

Revisitação dos Métodos de Extração de Pigmentos do Urucum

Review of Urucum Pigment Extraction Methods

Caroline Diodato de Toledo^a; Douglas Almeida Teixeira^a; Elisabeth Da Vitoria Archanjo^a; Felipe Fernando Pereira^a; Fernanda Cristina Siqueira^{*a}; Francisco José Mininel^a; Jean Soares de Lima^a; Kelly da Mota Silveira^a

^aUniversidade Brasil, curso de Engenharia Química SP, Brasil.

*E-mail: fernanda.cristinasiqueira10@gmail.com

Resumo

Os corantes podem ser utilizados para muitas finalidades e uma grande quantidade destas são de cunho industrial, como por exemplo, a indústria de alimentos que utiliza estes corantes para conferir cores mais atrativas aos seus produtos, induzindo sua compra pelo consumidor final. O Brasil é considerado um dos maiores produtores de Urucum do mundo, visto que alguns estados brasileiros produzem a planta, sendo Rondônia o maior produtor. Mas apenas uma pequena parte dessa produção é destinada a indústria de corantes, isto deve-se ao seu alto custo de produção. Este artigo tem como objetivo o estudo das extrações da Bixina da planta Bixa Orellana, popularmente conhecida como Urucum ou Urucu, que, é um termo tupi-guarani que traduzido para a língua portuguesa significa vermelho. Analisando os três processos de extração, sendo eles a extração por imersão em solução alcalina, a Extração por imersão em óleo vegetal e a Extração por solventes orgânicos, chegou-se à conclusão de que embora a extração por solventes orgânicos facilite a obtenção do produto, é considerada pouco viável. A extração por imersão em solução alcalina é o método mais utilizado por ser possível uma obtenção do produto em maior quantidade, sendo mais viável economicamente, considerando seu alto custo.

Palavras-chave: Bixina. Corante. Extração.

Abstract

Dyes can be used for many purposes and a large number of these are of an industrial nature, such as, for example, the food industry that uses these dyes to give more attractive colors to its products, inducing their purchase by the final consumer. Brazil is considered one of the largest producers of Annatto in the world, since some Brazilian states produce the plant, with Rondônia being the largest producer. But only a small part of this production is destined for the dye industry, this is due to its high cost of production. This article aims to study the extractions of Bixin from the Bixa Orellana plant, popularly known as Urucum or Urucu, which is a Tupi-Guarani term that translated into Portuguese means red. Analyzing the three extraction processes, namely extraction by immersion in alkaline solution, Extraction by immersion in vegetable oil and Extraction by organic solvents, it was concluded that although extraction by organic solvents makes it easier to obtain the product, is considered not viable. Extraction by immersion in alkaline solution is the most used method because it is possible to obtain the product in greater quantity, being more economically viable, considering its high cost.

Keywords: Bixin. Dye. Extraction.

1 Introdução

Corantes naturais são corantes derivados de plantas, animais invertebrados ou minerais. Sendo em sua maioria corantes vegetais, visto que são extraídos de partes de plantas como suas raízes, frutos e folhas, porém podem ser extraídos também de outras fontes biológicas como por exemplo fungos e líquens segundo Goodwin (1982). Na indústria de alimentos são pouco utilizados devido a algumas de suas propriedades interferirem no sabor final e na durabilidade dos alimentos processados, porém, cumprem com a função básica de um corante que é a de preservar a qualidade sensorial e aumentar o valor nutricional destes alimentos conforme Refkalefsky (2020).

Corantes artificiais ou corantes industriais, resumem-se em aditivos químicos sintetizados em laboratório para

a mesma finalidade dos corantes naturais, utilizados em massa pelo setor industrial segundo Refkalefsky (2020). Por serem sintetizados em laboratório, os corantes artificiais não apresentam as mesmas desvantagens com relação a alimentos dos corantes naturais. Os corantes naturais são instáveis e podem ser alterados em função de temperatura e do pH.

Segundo Franco et al. (2008), o urucum tem sido utilizado na indústria de alimentos como um corante. Do pericarpo, a camada que envolve as sementes extraí-se o corante natural ou pigmento constituído por diversos carotenoides.

