

ESTUDO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS NATURAIS DO JENIPAPO PARA USO EM PEÇAS DE ALGODÃO NATURAL

Elisabeth Lucrécia Queta Mutumbua¹

Lívia Paulia Dias Ribeiro²

RESUMO

O trabalho descreve o estudo de métodos para extração de pigmentos naturais do jenipapo, um fruto pertencente à família Rubiaceae. O objetivo do trabalho é estudar metodologias de extração de pigmento azul do jenipapo para aplicação em cordão de algodão natural para fins artesanais. Foram estudadas técnicas de extração por solventes e ultrassom, avaliando o efeito do pH na eficiência da extração. Os resultados indicaram que o aumento do pH para alcalino favorecem a obtenção do pigmento azul. O estudo ainda demonstrou que o pigmento obtido a partir do jenipapo verde possui boa estabilidade e potencial de uso em tingimentos, especialmente no algodão natural. Por fim, a pesquisa visa contribuir com alternativas naturais e sustentáveis, sugerindo métodos acessíveis para mulheres em condições de vulnerabilidade econômica, visando a geração de renda através de trabalhos artesanais utilizando o pigmento natural extraído do jenipapo. O estudo evidencia o potencial do pigmento de jenipapo como alternativa natural aos corantes sintéticos, alinhando-se às preocupações ambientais.

Palavras-chave: Corante azul. Jenipapo. Solvente. Ultrassom.

ABSTRACT

The study describes the investigation of methods for the extraction of natural pigments from genipap, a fruit belonging to the Rubiaceae family. The main objective of this work is to examine methodologies for extracting blue pigment from genipap for application on natural cotton cord for artisanal purposes. Solvent extraction and ultrasound-assisted extraction techniques were studied, with a focus on evaluating the effect of pH on extraction efficiency. The results indicated that increasing the pH to alkaline levels favors the extraction of the blue pigment. The study further demonstrated that the pigment obtained from unripe genipap exhibits good stability and potential for use in dyeing, particularly with natural cotton. Finally, the research aims to contribute to natural and sustainable alternatives, suggesting accessible methods for women in economically vulnerable situations, with the goal of income generation through artisanal work using the natural pigment extracted from genipap. The study highlights the potential of genipap pigment as a natural alternative to synthetic dyes, aligning with environmental concerns.

Keywords: Blue dye. Genipap. Solvent. Ultrasound.

¹ Discente do curso de Licenciatura em Química do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza – ICEN, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB. E-mail: elisabethribeiro@aluno.unilab.edu.br

² Orientadora. Professora do curso de Licenciatura em Química do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza- ICEN, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB. E-mail: liviapaulia@unilab.edu.br

1 INTRODUÇÃO

No tempo contemporâneo é possível notar a influência de determinados processos produtivos para com o meio ambiente trazendo impactos ambientais, com ênfase no metal pesado chumbo (Pb), utilizado no processo produtivo como pigmento na produção de tintas sintéticas com a finalidade de garantir melhores resultados e qualidade ao produto. Porém, o teor elevado de chumbo pode acarretar sérios problemas para o ecossistema (SILVA *et al.*, 2022).

A definição de pigmento é um particulado sólido, orgânico ou inorgânico, branco, preto, colorido ou fluorescente, que seja insolúvel no substrato no qual venha a ser incorporado e que não reaja quimicamente ou fisicamente com este (BONDIOLI *et al.*, 1998, p.13). Segundo Bondioli *et al.*, (1998), os pigmentos podem ser classificados de várias maneiras com base na origem, cor, a constituição química, o método de preparação e o uso. Todavia, a classificação básica é aquela que divide os pigmentos em dois grupos muito gerais: pigmentos orgânicos e pigmentos inorgânicos. Cada grupo pode por sua vez ser subdividido em pigmentos naturais, encontrados na natureza, e sintéticos, produzidos através de processos químicos.

Os pigmentos orgânicos se diferenciam dos inorgânicos principalmente pela vasta gama de tons muito brilhantes e pelo elevado poder de coloração. Por outro lado, os pigmentos inorgânicos apresentam sobretudo uma excelente estabilidade química e térmica e, em geral, uma menor toxicidade para o homem e para o ambiente.

Os pigmentos naturais são aqueles encontrados na natureza e por um período muito longo estes foram os únicos pigmentos conhecidos e utilizados. Entre os pigmentos naturais mais utilizados pode-se mencionar os óxidos simples e em particular os óxidos de ferro, já que dão origem a diversas colorações, do amarelo ao marrom, e os espinélios contendo metais de transição. Óxidos simples naturais e espinélios encontram ainda hoje grande emprego industrial já que apresentam ótimas propriedades, capacidade de coloração e baixo custo. Os pigmentos sintéticos se diferenciam dos naturais já que são preparados pelo homem mediante procedimentos químicos. O método mais utilizado industrialmente prevê a calcinação dos precursores que contêm elementos de transição. Neste caso, a reação, que ocorre no estado sólido, prevê a utilização de diferentes tipos e quantidades de mineralizadores (até 10% em peso) com o objetivo de diminuir as temperaturas de síntese, que variam dos 500 aos 1400 °C conforme o sistema considerado.

