

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

SIMONE ALVES MONTEIRO DA FRANCA

OBTENÇÃO DO COLORANTE E DO AMIDO DAS SEMENTES DE URUCUM (*Bixa
orellana L.*): OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROCESSO

João Pessoa – PB

2018

SIMONE ALVES MONTEIRO DA FRANCA

OBTENÇÃO DO COLORANTE E DO AMIDO DAS SEMENTES DE URUCUM (*Bixa
orellana L.*): OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROCESSO

Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, da Universidade Federal da Paraíba, apresentado como pré-requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque

João Pessoa – PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F814o Franca, Simone Alves Monteiro da.

Obtenção do colorante e do amido das sementes de urucum
(*Bixa orellana* L.): Otimização dos parâmetros de
processo / Simone Alves Monteiro da Franca. - João
Pessoa, 2018.
80f. : il.

Orientação: Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque.
Monografia (Graduação) - UFPB/CTDR-DTA.

1. Bixina. 2. Farelo. 3. Ingredientes. 4. Pigmentos. I.
Albuquerque, Carolina Lima Cavalcanti de. II. Título.

UFPB/BC

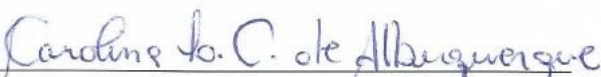
SIMONE ALVES MONTEIRO DA FRANCA

OBTENÇÃO DO COLORANTE E DO AMIDO DAS SEMENTES DE URUCUM (*Bixa
orellana L.*): OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROCESSO

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal da Paraíba, como parte
das exigências para a obtenção do título de
Tecnólogo de Alimentos.

João Pessoa, 14 de junho de 2018.

BANCA EXAMINADORA


Profa. Dra. Carolina Lima Cavalcanti Albuquerque
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
(Orientadora e Presidente da Banca Avaliadora)


Profa. MSc. Cristiani Viegas Brandão Grisi
Doutoranda – UFCG
(Membro da Banca Avaliadora)


Prof. Dr. João Paulo de Sousa Prado
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
(Membro da Banca Avaliadora)

“Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois tudo que fizermos deve ser para Ele e por Ele, socorro presente na hora da angústia e motivo de minha felicidade e amor e aos meus pais”.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por sempre renovar o meu ânimo para continuar na caminhada rumo aos meus objetivos.

Aos meus pais Sandra Alves Monteiro da Franca e Ricardo Monteiro da Franca por todo esforço para que eu alcançasse meus sonhos, sempre me incentivando e por todo amor.

Aos meus irmãos Suenia Alves Monteiro da Franca e Sandro Ricardo Alves Monteiro da Franca, por todo apoio, ajuda e paciência durante esses quatro anos.

A minha orientadora professora Dr^a Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque, pelas oportunidades em pesquisas, por compartilhar seus conhecimentos, compreensão e dedicar seu tempo para orientação e realização deste e outros trabalhos.

A querida professora Cristiani Grisi, por aceitar fazer parte da banca examinadora e por toda ajuda durante o período de pesquisa, me ensinando a administrar melhor o tempo e em meio aos erros insistir até alcançar os acertos, sem nunca desanimar diante do cansaço.

Ao professor João Paulo, por também aceitar fazer parte da banca examinadora, por todo conhecimento compartilhado nas disciplinas que mais me despertavam o interesse;

Em geral a todos os professores do CTDR, por todo conhecimento transmitido, a quem eu devo tudo que aprendi e pelo convívio durante esses anos, jamais me esquecerei de vocês.

Aos meus colegas, Gabriella Greyce, Thais Karla, Isis, Jayme e Juliana pelo convívio alegre e agradável durante as atividades de pesquisa nos laboratórios.

Aos técnicos de laboratório do CTDR, por toda ajuda e paciência, em especial José Carlos, Aline Souza, Aline Gouveia, Larissa, Patrícia, Hebert, Diego, Bosco, Gisleânia e Erivelto.

Aos funcionários terceirizados do CTDR, por toda ajuda e paciência, em especial Marcos, Luís e Geraldo.

E por último, mas não menos especial, aos meus queridos amigos de turma, Diego, Janaína, Gabrielle, Indyara, Marcelly e Juliana, pelo apoio e ajuda nos finais de período, por todos os bons momentos que compartilhamos juntos, jamais me esquecerei de vocês.