Segundo Franco et al., (2008), a bixina pigmento encontrado no urucum é uma fonte de corante natural utilizada mundialmente, e vem sendo aplicada nas indústrias têxtil, alimentos, cosméticos e na indústria farmacêutica. O corante de urucum é usado de várias maneiras na indústria dos alimentos em tons amarelo e vermelho. A bixina é um

pigmento lipossolúvel usada em alimentos como margarina, creme vegetal, queijo, sorvete (STRINGHETA; SILVA; NACHTIGALL, 2009).

Tendo em vista o exposto acima, o presente trabalho deve como objetivo estudar as técnicas de extrações que ocorrem com o urucum para obtenção do seu pigmento, tendo em vista uma análise de qual a maneira mais lucrativa.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

O estudo foi desenvolvido e fundamentado com pesquisa bibliográfica, com análise e compreensão de livros e artigos técnicos disponíveis em revistas e na internet. As bases de dados eletrônicas utilizadas foram: Sites de universidades, dissertações, teses e artigos científicos, além de livros presentes na biblioteca da faculdade.

Pesquisa de bibliografia é aquela baseada na análise da literatura já publicada em formas de livros, revistas, publicações avulsas, imprensa escrita até eletronicamente disponibilizada na internet.

2.2 Histórico

A palavra Urucum tem origem tupi-guarani e significa “vermelho”, sendo “Bixa orellana L” seu nome científico, em homenagem a Francisco Orellana, o primeiro explorador espanhol a navegar o rio Amazonas. Essa planta é conhecida por diversos nomes devido a sua ampla distribuição geográfica, no Brasil, além de urucum, é conhecida por urucu, urucu-uva, urucu-bravo, açafroa e bixa, e nomes indígenas como ahitê, nukirê, bixé e bixá (CARVALHO, 1989).

Já desde os primórdios os habitantes da América Central e do Sul utilizavam o corante das sementes de urucum para pintar de vermelho seus objetos de caça, pesca, vestimentas etc. A primeira referência ao urucum foi feita por Perto Vaz de Caminha em sua carta sobre a descoberta do Brasil ao rei de Portugal. Alguns artigos diz que os astecas já utilizavam o urucum para dar aparência de sangue e consistência à uma bebida feita a partir de cacau, para utilizá-la em seus rituais (PATINO, 1967).

Os ingleses descobriram no século 18 a utilidade do urucum para a produção de queijo, pois ele se liga a proteína do leite sem perder a cura e dá coloração a diversos tipos de queijo, sendo o primeiro corante vegetal a ser comercializado em grande escala na Europa (PATINO, 1967).

2.3 Características

Castro et al (2009) apresenta algumas características do urucum, o fruto, nada mais que cápsulas de coloração vermelha, verde ou alaranjada, revestidas com espinhos flexíveis. As pequenas sementes ficam na parte interna da casca, onde ali, está o corante. Ora, mais conhecido como bixina, o pigmento nada mais é que uma leve película que reveste toda a semente do urucum. Vale ressaltar que cada

cápsula possui internamente de 30 a 50 sementes.

2.4 Propriedades físico-química

Tendo como corante natural mais consumido no território brasileiro o colorau, derivado das sementes de urucum tem como compostos presentes nas sementes: celulose (40 a 45%), açúcares (3,5 a 5,2%), óleo essencial (0,3% a 0,9%), óleo fixo (3%), pigmentos (4,5 a 5,5%), proteínas (13 a 16%), alfa e betacarotenos e outros constituintes. Nutricionalmente a cada 100g de semente de urucum tem: Cálcio 7,00 mg; Ferro 0,80 mg; Fósforo 10,00 mg; Vitamina A 15,00 µg; Vitamina B1; Vitamina B2 0,05 mg; Vitamina B3 0,03 mg; Vitamina C 2,00 mg. Chegam a possuir, também, dois tipos de pigmentos: A bixina, de cor vermelha e solúvel em óleo; A orellana, de cor amarela e solúvel em água.

A bixina foi isolada pela primeira vez por Boussingault em 1825. Sua fórmula molecular é $C_{25}H_{30}O_4$ (Bixa orellana L) e apresenta-se convencionalmente de duas formas: a bixina, lipossolúvel, e a norbixina, cuja forma de sal hidrolisado é hidrossolúvel (LIMA et al., 2001).