Os pigmentos são importantes constituintes da tinta e podem ser retirados diretamente da natureza ou podem ser obtidos a partir de reações químicas (GOMES *et al.*, 2020; VOLPE & MARQUES, 2016).

Segundo Bannach (2017), o uso de pigmentos naturais valoriza o aspecto conceitual do objeto artístico, por envolver fatores de sustentabilidade e até de criticidade pelas questões que são inerentes ao meio ambiente, pois valoriza a natureza viva. [...]. O reaproveitamento de materiais, bem como sua utilização como materiais não industrializados, pode contribuir significativamente para a preservação da natureza. Uma das comunidades indígenas que faz o uso de pigmentos naturais é a cultura Kayapó-Xikrin (VANUCHI & BRAIBANDE, 2021).

No Brasil, existe uma grande diversidade de plantas tintoriais que podem ser extraídas seus pigmentos para produção de tintas naturais. Segundo Bermond (2017), a natureza oferece pigmentos que ao invés de serem obtidos de produtos químicos, são extraídos de elementos da natureza. Podem ser obtidos a partir de cascas, raízes, folhas, frutas, plantas, legumes, terras, dentre outros, dependendo da época do ano.

Neste contexto, uma das fontes que vem sendo estudada é o Jenipapo pertencente à família Rubiaceae. É uma espécie importante economicamente, tanto pela sua essência florestal, propriedades medicinais, quanto pela produção de alimentos (SOUZA, 2007).

Desta forma, o jenipapo verde é potencial fonte natural de corante azul para diversas aplicações (ANDRADE, 2016). O Jenipapo, no estado verde de maturação, possui um composto chamado geniposídeo que, ao ser hidrolisado, libera a genipina a qual reagem com aminas primárias produzindo o pigmento de cor azul (BENTES, 2010). Por outro lado, o pH mais ácido (aproximadamente 3,0) da fruta madura impede a formação de pigmentos azuis, pois nesta condição não ocorre a reação entre o grupo amina com a genipina, levando à formação de uma amida secundária, que resulta em um polímero com baixa massa molar. Quanto maior a massa molar, maior será a força tintorial dos pigmentos azuis (NÁTHIA-NEVES; ANGELA; MEIRELES, 2018).

O jenipapo é fruto do Jenipapeiro (*Genipa americana* L.), uma árvore frondosa de tronco longilíneo, chegando a atingir até 15 metros de altura, originária da América Tropical e da Índia Ocidental, encontrada principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, e em lugares de habitação indígenas. O seu fruto possui cerca de 12 centímetros de diâmetro, possui coloração

marrom, casca rugosa e chega a pesar até 550 gramas. Quando maduro, contém muitas sementes, é ácido, suculento e de aroma agradável (BOLZANI, 2016). Os grupos indígenas Xavantes (MT) e Carajás (GO), por exemplo, utilizam uma solução de jenipapo com água para a pintura corporal. (VANUCHI & BRAIBANDE, 2021).

A genipina e o geniposídeo podem tanto ser encontrados no endocarpo (RENHE *et al.*, 2009) e no mesocarpo do jenipapo (RAMOSDE-LA-PEÑA *et al.*, 2014).

Segundo Bellé *et al.* (2016) existem três técnicas principais para extração da genipina: solventes, ultrassom e ação enzimática; que podem ser utilizadas combinadas ou empregadas em etapas subsequentes. A água e a solução aquosa de etanol podem ser utilizadas como solventes para a obtenção do corante azul de jenipapo (RENHE *et al.*, 2009). A extração assistida por ultrassom (EAU) tem se mostrado uma técnica eficiente para recuperar compostos bioativos de matrizes vegetais devido à cavitação acústica induzida que rompe as paredes celulares e aumenta a difusão dos compostos alvo no solvente (NÁTHIA-NEVES *et al.*, 2021). O presente trabalho visa estudar metodologias de fácil extração de pigmento azul do jenipapo para aplicação de pigmentação em cordão natural de algodão. Para isso foram realizados estudos de solventes e avaliação do efeito do pH.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção das Amostras

Foram coletados 20 frutos verdes de jenipapo, Figura 1, obtidos no mercado do Ceasa na cidade de Maracanaú – CE e na feira do município de Redenção – CE, no período de maio a outubro de 2024.

