes nos extratos vegetais. Tal experimento facilita a compreensão de conceitos como polaridade, interações intermoleculares e técnicas de separação, conceitos importantes no ensino básico da química.

Outra aplicação possível para pigmentos extraídos de frutos, flores de diversas espécies vegetais é a sua atuação como sensibilizadores em células solares sensibilizadas por corantes naturais, Figura 4 e 5, (Amâncio *et al.*, 2021), possibilitando oficinas voltadas à demonstração dos princípios da conversão da energia solar em energia elétrica, com a colaboração dos pigmentos naturais.

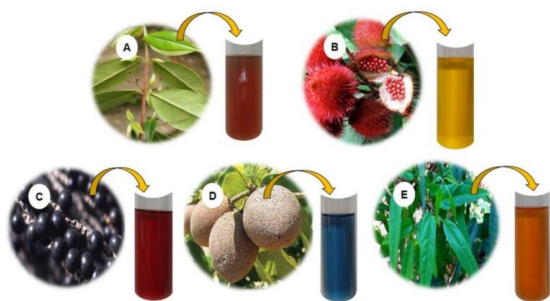


Figura 4: Espécies amazônicas e seus respectivos corantes: (A) *Euterpe oleracea*, (B) *Arrabidaea chica*, (C) *Bixa orellana*, (D) *Genipa Americana*, (E) *Myrcia sylvatica*. Amâncio *et al.*, (2021).

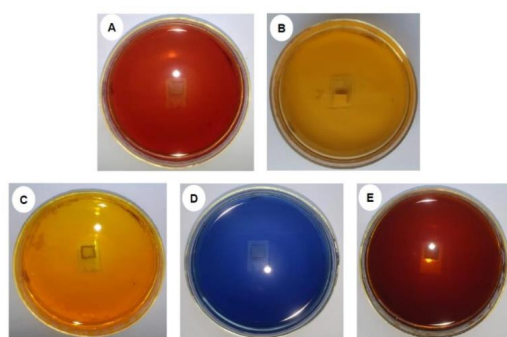


Figura 5: Fotoanodos imersos nas respectivas soluções corantes sensibilizantes: (A) *Euterpe oleracea*, (B) *Arrabidaea chica*, (C) *Bixa orellana*, (D) *Genipa Americana*, (E) *Myrcia sylvatica*. Amâncio *et al.*, (2021).

Tal possibilidade pode incorporar os participantes em temas contemporâneos, como energias renováveis, fotoquímica, eletroquímica e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, fortalecendo a integração entre ensino, pesquisa e extensão.

Segurança para crianças e comunidades

Um dos aspectos que mais distingue os pigmentos naturais de seus equivalentes sintéticos no contexto educacional é o perfil de segurança toxicológica. Fried *et al.* (2022), enfatizaram que os pigmentos de origem biológica apresentam menor toxicidade em comparação aos corantes sintéticos convencionais, característica determinante quando se trata de atividades envolvendo crianças e populações vulneráveis. O contato frequente com corantes sintéticos derivados do petróleo pode implicar riscos de sensibilização cutânea e, em casos de ingestão acidental, toxicidade sistêmica, riscos praticamente inexistentes nos corantes naturais de uso tradicional consolidado.

Espécies como o urucum (*Bixa orellana*), amplamente utilizado como corante alimentar e cosmético, já

possuem status regulatório reconhecido em diversos países, o que confere respaldo para seu uso em atividades pedagógicas com crianças. Zhang *et al.* (2023) apontaram que os carotenoides — principal classe de pigmentos do urucum — são considerados seguros para consumo humano e apresentam, adicionalmente, atividade antioxidante relevante. A familiaridade das comunidades amazônicas com essas espécies, aliada ao seu histórico de uso seguro, constitui um ponto de partida concreto para a adoção dessas tintas naturais em oficinas comunitárias e escolares.

Lacunas encontradas na literatura

Apesar do crescente interesse científico pelos pigmentos naturais amazônicos e suas aplicações educacionais, a revisão da literatura evidencia lacunas importantes que limitam a consolidação dessa área. Em primeiro lugar, observa-se a escassez de estudos longitudinais que avaliem o impacto efetivo de oficinas com tintas naturais sobre o aprendizado e a mudança de comportamento ambiental dos participantes. A maioria dos trabalhos encontrados limita-se a relatos de experiência ou avaliações imediatas, sem acompanhamento a médio e longo prazo.