A bixina, um C25 diapocarotenoide, é quase a única na família dos carotenoides que pode atuar como corante em uma série de estruturas químicas diferentes. O extrato de urucum tem uma estabilidade considerável à oxidação pelo oxigênio em meio anidro, mas uma resistência mais baixa aos efeitos da luminosidade. Uma forma de garantir a estabilidade do corante sob a incidência luminosa é a adição de antioxidantes, conforme sugeriram Najjar et al (1988). Os tocotrienóis com o termo genérico “vitamina E” é utilizado para designar os tocois, que são oito diferentes compostos, nomeados α -, β -, γ - e δ - (alfa, beta, gama e delta) tocoferóis e tocotrienóis. Tanto tocoferóis como tocotrienóis ocorrem em uma variedade de isômeros que diferem na estrutura de acordo com o número e a localização de grupos substituintes no anel cromanol (GUINAZI et al., 2009).

O teor de pigmentos presentes nas sementes de urucum oscila de acordo com a variedade da cultura, do solo, do clima e dos tratos culturais, podendo ser encontradas sementes com menos de 1% e outras até com 6% de bixina (CARVALHO, 2010).

Apesar da bixina ser o único componente do urucum que apresenta importância comercial, a planta possui vários compostos exóticos, a maioria recentemente identificada e alguns deles não são encontrados em nenhuma outra planta (VILAR et al., 2014).

2.5 Plantação e Cultivo

Segundo a Castro et al. (2009), o urucum se desenvolve melhor em solos com perfil profundo, bem drenados, com textura de média a argilosa, porém sem compactação. Apesar da baixa exigência nutricional, a cultura desenvolve-se bem em solos nos quais os macros e os micronutrientes estejam equilibrados e principalmente o alumínio permutável esteja

neutralizado. Ele também é uma planta heliófila, ou seja, seu estabelecimento tem de ser feito a pleno sol, ele prefere temperaturas que oscilam entre 20 °C e 26 °C, com máximas de 36°C a 38 °C e mínima de 15 °C. Oscilação térmica acentuada do período diurno para o noturno e ventos frios durante a noite criam um ambiente desfavorável à fisiologia da planta, resultando em queda considerável da produtividade.

O cultivo do mesmo se dá por espaçamentos variados dependendo do produtor e o porte do cultivo, o mais utilizado é o 6,0m x 5,0m, mas atualmente, novos espaçamentos vêm sendo testados pelos produtores, pois muitos estão adotando manejo mais mecanizado e para que isso seja viável é necessário fazer alguns ajustes. Desta forma, temos visto espaçamentos 7,0 m x 3,0 m; 6,0 m x 3,0 m ou 5,0 m x 2,0 m. (FABRI et al., 2016).

De acordo com Nazaré et al (2001), após o plantio deve ser feito o adubamento de acordo com a necessidade do solo e quando ela estiver em seu tamanho ideal, mais ou menos a partir do quarto ano, e faz-se a poda, que é de extrema necessidade para novas brotações. Após isso ele é colhido duas vezes ao ano e são colocados para secar, com a finalidade de reduzir a umidade da semente, que é aceitável para armazenamento, entre 7% e 10%.

2.6 Processos de Produção

Segundo Teramoto (2015), o Brasil produz em média 12.400 t/ano de grãos de urucum, mas apenas 20% destinam-se à indústria de corantes naturais, fato que estaria vinculado aos altos custos de sua produção, bem superior ao sintético. A maior parte da produção, que provem sobretudo da agricultura familiar, é direcionada para a fabricação de colorau (colorífico), amplamente consumido pela população brasileira.

Após a colheita, é realizado o processo de secagem das cápsulas, como explica Oliveira (2017), as cachopas devem ser espalhadas em uma lona de plástico e expostas diretamente aos raios solares, é extremamente necessário que antes da debulha, as cápsulas estejam totalmente secas. Ainda vale ressaltar que em caso das sementes ficarem expostas diretamente ao sol, pode ocorrer uma perda da qualidade e da quantidade de pigmentos no produto.

Castro et al (2009) explica que existem dois tipos de secagem, a Secagem Natural (OLIVEIRA, 2017) e a Secagem Artificial. A secagem artificial é comumente mais utilizada quando a colheita é realizada em períodos chuvosos, onde se há pouco sol ou muita umidade, onde os agricultores precisam recorrer a secadores movidos a eletricidade, luz solar, petróleo ou alguma outra fonte.