Figura 1- Frutos verdes do Jenipapo coletados nas cidades de Maracanaú e Redenção



Fonte: Autora (2024).

2.2 Preparo de Soluções

As soluções estudadas como solventes de extração dos pigmentos foram preparadas a partir de etanol 99,8% (Marca Dinâmica) que foi diluído para etanol 50% v.v⁻¹, Álcool comercial (marca Santa Cruz, 54%) e água destilada do tipo pilsen.

Para ajuste do pH foram preparadas soluções HCl 10% v.v⁻¹(marca Dinâmica) e NaOH 6 mol. L⁻¹ (marca Dinâmica).

2.3 Extração do Pigmento Azul do Jenipapo

Existem vários métodos para a extração do pigmento azul do jenipapo tanto na forma líquida tanto na forma de pó, para este presente trabalho foram avaliados os métodos de extração por solvente e extração assistida por ultrassom para obtenção de pigmento azul na forma líquida, baseado pelos métodos propostos por Renhe *et al.*, (2009) e Rovaris (2020).

Para ambos os estudos, o método de preparo da amostra foi realizado com a mesma metodologia:

Pesou-se 23 g de matéria-prima (envoltório polposo + semente), Figura 2, e triturou-se, por meio de um processador de alimentos modelo Philco compacto PH900P turbo de potência 250 w, na presença de um dos solventes estudados (água destilada, etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54%) na proporção de 1:2 (uma parte de fruto para duas de solvente) com pH previamente ajustado (ácido ou alcalino).

Figura 2- Envoltório polposo do jenipapo verde usado para extração do pigmento



Fonte: Autora (2024).

Cada método de extração foi realizado em triplicata seguindo o seguinte planejamento experimental, (Quadro 1), com diferentes níveis das variáveis estudadas, totalizando 36 experimentos de extração. O planejamento experimental contemplou o estudo dos níveis das variáveis estudadas: pH (ácido - pH 1 e alcalino pH 12); Tipo de Solvente (Água destilada, Etanol 50% v.v⁻¹ e Álcool comercial 54%); e Ultrassom (sim ou não) com objetivo de identificar o melhor método de extração baseado na resposta da coloração do azul.

Quadro 1- Planejamento experimental para estudo dos níveis das variáveis estudadas: pH (1,9,12); Tipo de Solvente (Água destilada, Etanol 50% v.v⁻¹ e Álcool comercial 54%); e Ultrassom (sim ou não).

	pH	Tipo de Solvente	Ultrassom
Experimento 1	Ácido	Água destilada	Sim
Experimento 2	Ácido	Água destilada	Não
Experimento 3	Ácido	Etanol 50% v.v ⁻¹	Sim
Experimento 4	Ácido	Etanol 50% v.v ⁻¹	Não
Experimento 5	Ácido	Álcool comercial 54%	Sim
Experimento 6	Ácido	Álcool comercial 54%	Não
Experimento 7	Alcalino	Água destilada	Sim
Experimento 8	Alcalino	Água destilada	Não
Experimento 9	Alcalino	Etanol 50% v.v ⁻¹	Sim
Experimento 10	Alcalino	Etanol 50% v.v ⁻¹	Não
Experimento 11	Alcalino	Álcool comercial 54%	Sim
Experimento 12	Alcalino	Álcool comercial 54%	Não

Fonte: Autora (2024, p. 7).

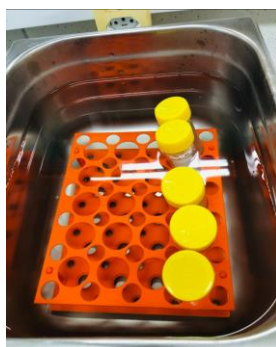
2.3.1 Extração do pigmento azul do jenipapo pelo método apenas por extração por solvente

A solução preparada da amostra foi adicionada em um tubo falcon e levou-se a uma centrífuga por 10 min a fim de separar o sólido presente na amostra. Em seguida, verteu-se o extrato líquido a um balão de fundo chato e aqueceu-se a solução em chapa aquecedora até atingir a temperatura 75°C. Atingida a temperatura desejada manteve-se a solução em repouso para análise por 30 min e em seguida armazenou-se sob refrigeração em frasco âmbar com tampa para estabilização por cerca de 24h.

2.3.2 Extração do pigmento azul do jenipapo pelo método de extração por solvente combinado com a extração assistida por ultrassom

O estudo do efeito do ultrassom foi realizado pela introdução da amostra antes do processo de aquecimento passando por um banho de ultrassom. A solução preparada da amostra foi aplicada ondas ultrassônicas de potência 500 w durante 10 min, como mostra a Figura 3.