RESUMO

A busca pela oferta de novos produtos vem intensificando a concorrência na indústria de alimentos em resposta as expectativas de consumidores cada vez mais exigentes quanto a fatores que agregam valor ao alimento e neste contexto os ingredientes têm fundamental importância. Segundo a Brasil Food Trends, os ingredientes em perspectiva para 2020, entre os mais citados estão os realçadores e reguladores das cores (corantes naturais) e os agentes de textura (amidos, gomas, fibras e emulsificantes). Dentre os corantes naturais, as sementes do urucum (*Bixa orellana L.*) são utilizadas para fabricar o colorífico popularmente conhecido como colorau, e também para a obtenção dos colorantes bixina, norbixina e norbixato, comercializados na forma de pós, extratos líquidos e pastas. Porém várias pesquisas demonstra a riqueza nutricional das sementes de urucum, exploradas industrialmente apenas para a extração dos colorantes, gerando assim um resíduo agroindustrial, com potencial para obtenção de novos ingredientes alimentares, tais como o amido, um agente de textura e um dos biopolímeros mais utilizados para compor materiais biodegradáveis. Nesse contexto, o presente estudo tem o objetivo de desenvolver um processamento simplificado para obtenção do colorante em pó das sementes de urucum e a partir das sementes descoloridas residuais desse processamento obter o amido de urucum, através da combinação de técnicas de extração já descritas na literatura, e o subproduto da produção do amido, farelo de urucum tendo como meta gerar novos atrativos para a cadeia produtiva de urucum na Paraíba. O colorante em pó produzido e avaliado foi o CE (8+12) que apresentou melhor teor de bixina $66,19 \pm 0,84\%$, o amido de urucum (AU) produzido pelo método de pré-extração com bissulfito de sódio e extração com água apresentou $91,02 \pm 2,01\%$ de amido puro e o subproduto farelo de urucum (FU) apresentou $9,79 \pm 0,03\%$ de amido e $80,07\%$ de fibra alimentar total, além de investigar a composição centesimal, caracterização físico-química e avaliação dos parâmetros colorimétricos, obtendo recuperação de $85,67\%$ dos pigmentos das sementes de urucum (SU), na obtenção do CE, $39,76\%$ do amido na obtenção do AU, ficando $58,80\%$ do amido retido no farelo e $83,70\%$ das fibras, na obtenção do (FU), ambos a partir das sementes descoloridas, demonstrando a necessidade de novos estudos para melhoramento do rendimento e estudo das propriedades tecnológicas e caracterização microbiológica.

Palavras-chave: Bixina. Farelo. Ingredientes. Pigmentos

ABSTRACT

The search for new products has been intensifying competition in the food industry in response to the expectations of increasingly demanding consumers as to factors that add value to food and in this context the ingredients are of fundamental importance. According to BrazilFoodTrends, the most anticipated ingredients for 2020 include color enhancers and regulators (natural dyes) and texture agents (starches, gums, fibers and emulsifiers). Among the natural dyes, the seeds of annatto (*Bixa orellana* L.) are used to make the colorific popularly known as colorau, and also to obtain the dyes bixin, norbixin and norbixato, marketed in the form of powders, liquid extracts and pastes. However, several studies show the nutritional richness of annatto seeds, exploited industrially only for the extraction of dyes, thus generating an agroindustrial residue, with the potential to obtain new food ingredients, such as starch, a texture agent and one of the most biopolymers used to make biodegradable materials. In this context, the present study has the objective of developing a simplified process to obtain the powder dye of the annatto seeds and from the residual discolored seeds of this processing to obtain the annatto starch, through the combination of extraction techniques already described in the literature, and the byproduct of the production of starch, urucum meal with the goal of generating new attractions for the annatto production chain in Paraíba. The dye produced and evaluated was EC (8+12), which presented better bixin content $66.19 \pm 0.84\%$, the annatto starch (AU) produced by the combined pre-extraction method with sodium bisulfite and water extraction showed $91.02\% \pm 0.01\%$ pure starch and the by-product of annatto meal (FU) presented $9.79 \pm 0.03\%$ of starch and 80.07% of total dietary fiber, besides investigating the centesimal composition, physico-chemical characterization and evaluation of the colorimetric parameters, obtaining a recovery of 85.67% of the pigments of the annatto (SU) seeds, obtaining EC, 39.76% of the starch in obtaining (AU), leaving 58.80% of the starch retained in the bran and 83.70% of the fibers, in obtaining the (FU), both from discolored seeds, demonstrating the need for new studies to improve the yield and study of technological properties and microbiological characterization.