Após as cachopas estarem bem secas, vem o processo de debulha do urucum, onde se há o método manual e o método mecânico. Oliveira (2017) explica que o método manual das extrações das sementes, consiste em bater nas cachopas com o auxílio de uma vara. Mas, o atrito entre a vara e as sementes também deve provocar perda de pigmentação, é também, para uma grande colheita, será necessária muita mão de obra braçal.

Já o método mecânico utiliza-se de uma máquina apropriada, seja ela uma debulhadeira ou uma descachopadeira.

Após as extrações das sementes, Franco (2006) afirma que é realizado o peneiramento, que consiste na eliminação de impurezas. Somente depois de peneiradas as sementes serão secadas, tanto ao sol manualmente ou com secador artificial, sendo o mesmo processo da secagem das cápsulas.

Após isso, as sementes de urucum estarão prontas para serem ensacadas e armazenadas. Castro et al (2009) recomenda que as sementes sejam ensacadas em sacos de polietileno e com no máximo 50kg por sacos, para evitar atrito entre as sementes, para que assim o produto não perca pigmentação.

Franco (2006) sugere que a armazenagem deve ser feita em um local fresco e arejado, livre de quaisquer roedores ou insetos, para que o produto final obtenha a melhor qualidade possível. É extremamente necessário verificar o teor de umidade das sementes, visto que, sementes com umidade iguais ou superiores a 14%, deverão ser descartadas.

Abaixo, a Figura 1, mostra um fluxograma que mostra o processo de produção do colorífico, utilizando a adição de óleo vegetal, sendo misturado com as sementes, e de sal e farinha de milho, que serão adicionados no processo de moagem. Após isso, o produto é peneirado para retirar alguns grãos que podem não ser moídos de forma perfeita, e assim temos o colorífico pronto para ser envasado e armazenado.

Figura 1 - Fluxograma do processo de produção de colorífico



Fonte: Própria autoria, 2021.

2.7 Extração da bixina

Há três processos comerciais para a extração de pigmento dos grãos de urucum: extração por imersão em solução alcalina; a extração por imersão em óleo vegetal e em solventes orgânicos e a extração dos preparos comerciais usadas como corantes (CARVALHO, 1999).