Figura 3- Amostras no Banho Ultrassônico



Fonte: Autora (2024).

Em seguida o extrato obtido foi levado a uma centrífuga por 10 min a fim de separar o sólido presente na amostra. Verteu-se o extrato líquido a um balão de fundo chato e aqueceu-se a solução em chapa aquecedora até atingir a temperatura 75°C, em seguida a solução ficou em repouso por 30 min para posterior armazenamento sob refrigeração em frasco âmbar com tampa para estabilização por cerca de 24h antes da etapa de validação.

2.4 Validação por medidas espectrofotométricas

As soluções amostras obtidas foram comparadas ao pigmento puro em pó azul ftalocianina designado como padrão por ser utilizado para fins artísticos e a análise dos espectros foi obtida no espectrofotômetro.

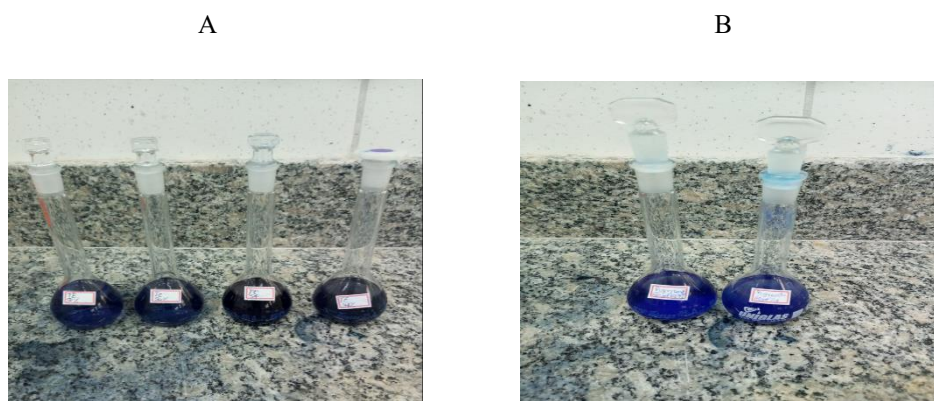
Para a validação foram analisadas 4 (quatro) soluções amostras do pigmento azul de jenipapo obtidas com dois solventes empregados na extração (etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54%) e duas soluções padrões de pigmento azul ftalocianina pelo método espectrofotométrico de absorção molecular, empregando o espectrofotômetro 1600

UV/VIS Novainstruments, utilizando-se comprimento de onda de 400 - 800 nm e absorvância no intervalo de 0,0 - 2,0 para a obtenção dos espectros.

Inicialmente solubilizou-se a solução padrão o pigmento puro em pó azul ftalocianina a partir de uma massa de 0,2549 g com 2 mL de solvente obtendo-se uma concentração de 0,127 g.mL⁻¹. O pigmento ftalocianina foi solubilizada em dois solventes utilizados para a extração dos pigmentos do jenipapo, o que resultou na obtenção de dois padrões.

Para a análise no espectrofotômetro inicialmente diluiu-se em um balão de 50 mL as soluções amostras (pigmento azul do jenipapo) com dois solventes empregados na extração (etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54%), o mesmo procedimento repetiu-se com as soluções padrões (Figura 4) e fez-se a análise das soluções no espectrofotômetro, usando água destilada como branco e cubetas de quartzo com 1,0 cm de caminho óptico. As análises foram feitas em triplicata.

Figura 4- (A) Soluções das amostras preparadas da extração do pigmento jenipapo. (B) Soluções do corante comercial (B)



Fonte: Autora (2024).

2.5 Tingimento em cordão natural de algodão com o pigmento azul do jenipapo

Foram testados o tingimento dos extratos dos pigmentos obtidos em cordão de algodão natural de macramê³ com o uso de um pincel como mostra a Figura 5.

³ Macramê é uma técnica manual feita de cordões amarrados em nós que formam uma série de padrões tornando-se peças decorativas e ornamentos. A palavra "macramê" vem do árabe makrama, que significa guardanapo ou toalha. Fios e cordões são as principais matérias-primas para o macramê, encontrados em diversos materiais, texturas e espessuras.

Para a melhor absorção do pigmento azul no material testado primeiramente umedeceu-se levemente com água e posteriormente pintou-se com os pigmentos extraídos em pH alcalino a base dos solventes etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54% e deixou-se em repouso para a estabilização por cerca de 3 (três) dias em condições de calor e raios de sol.

Figura 5- Pintura em macramê de cordão de algodão natural



Fonte: Autora (2024).