Key words: Bixin. Bran. Ingredients. Pigments

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. O Urucuzeiro (<i>Bixa orellana</i> L.)	17
Figura 2. Cachopas e sementes do urucum	18
Figura 3. Sementes de urucum (inteira e corte transversal)	19
Figura 4. Estrutura da Bixina e Norbixina.....	20
Figura 5. Os diferentes estados físicos do amido.	28
Figura 6. Fluxograma do Processo de obtenção do Colorante em pó.	39
Figura 7. Fluxograma do Processo de obtenção do amido de urucum.	40
Figura 8. Sementes após extração do colorante: A) Leito de jorro; B) Abrasão com água.	49
Figura 9. A) Sementes intumescidas após 8 horas de pré-extração; B) Troca da água de pré-extração e C) Sementes intumescidas após mais 12 horas de pré-extração.	50
Figura 10. Imagens do processo de obtenção do colorante em pó das sementes de urucum. ..	51
Figura 11. Gráfico da Cinética de extração do colorante em pó.	52
Figura 12. Teste do branco para determinação do glúten.....	55
Figura 13. Imagens do processo de Obtenção do Amido e Farelo de urucum.	57
Figura 14. Determinação de pH em água.	59
Figura 15. Aspecto de cor do amido de milho e do amido de urucum.....	61
Figura 16. Valores das coordenadas colorimétricas L*, a*, b*, C* e h° para os colorantes de urucum concentrados na forma de pós e pasta.	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estudos sobre processos usados para obtenção dos colorantes da semente de urucum.	24
Tabela 2. Experimentos para obtenção do colorante em pó	37
Tabela 3. Atividade de água, umidade (g/100g) e teor de bixina das sementes de urucum da cidade de Alagoinha/PB.	47
Tabela 4. Teor de bixina no colorante em pó produzido.	48
Tabela 5. Resultado do teor de bixina e da composição centesimal em base seca (g/100g) do Colorante em pó produzido com a semente de urucum da cidade de Alagoinha/PB.	53
Tabela 6. Resultados da composição centesimal em base seca (g/100g) das sementes descoloridas.	54
Tabela 7. Resultados de atividade de água, pH, acidez e bixina das sementes de urucum descoloridas.	56
Tabela 8. Resultados de atividade de água (Aw), pH em água, acidez e bixina do amido (AU) e do farelo (FU) de urucum.	59
Tabela 9. Avaliação dos parâmetros colorimétricos do Colorante em pó, do Amido e do Farelo de urucum.	60
Tabela 10. Rendimento médio do processamento da semente de urucum da cidade de Alagoinha/PB.	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 O URUCUM	17
3.1.1 Origens e Características	17
3.1.2 Colorantes Naturais do Urucum e suas aplicações	20
3.1.3 Composição química dos frutos do urucum	21
3.2 PROCESSOS DE OBTENÇÃO DO COLORANTE	23
3.3 APROVEITAMENTO DO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL	25
3.4 AMIDOS	27
3.4.1 Características e aplicação tecnológica	27
3.5 PROCESSOS DE OBTENÇÃO DO AMIDO	28
3.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DE ALIMENTOS NO DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS	30
3.6.1 Umidade	31
3.6.2 Cinzas ou Resíduo mineral fixo	31
3.6.3 Proteínas	32
3.6.3.1 Glúten	32
3.6.4 Lipídeos	32
3.6.5 Carboidratos	33
3.6.5.1 <i>Amido</i>	33
3.6.5.2 <i>Fibra alimentar total</i>	33
3.6.6 Teor de bixina	34
3.6.7 Potencial hidrogeniônico (pH)	34
3.6.8 Atividade de água	35
3.6.9 Acidez álcool-solúvel	35
3.6.10 Cor Instrumental	35
4 MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 MATERIAL	37
4.2 MÉTODOS	37
4.2.1 Obtenção do Colorante em pó	37