2.7.1 Extração por imersão em solução alcalina

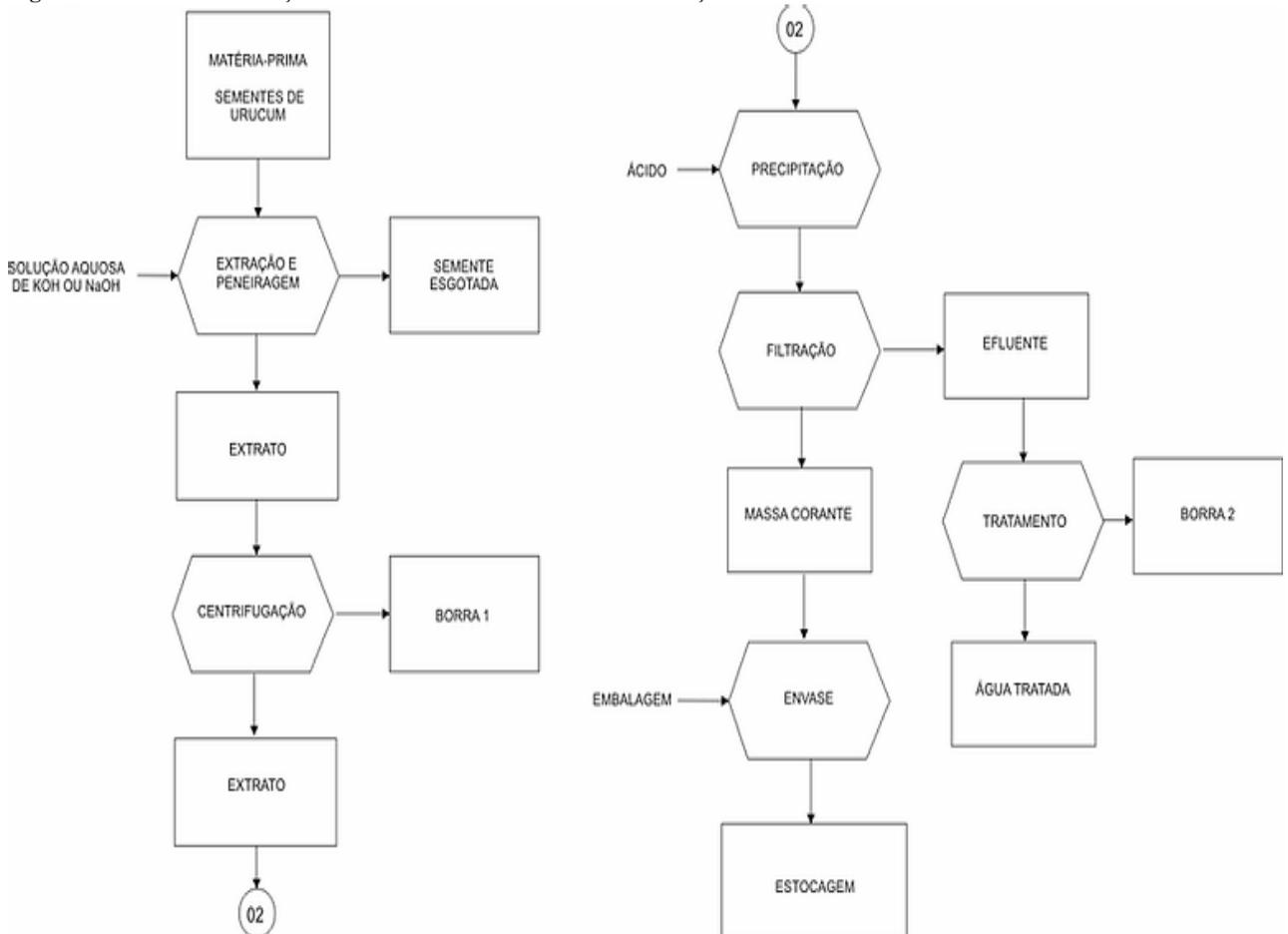
Segundo Urucum (2017), o processo mais utilizado na extração das sementes de urucum é o realizado com soluções alcalinas, pois este tipo de solução além de converter a bixina em norbixato, o que facilita sua solubilização em soluções aquosas alcalinas, também promove a dissolução de parte do material oleoso que faz com que os grãos de urucum prendam os pigmentos. Sendo está reação dependente do tempo e da temperatura do processo de extração.

Para a produção do norbixato as sementes de urucum a

vão para um extrator contendo soluções de KOH ou NaOH a concentrações de 5%. Essa mistura é agitada por um determinado tempo para total extração dos pigmentos dos grãos de urucum, sendo estes separados por um sistema de peneiras e retornando para uma segunda extração, sendo este processo repetido até obter-se 90% de extração total do pigmento. Então o extrato é encaminhado para a centrifugação para separar as

impurezas co-extraídas e depois para o tanque de recepção, aonde as sementes retornaram para o processo de extração. Para converter completamente a bixina em norbixato, o extrato do tanque de recepção será aquecido a uma temperatura de 70°C, depois resfriado e filtrado, sendo encaminhado para um tanque para padronização e envase (URUCUM, 2017). O processo de extração segue as etapas da Figura 2.

Figura 2 - Processo de extração através do método em imersão em solução alcalina



Fonte: <https://www.ourucum.com.br/extracao-de-pigmentos>.