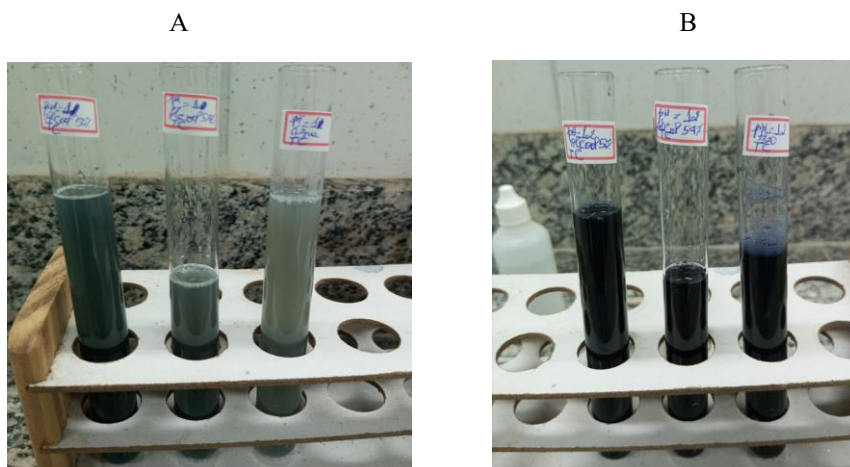
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito das variáveis

A resposta dos experimentos dada pela coloração azul foi observada sem influência da aplicação do ultrassom, porém os níveis de pH e tipo de solventes foram determinantes.

Em pH ácido o corante apresentou a cor verde e na condição de pH alcalino a coloração foi definida azul em todos os solventes, sendo na presença do etanol o tom mais forte de azul (Figura 6).

Figura 6- Extratos do pigmento do jenipapão em pH ácido (A) e pH alcalino (B) com os três solventes empregados na extração



Fonte: Autora (2024).

O tipo de solvente teve influência apenas no tom da cor azul, variando azul escuro para extração com água destilada e azul petróleo com tendência ao preto para extração com etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54%.

Após o acompanhamento da estabilidade com relação ao tempo, durante 24h, constatou-se que com o decorrer do tempo não houve degradação da coloração azul dos extratos obtidos.

Em todas as extrações observou-se o mesmo ponto em comum em relação a melhor obtenção do pigmento azul que se dá com o aumento do pH, ou seja, foi observado um aparecimento da coloração azul quando o pH foi aumentado, sem, entretanto, haver descaracterização da cor.

Esses resultados são coerentes com os encontrados por Penalber *et al.*, (1996) que relatam a variação de cor com o pH. Verificou-se uma grande variação no experimento de uma unidade experimental para outra. Apesar de ter sido feita uma medida da massa dos frutos para evitar uma possível fonte de erro, uma vez que Penalber *et al.*, (1996) já haviam relatado a variação da intensidade do corante em função da quantidade dos frutos verdes, essa não foi uma medida suficientemente eficaz na minimização do erro experimental. A variação de fruto para fruto era muitas vezes percebida já no momento que esse era aberto, quando alguns já apresentavam uma coloração azul. Essa variação talvez seja mais no momento de maturação do fruto, e, ao decorrer da pesquisa

constatou-se que para que se obtenha melhor extração do pigmento azul o fruto verde do jenipapo deve ter formação prévia de coloração azul.

Nas extrações foi utilizado o envoltório polposo do jenipapo que é a parte da polpa que envolve as sementes, juntamente com as sementes, pois, segundo Penalber *et al.*, (1996) esta é a fração com maior intensidade de cor.

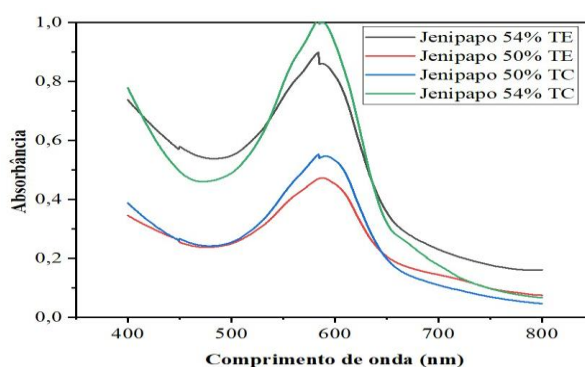
3.2 Obtenção dos espectros de absorção no UV/VIS dos extratos de jenipapo e das soluções padrão

A determinação espectrofotométrica das amostras foi realizada apenas naquelas com resultado em meio alcalino, por apresentarem melhores resultados na extração do pigmento azul do jenipapo.

O ensaio de varredura em espectrofotômetro mostrou que o comprimento máximo de absorção dos extratos do jenipapo foi em 590 nm (Figura 7). Resultados semelhantes foram reportados nos estudos de Oliveira *et al.*, (2022) sobre a estabilidade da solução do corante em relação ao tempo.