Outra lacuna relevante diz respeito à padronização dos processos de extração e formulação das tintas naturais para uso educacional. Li *et al.* (2023), apontaram que a estabilidade dos pigmentos ainda representa um desafio técnico significativo, e poucos estudos abordam protocolos simplificados adequados ao contexto escolar e comunitário, nos quais equipamentos laboratoriais sofisticados não estão disponíveis. A ausência de materiais didáticos sistematizados sobre o tema, que articulem conteúdo científico e prática artística de forma acessível, também é identificada como uma limitação a ser superada em pesquisas futuras.

Por fim, nota-se que os estudos sobre pigmentos amazônicos frequentemente concentram-se em poucas espécies bem documentadas, como o urucum e o jenipapo, enquanto a vasta biodiversidade regional permanece subexplorada do ponto de vista científico e pedagógico. A ampliação do repertório de espécies investigadas, associada à recuperação sistemática dos saberes dos povos tradicionais, representa uma direção promissora para pesquisas futuras nessa área.

CONCLUSÃO

A revisão de literatura realizada neste trabalho evidencia que os pigmentos naturais amazônicos representam uma alternativa promissora e sustentável aos corantes sintéticos convencionais, com aplicações que extrapolam o setor industrial e alcançam o campo educacional e comunitário. A composição química

diversificada, carotenoides, antocianinas, flavonoides e betalaínas, confere a esses pigmentos propriedades que incluem baixa toxicidade, atividade antioxidante e potencial para uso em tintas sustentáveis voltadas a atividades artísticas, culturais e pedagógicas.

No contexto da educação ambiental, o uso de tintas produzidas com materiais de origem natural e principalmente vegetal demonstrou potencial para integrar conhecimentos científicos, arte e valorização da biodiversidade amazônica, favorecendo a conscientização sobre práticas sustentáveis desde os primeiros anos de escolaridade. Projetos de extensão universitária que incorporam essas tintas em oficinas comunitárias mostram-se instrumentos eficazes para a difusão da ciência e para o fortalecimento da identidade cultural das populações amazônicas.

Do ponto de vista da segurança, o perfil toxicológico favorável dos pigmentos naturais os torna especialmente adequados para atividades envolvendo crianças e comunidades, diferenciando-os dos corantes sintéticos amplamente utilizados. Entretanto, desafios relacionados à estabilidade dos pigmentos, à padronização dos processos de extração e à escassez de materiais didáticos sistematizados ainda precisam ser superados para que essas tintas naturais alcancem adoção ampla e consistente nos contextos educacionais.

Conclui-se, portanto, que a valorização dos pigmentos naturais amazônicos constitui uma agenda de pesquisa relevante e multidisciplinar, que articula química, educação, sustentabilidade e cultura. A ampliação de estudos longitudinais, a investigação de novas espécies da biodiversidade regional e o desenvolvimento de protocolos acessíveis para uso escolar e comunitário são caminhos essenciais para consolidar esse campo e potencializar seu impacto socioambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade do Estado do Amazonas pelo apoio institucional oferecido para a realização deste trabalho. Agradecem também à Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários e ao Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Extensão Universitária, pelo incentivo às atividades de extensão e produção científica. Por fim, agradecem ao programa de extensão Menos Um Plástico pelo suporte e pelas ações voltadas à sustentabilidade e à conscientização ambiental, que contribuíram para a construção deste trabalho.

REFERÊNCIA

AHMED, R. *et al.* **Genipin, a natural blue colorant precursor: Source, extraction, properties, and applications.** *Food Chemistry*, v. 434, art. 137498, 2024

ALMEIDA, Márcia R.; MARTINEZ, Sabrina T.; PINTO, Ângelo C. **Química de produtos naturais: plantas que testemunham histórias.** *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 3, p. 1117–1153, 2017.

ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green chemistry: theory and practice.** New York: Oxford University Press, 1998.

ANDRADE, K. *et al.* **Goma de cajueiro (*Anacardium occidentale*): avaliação das modificações químicas e físicas por extrusão termoplástica.** *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 23, n. 5, p. 667–671, 2013

AMÂNCIO, M. A. *et al.* **Natural dyes from Amazon Forest: potential application in dye-sensitized solar cells.** *Matéria (Rio de Janeiro)*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, e12982, 2021.