2.7.2 Extração por imersão em óleo vegetal

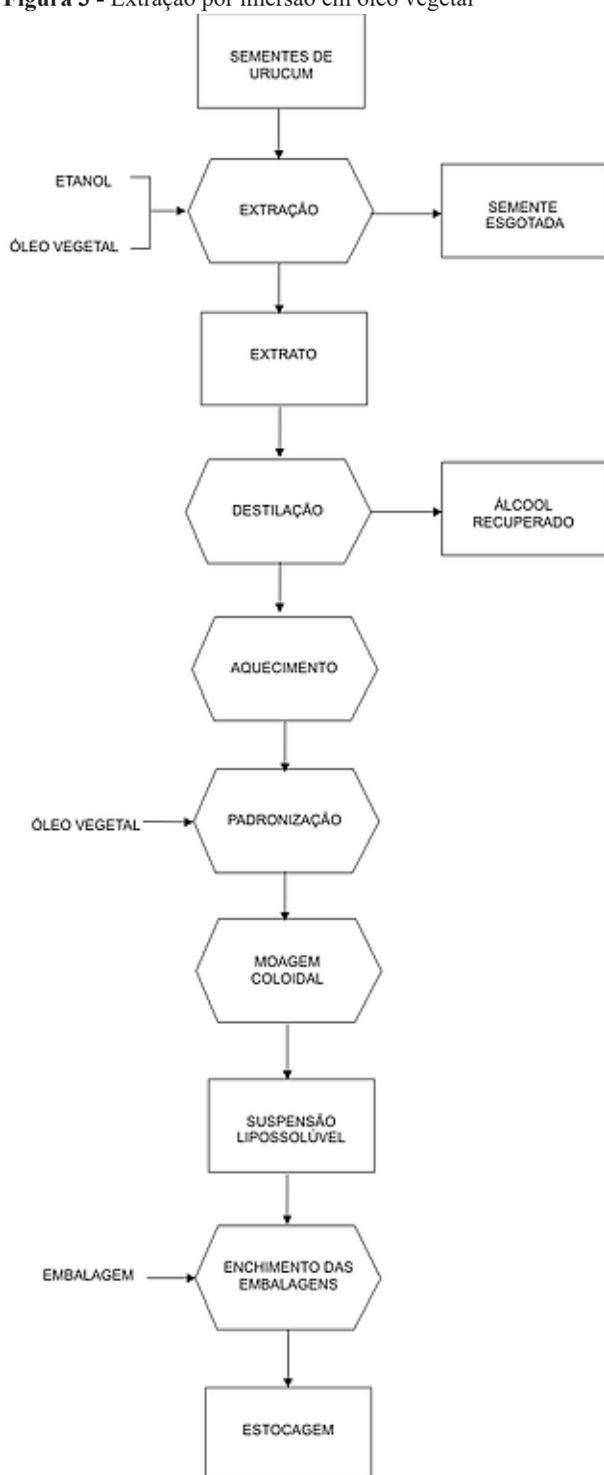
Algumas sementes de urucum eram adicionadas ao óleo vegetal que era aquecido por algum tempo para que o pigmento migrasse para o óleo. Esse extrato era então esfriado, filtrado e envasado em garrafas para o uso no preparo diário de alimentos. Esse processo foi adaptado industrialmente para a obtenção do corante de urucum em óleo. Atualmente algumas tecnologias são utilizadas para a obtenção desse tipo de produto. Entre essas tecnologias a mais simples é a extração direta dos pigmentos das sementes de urucum com óleo vegetal.

Ainda segundo Urucum (2017), na obtenção do corante com a extração direta com óleo vegetal, as sementes de urucum e o óleo vegetal são adicionados em um extrator com aquecimento. A mistura é aquecida e agitada para a

transferência dos pigmentos das sementes para o óleo. Após a extração, as sementes são separadas por peneiragem e o extrato é encaminhado para aquecimento a uma temperatura próxima a 100 °C. Após o aquecimento o óleo com o pigmento é resfriado, filtrado, embalado e comercializado. Esse tipo de processo resulta em um corante com concentração de bixina inferior a 0,5%.

Os pigmentos de urucum dissolvidos em óleo vegetal apresentam algumas características como: presença dos isômeros trans da bixina (mais estáveis e mais solúveis em óleo) e a presença de produtos de degradação da bixina (ou da norbixina), com menor massa molecular e maior estabilidade, principalmente do produto de degradação com 17 carbonos (C17), (URUCUM, 2017). O processo segue o procedimento demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Extração por imersão em óleo vegetal