Após o acompanhamento da estabilidade com relação ao tempo, durante 1 (um) dia das soluções amostras constatou-se que com o decorrer do tempo não houve degradação da coloração azul do extrato, uma vez que a solução não apresentou redução em sua absorbância inicial, pelo contrário, houve um aumento na absorbância, conforme pode ser observado na Figura 7.

Figura 7- Espectros de absorção molecular dos extratos dos frutos verdes do jenipapo



Fonte: Autora (2024).

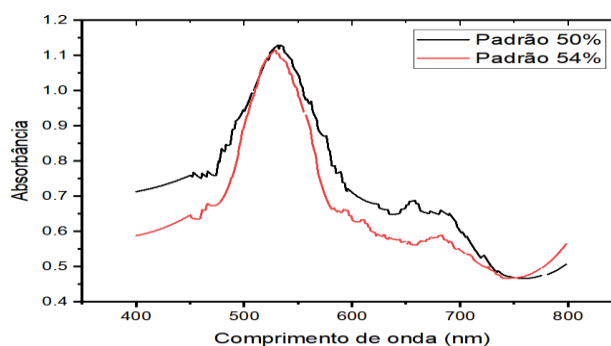
O comportamento de continuidade no aumento da absorbância do espectro de jenipapo, possivelmente se deve ao fato de que o extrato de genipina continua a reagir espontaneamente ao longo do tempo na presença de oxigênio com grupos amino primários de aminoácidos, peptídeos e/ou proteínas para formar pigmentos azuis (PAIK et al., 2001). Desta forma, verifica-se que não houve redução da estabilidade da solução do corante ao longo do tempo.

A descrição 50 e 54% vêm devido o tratamento da extração do pigmento com os solventes etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54% e a nomenclatura TE e TC refere-se a técnica de extração por solvente e a técnica de extração por solvente combinada a extração assistida por ultrassom, respectivamente.

Verificou-se que os extratos de jenipapo obtidos utilizando os dois métodos de extração estudados apresentaram os mesmos comprimentos de onda (590 nm) o que sugere que ambos os métodos são eficientes para a extração do pigmento azul do jenipapo.

O ensaio de varredura em espectrofotômetro das soluções padrões mostrou que o comprimento máximo de absorção foi em 530 nm como pode ser verificado por meio da Figura 8.

Figura 8- Espectros de absorção molecular do pigmento azul ftalocianina



Fonte: Autora (2024).

Com a leitura dos espectros observou-se que as soluções amostras tiveram comprimentos de onda diferentes aos das soluções padrões, no entanto, encontram-se no mesmo intervalo na faixa dos 500 nm ao que sugere que o pigmento azul do jenipapo pode ser usado como alternativa em obras artísticas tal como é utilizado o pigmento sintético azul ftalocianina.

O pigmento padrão azul ftalocianina é insolúvel em água e por esse motivo não se fez a análise espectrofotométrica do padrão e dos extratos do jenipapo obtidas neste solvente. Em contrapartida, o uso dos solventes etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54% se mostraram eficientes na solubilização do pigmento padrão o que permitiu a análise de todas as soluções obtidas nestes solventes.

3.3 Macramê de cordão de algodão natural após pintura com pigmento azul do jenipapo

O estudo de estabilidade foi realizado durante 3 (três) dias de repouso após a pintura do macramê de cordão de algodão natural com o pigmento azul do jenipapo. Observou-se que o pigmento permaneceu fixo no material como pode ser verificado por meio da Figura 9.

Figura 9- Macramê de cordão natural de algodão cru antes e após a pintura



Fonte: Autora (2024).

A fixação foi satisfatória com os pigmentos extraídos em pH alcalino a base dos solventes etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54%.

A influência do pH da solução de tingimento na intensidade de cor da amostra tingida e, conseqüentemente, no rendimento tintorial obtido, está relacionada com as interações iônicas entre os íons em solução e os grupos químicos presentes na superfície da fibra de algodão (ALI, N. F.; EL-MOHAMEDY; RAJPUT, 2013). Em soluções

aquosas de pH superior a 8, grupos hidroxilo (OH^-) presentes nas cadeias laterais dos grupos hidroximetilo podem sofrer ionização, provocando um aumento considerável de carga negativa na fibra celulósica, o que impede a fixação do corante na fibra ou diminui a eficiência de tingimento.

Visto que os frutos do jenipapo apresentam em sua composição compostos fenólicos, estes também adquirem carga negativa em solução aquosa, deste modo, os processos de adsorção de corante/fibra são dificultados considerando o potencial negativo elétrico da fibra e os ânions do corante (NÁTHIA NEVES et al., 2017; NEEDLES, 1986). Porém, no nosso estudo utilizou-se o algodão natural que é um algodão que não passou por qualquer tratamento químico para seu acabamento e conseqüentemente, não contém grupos químicos em sua composição, especificamente cargas negativas o que leva a uma diminuição do efeito repulsivo relativo aos ânions dos corantes. Desta forma, as moléculas do corante têm uma maior liberdade em interagir com a superfície do algodão favorecendo a fixação do corante no algodão. Assim, o pH alcalino não reduz as possibilidades de adsorção do corante do fruto do jenipapo em algodão natural.