ASSUNÇÃO, W. B. M.; DE DEUS, R. J. A. **O uso de recursos naturais e os impactos no meio ambiente: revisão sistemática.** *Revista Ouricuri*, v. 12, n. 2, 2022.

BARBIERI, E. A. **Amazônia e a sustentabilidade da sua biodiversidade.** *Revista Relicário*, v. 6, n. 12, p. 107–126, 2020.

BENUCCI, I. *et al.* **Natural colorants from vegetable food waste: Recovery, regulatory aspects, and stability – A review.** *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 21, n. 3, p. 2715–2737, 2022.

ENARU, B. *et al.* **Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation.** *Antioxidants*, v. 10, n. 12, p. 1967, 2021.

FERRAZ, Louise Karolinny Eduara *et al.* **Saberes tradicionais indígenas e produção de tintas naturais: uma experiência de educação ambiental inclusiva.** *Scientific Journal ANAP*, v. 4, n. 15, 2026.

FRIED, R. *et al.* **Biogenic colourants in the textile industry: a promising and sustainable alternative to synthetic dyes.** *Green Chemistry*, v. 24, p. 13–35, 2022.

LI, J. *et al.* **The chromogenic mechanism of natural pigments and the methods and techniques to improve their stability: a systematic review.** *Food Chemistry*, v. 407, 134875, 2023.

MELO, A.; DIAZ, A. **Biotecnologia aplicada à bioeconomia amazônica: potencial e desafios científicos.** *ARACÊ*, v. 8, n. 2, 2025.

MORAGAS-TELLIS, C. J. *et al.* **The Influence of Anthocyanidin Profile on Antileishmanial Activity of *Arrabidaea chica* Morphotypes.** *Molecules*, v. 25, n. 15, 3547, 2020.

OKUMURA, F.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. **Identificação de pigmentos naturais de espécies vegetais utilizando-se cromatografia em papel.** *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 680–683, 2002

OLIVEIRA, G. F. *et al.* **Produção de tintas artesanais à base de materiais de origem natural.** *Anais do Simpósio de Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Sergipe*, v. 2, 2024.

OLIVEIRA, J. R. **A utilização dos pigmentos naturais no ensino de artes visuais: uma revisão bibliográfica.** Revista Thema, v. 21, n. 4, p. 1089–1096, 2022.

PUGLIERI, T. S.; MACCARELLI, L. **Paint and Coloring Materials from the Brazilian Amazon Forest: Beyond Urucum and Jenipapo.** Heritage, v. 6, n. 8, p. 5883–5898, 2023.

RODRÍGUEZ-MENA, *et al.*, **Natural pigments of plant origin: Classification, extraction and application in foods.** Food Chemistry, v. 398, p. 133908, 2023.

SANTOS, N. S., *et al.* **Corantes naturais: importância e fontes de obtenção.** RECIMA21, v. 3, n. 3, 2022.

SHARMA, M. *et al.* **Valorization of fruits and vegetable wastes and by-products to produce natural pigments.** Critical Reviews in Biotechnology, v. 41, n. 4, p. 535–563, 2021.

SILVA, S. R. *et al.* **A química e os saberes amazônicos: experiências no projeto de extensão "Despertando pelos Cinco Sentidos".** Extensão em Foco, Curitiba, v. 1, n. 37, p. 134–147, 2025.

VANUCHI, V. F.; BRAIBANTE, M. E. Fortes. **O uso de corantes naturais por algumas comunidades indígenas brasileiras: uma possibilidade para o ensino de química articulado com a Lei 11.645/2008.** Revista Debates em Ensino de Química, v. 7, n. 2, p. 54–74, 2021.

WANG, L. *et al.* **Antioxidant Activity and Healthy Benefits of Natural Pigments in Fruits: A Review.** International Journal of Molecular Sciences, v. 22, n. 9, p. 4945, 2021.

ZHANG, Y. *et al.* **Natural edible pigments: a comprehensive review of resource, chemical classification, biosynthesis pathway, separated methods and application.** Food Chemistry, v. 403, 134422, 2023.