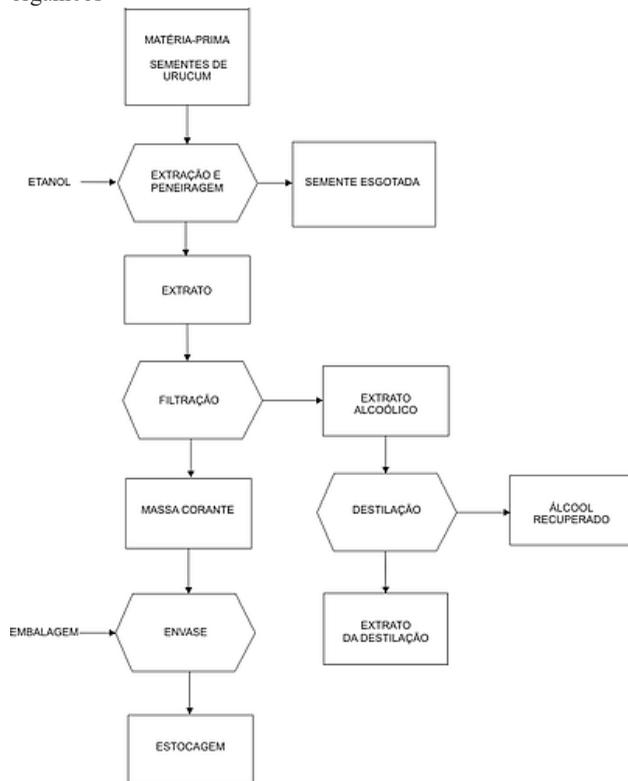
Fonte: <https://www.ourucum.com.br/extracao-de-pigmentos>.

2.7.3 Extração por solventes orgânicos

Há diversas formas de se obter o pigmento do urucum através de solventes orgânicos, como por exemplo mostra Veríssimo et al. (2006), onde se é utilizado o álcool etílico como solvente de extração, produto de obtenção fácil. Ora, foi pesado 50g de sementes de urucum, e posto, em um balão volumétrico, em seguida foi adicionado 100ml do álcool etílico, e esta solução foi para um agitador magnético. Após

este processo, as sementes foram peneiradas e depois lavadas com álcool etílico. A solução foi filtrada em um funil, e massa que ficou no funil foi seca em estufa a 60 °C.

Figura 4 - Fluxograma do processo de extração por solventes orgânicos



Fonte: <https://www.ourucum.com.br/extracao-de-pigmentos>.

2.8 Utilizações

Segundo Rabelo (2005) os benefícios medicinais do urucum incluem o fornecimento de vitaminas, tratamento de problemas estomacais, vermes e hemorroida. É realmente ampla a listagem de doenças que podem combater. Muito risco em carotenóides, o urucum também é aproveitado por vários segmentos industriais. O corante que é extraído de sua semente em cosméticos, bronzeadores, alimentos e tecidos. Os principais benefícios do Urucum são segundo Castro et al. (2009):

- a. É rico em antioxidantes: O urucum contém vários compostos vegetais com propriedades antioxidantes, incluindo carotenoides, terpenoides, flavonoides e tocotrienóis. Esses compostos ajudam a neutralizar moléculas potencialmente prejudiciais conhecidas como radicais livres, que podem danificar as células e levar ao desenvolvimento de doenças crônicas, como câncer, distúrbios cerebrais, doenças cardíacas e diabetes;
- b. Ajuda a combater o câncer: O extrato do urucum pode suprimir o crescimento de células cancerígenas e induzir a morte celular em células de câncer de próstata, pâncreas, fígado e pele, entre outros tipos de câncer;
- c. Faz bem para os olhos: O urucum é rico em carotenoides, que são substâncias que ajudam a promover a saúde ocular. Esses carotenoides são particularmente a bixina e a norbixina, que são encontradas na camada externa da semente;

- d. Faz bem para o coração: O urucum é uma boa fonte de compostos da família da vitamina E chamados tocotrienóis, que podem proteger contra problemas cardíacos relacionados à idade; e
- e. Pode reduzir inflamações: Vários estudos em tubo de ensaio indicam que os compostos do urucum podem reduzir numerosos marcadores de inflamação.

3 Conclusão

Com base nas pesquisas realizadas pode-se concluir que a extração por imersão em solução alcalina, vem sendo a mais utilizada pois consegui extrair maior quantidade de pigmento do urucum. Pode-se observar também que a extração por solvente orgânico com a utilização do álcool é de fácil obtenção, mesmo sendo de fácil obtenção o processo é pouco viável. Sabe-se que após a extração do pigmento, as sementes de urucum são descartadas, com isso podem representar problemas ambientais. Para minimizar os danos causados ao meio ambiente uma alternativa interessante seria sua reutilização como ingrediente de ração animal pela associação às suas propriedades químicas, físicas e funcionais, podem contribuir para diminuição do desperdício.

Referências

CARVALHO, P.R.N.; HEIN, M. Urucum: uma fonte de corante natural. *Colet. ITAL*, v.19, n.1, p.25-33, 1989.