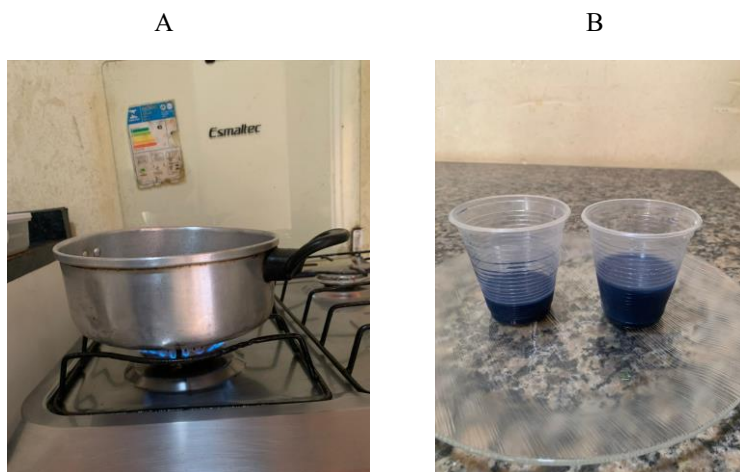
3.4 Simulação da extração do pigmento azul do jenipapo feito em casa

Este trabalho tem colaborado com artesãs no Maciço de Baturité, através do Coletivo Interlaços, que realiza ações de pesquisa e extensão baseado em tecnologia social com mulheres em condições de vulnerabilidade. Assim, este trabalho ajuda a diminuir o custo do processo de confecção de peças, tanto pelo uso de pigmento natural extraído de frutos, que deixa de comprar outros fios coloridos para produção de peças artesanais. Colorir peças de algodão e pelo alto valor das tintas, usaria a pigmentação natural como estratégia também de diminuir os custos.

Embora os dois métodos de extração se mostraram eficientes na obtenção do pigmento azul do jenipapo, recomenda-se para uma metodologia mais acessível para as mulheres o uso da extração apenas por solvente utilizando-se como solvente para a extração o álcool comercial 54% e para o ajuste do pH da solução extratora em meio alcalino o uso da soda cáustica, por serem reagentes de fácil acesso.

A Figura 10 mostra a extração do pigmento azul do jenipapo usando panela e os extratos obtidos com os solventes água e etanol comercial 54%.

Figura 10- Extração do pigmento azul do jenipapo utilizando panela (A) e extratos de pigmento azul obtido utilizando os solventes água e álcool comercial 54% (B)



Fonte: Autora (2024).

Após a extração foi realizado a pintura dos cordões e estudo de estabilidade de 3 dias ao sol. A Figura 11 mostra a fixação do pigmento azul do jenipapo no macramê de cordão de algodão natural.

Figura 11- Cordão natural de algodão cru após a pintura com o pigmento azul extraído em casa



Fonte: Autora (2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jenipapo é fonte de coloração azul, cuja obtenção é possível tanto com uso de água destilada quanto de etanol 50% v.v⁻¹ e álcool comercial 54% como solvente. Uma coloração mais intensa e escura é observada nas soluções com etanol. A extração é afetada

pelo pH da solução solvente utilizada. A condição ótima de extração com os métodos empregados é obtida com pH alcalino em meio alcoólico.

A substância corante, chamada genipina, perde o efeito corante com o amadurecimento do fruto. Assim, quanto mais verde o jenipapo, mais forte fica a cor.

O estudo foi motivado por ser um corante natural, com boa degradabilidade residual o que vem ao encontro dos apelos ambientais cada vez mais demandados pela sociedade.

Com os resultados obtidos neste estudo, verificou-se que a utilização dos frutos verdes de jenipapo para a obtenção de corante natural apresenta um excelente potencial de aplicação em processos de tingimento de algodão natural.

A pigmentação natural de fios de algodão possibilita confeccionar peças de artes usando apenas um tipo de fio cru, sem cor, e através da pintura com os pigmentos naturais às artesãs conseguem produzir novas peças. Essas peças possuem menor impacto ambiental, são ecologicamente amigáveis e tem alto valor artesanal, além de serem economicamente acessíveis para as artesãs.

REFERÊNCIAS

ALI, N. F.; EL-MOHAMEDY, R. S. R.; RAJPUT, S. Improvement of antimicrobial activity for onion natural dyed fabrics through chitosan pretreatment. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 9, n. 8, p. 4993–5002, 2013.