CARVALHO, P.R.N. Annatto: technological advances and perspectives. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.49, n.1, p.71-73, 1999.

CARVALHO, P.R.N. Produção do Colorífico. In: REUNIÃO NACIONAL DA CADEIA PRODUTIVA DO URUCUM. Campinas. 2010.

CASTRO, C.B. et al. A cultura do urucum. 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128282/1/PLANTAR-Urucum-ed02-2009.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2021.

FABRI, E.G. et al. Sistema de produção e panorama da cultura do urucum no brasil. 2016. Disponível em:< <http://ww1.infobibos.com.br/anais/renau/Palestras/ElianeFabri.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2021.

FRANCO, C.F.O. Colheita e Pós-colheita do urucum (Bixa orellana L.). 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Colheita_Urucum/Index.htm>. Acesso em: 2 mar. 2021.

FRANCO, C.F.O. et al. Urucum: Sistema de produção para o Brasil. João Pessoa: Emepa, 2008.

GOODWIN, J. A Dyer's Manual. 1982. ISBN 0-7207-1327-7.

GUINAZI, M. et al. Tocoferois e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. *Quím. Nova*, v. 32, n.8, p. 2098-2103, 2009.

LIMA, L.R.P. et al. Bixina, Norbixina e Quercitina e seus efeitos no metabolismo lipídico de coelhos. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Scie.*, v.38, n.4, p.196-200, 2001.

NAJAR, S.V.; BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. Effects of light, air, anti-oxidants and prooxidants on annatto extracts (Bixa orellana). *Food Chem.*, v. 29, n. 4, 1988.

NAZARÉ, R.F.R. et al. Novas Cultivares de Urucum: Embrapa 36 e Embrapa 37. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39924/1/Circ-Tec-22-AmOrient_al.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

OLIVEIRA, A. Cultivo de urucum - colheita e debulha. 2017. Disponível em: <[https://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/cultivo-de-urucum-colheita-e-debulha#:~:text=A%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20do%20ponto%20de,um%20produto%20final%20com%20qualidade&text=A%20colheita%20das%20cachopas%20de,quartos\)%20dos%20frutos%20estiverem%20maduros](https://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/cultivo-de-urucum-colheita-e-debulha#:~:text=A%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20do%20ponto%20de,um%20produto%20final%20com%20qualidade&text=A%20colheita%20das%20cachopas%20de,quartos)%20dos%20frutos%20estiverem%20maduros)>. Acesso em: 2 mar. 2021.

PATINO, V.M. Plantas cultivadas em America Equinoccial. *Imprenta Departamental de Cali*, v.3, p.210-213, 1967

RABELO, G. Benefícios medicinais da semente de urucum. 2005. Disponível em: <<https://www.vix.com/pt/bdm/medicina-alternativa/1293/beneficios-medicinais-da-semente-de-urucum>>. Acesso em: 4 mar. 2021.

REFKALEFSKY, I. Corantes: Conheça os cuidados que se deve ter ao usar. 2020. Disponível em: <<https://fluxoconsultoria.poli.ufjf.br/blog/corantes-conheca-os-cuidados-que-se-deve-ter-ao-usar/>>. Acesso em: 2 mar. 2021.

STRINGHETA, P.C.; SILVA, P.I.; NACHTIGALL, A.M. Fatores que influenciam a reação de saponificação dos carotenoides presentes no urucum (Bixa orellana L.). *Ciênc. Agrotecnol.*, v.3, p.1892-1897, 2009.

TERAMOTO, J.R.S.; FABRI, E. G. Urucum: fonte de corantes naturais. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362015000100140&lng=pt&tlng=pt>. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000100023>. Acesso em: 2 mar. 2021.

URUCUM. Extração dos pigmentos das sementes de urucum. 2017. Disponível em: <<https://www.ourucum.com.br/extracao-de-pigmentos>> Acesso em: 14 mar. 2021.

VERÍSSIMO, S. A. et al. Aproveitamento do Corante Natural (Bixa Orellana L.) no Tingimento de Fibras Celulósicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO URUCUM, João Pessoa, 2006.

VILAR, D.A. et al. Traditional Uses, chemical constituents, and biological activities of bixa orellana l.: a review. *Scie. World J.*, 2014. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/857292>.