ANDRADE, E. L. **Obtenção de corante azul em pó de jenipapo: análise experimental dos processos de oxidação induzida e leito de jorro**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia, PRODERNA/ITEC, Universidade Federal do Pará, Belém, 168 p, 2016.

BANNACH, C. L. **Arte e natureza: o uso de pigmentos naturais na prática artística e educacional**. 72 f. Monografia (Bacharelado em Artes Visuais) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação Bauru, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.

BELLÉ, A. S. et al. Extração Enzimática de Genipina a partir do Jenipapo (*Genipa americana* L.) em Sistema Bifásico Aquoso. 2016.

BENTES, A. S. **Avaliação do potencial de obtenção de pigmento azul a partir de frutos de Jenipapo (Genipa Americana L.) verdes.** 108. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Naturais) –Universidade Federal do Pará Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Belém, 2010.

BERMOND, Jhon. **Apostila Intuitiva de Pigmentos Naturais.** Disponível em: <<<https://www.anarquista.net/wp-content/uploads/2017/12/Apostila-gratuita-ensina-a-fazer-tintas-naturais.pdf>>>. Acesso em: 01. nov. 2023.

BOLZANI, V. **A beleza invisível da Biodiversidade: Genipina, o princípio do preto das pinturas no corpo de índios brasileiros.** 2016.

BONDIOLI, F; Manfredini, T; Oliveira, A. P. N. **Pigmentos Inorgânicos: Projeto, Produção e Aplicação Industrial.** Cerâmica Industrial, 3 (4-6) julho/dezembro, 1998.

GOMES, Fabiana.; COSTA, Kristiane M. C. **A interdisciplinaridade entre a química e a arte por meio dos corantes naturais.** Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 6, n. 9, 2020.

NÁTHIA-NEVES, G. et al. Extraction of bioactive compounds from genipap (*Genipa americana* L.) by pressurized ethanol: Iridoids, phenolic content and antioxidant activity. **Food Research International**, v. 102, n. June, p. 595–604, 2017.

NÁTHIA-NEVES, G.; ANGELA, M.; MEIRELES, A. Genipap: A New Perspective on Natural Colorants for the Food Industry. **Food and Public Health**, v. 8, n. 1, p. 21–33, 2018.

NEEDLES, H. L. **Textile Fibers, Dyes, Finishes, and Processes: A Concise Guide.** [S.l.]: Noyes Publications, 1986. (Pollution Technology Review).

NEVES, G. N. et al. Ultrasound-Assisted Extraction of Semi-Defatted Unripe Genipap (*Genipa americana* L.): Selective Conditions for the Recovery of Natural Colorants. **Processes**, v. 9, p. 1435, 19 ago. 2021.

OLIVEIRA, W. F. et al. Tingimento natural de algodão cationizado com extrato dos frutos de jenipapo (*Genipa americana* l.). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 16946-16958, mar. 2022.

PAIK, Y. S. et al. Physical stability of the blue pigments formed from geniposide of gardenia fruits: Effects of ph, temperature, and light. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 1, p. 430–432, 2001.

PENALBER, T. J. de A.; SADALA, M.A.C.; CASTRO, M.S.; FARIA, L.J.G. de. Ensaio de extração e aplicação de corantes do fruto do jenipapeiro (*Genipa americana*). **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v.2, p.129-135, 1996.

RAMOS-DE-LA-PEÑA, A. M. et al. Ultrasonics Sonochemistry Environmental friendly cold-mechanical / sonic enzymatic assisted extraction of genipin from genipap (*Genipa americana*). v. 21, p. 43-9, 2014.

RENHE, I. R. T.; STRINGHETA, P. C.; SILVA, F. F.; OLIVEIRA, T. V. Obtenção de corante natural azul extraído de frutos de jenipapo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 649-652, jun. 2009.

ROVARIS, B. C. Jenipapo (*Genipa americana* L.) como corante azul natural. 44 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

SILVA, E. C. D. et al. **Análise de Metais Pesados Oriundos da Fabricação De Tintas**. p. 1-30, dez. 2022.

SOUZA, C. N. **Características físicas, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos (*Genipa americana* L.)**. 72. Dissertação de mestrado (Produção Vegetal). Universidade Federal da Bahia, Ilhéus, 2007.

VANUCHI, V. C. F.; BRAIBANDE, M. E. F. 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.

VOLPE, A. L. D.; MARQUES, R. N. **Pigmentos inorgânicos no Egito Antigo: metodologia ativa para o Ensino interdisciplinar de química**. In: 5º Congresso Pesquisa do Ensino. São Paulo. SINPRO, p. 1-12, 2016.