4.2.2 Obtenção do Amido de Urucum	39
4.2.3 Análises Físico-químicas de Alimentos no desenvolvimento de processos.....	41
4.2.3.1 Umidade	41
4.2.3.2 Cinzas	41
4.2.3.3 Proteínas	41
4.2.3.3.1 <i>Glúten</i>	42
4.2.3.4 Lipídeos	42
4.2.3.5 Carboidratos	42
4.2.3.5.1 <i>Amido</i>	43
4.2.3.5.2 <i>Fibra alimentar total</i>	43
4.2.3.6 Teor de Bixina	43
4.2.3.7 Potencial hidrogeniônico - pH.....	44
4.2.3.8 Atividade de água	44
4.2.3.9 Acidez álcool-solúvel.....	45
4.2.3.10 Cor instrumental	45
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 OBTENÇÃO DO COLORANTE DE URUCUM EM PÓ	48
5.1.2 Caracterização das sementes de urucum descoloridas	54
5.2 OBTENÇÃO DO AMIDO DE URUCUM	56
5.2.1 Caracterização do amido e do farelo de urucum	57
5.3. AVALIAÇÃO COLORIMÉTRICA.....	59
5.4 RENDIMENTO MÉDIO DO PROCESSAMENTO DAS SEMENTES DE URUCUM..	63
6 CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE I.....	75

1 INTRODUÇÃO

A busca pela oferta de novos produtos vem intensificando a concorrência na indústria de alimentos, em resposta às expectativas de consumidores cada vez mais exigentes quanto a fatores que agregam valor ao alimento. Neste contexto os ingredientes têm fundamental importância, como composição nutricional do alimento ou como aditivo, com a função de manter, conferir ou intensificar seu aroma, cor e sabor, e modificar ou manter seu estado físico (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Segundo a Brasil Food Trends, os ingredientes em perspectiva para 2020 são mais citados em sua diversidade para as tendências de sensorialidade e prazer, e saudabilidade e bem-estar, destacando-se os realçadores e reguladores das cores (corantes naturais), os agentes de textura (amidos, gomas, fibras e emulsificantes), entre outros. (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Dentre os corantes naturais, o urucum (*Bixa orellana L.*), vem sendo utilizado desde os primórdios da humanidade, como condimento na culinária. Atualmente, seu mercado corresponde a aproximadamente 90% do total do consumo de corantes naturais no Brasil e em torno de 70% de corantes naturais no mundo, podendo ser obtido em diversas tonalidades, que vão do amarelo ao castanho, passando pelo vermelho (FABRI, 2015; SANTOS, 2013). Sua aplicação abrange desde a indústria de alimentos (ALBUQUERQUE E MEIRELES, 2012), até outros segmentos industriais, tais como têxtil (SAHA E SINHA, 2012), cosmético (BOUVIER et al., 2003) e farmacêutico (MATUO et al., 2013).

A cultura do urucum é importante economicamente, pois a maioria das sementes é produzida pela agricultura familiar (FRANCO, 2007). Segundo últimos dados divulgados a safra de sementes de urucum (*Bixa orellana L.*) no Brasil em 2016 foi de 12.817 toneladas, sendo os maiores produtores as regiões Sudeste (37%), Norte (27%) e Nordeste (22%), principalmente no âmbito da agricultura familiar e na Paraíba a produção foi 389 toneladas, sendo a mesorregião do Brejo Paraibano onde a sua exploração comercial é mais representativa (IBGE, 2016).

Particularmente no Brasil, as sementes do urucum são utilizadas para fabricar o colorífico, popularmente conhecido como colorau, e também para a obtenção dos colorantes bixina, norbixina e norbixato, comercializados na forma de pós, extratos líquidos e pastas (FREIRE, 2017). Porém, várias pesquisas demonstram a riqueza nutricional das sementes de

urucum, exploradas industrialmente apenas para a extração dos colorantes, gerando assim um resíduo com alta qualidade nutricional, rico em carboidratos com potencial para obtenção de novos ingredientes alimentares, tais como o amido, podendo ser utilizado como agente de textura e polímeros para compor materiais biodegradáveis, e o farelo como fonte de fibras que melhoram as propriedades físicas e estruturais dos alimentos e visam atender a demanda por dietas sem glúten e com ingestão de fibras. (SILVEIRA, 2018; SILVA et al., 2018).

Nesse contexto, o presente estudo tem a finalidade de desenvolver um processo simplificado de obtenção do colorante em pó a partir das sementes de urucum, verificando se a recuperação de bixina é tecnicamente viável, como também a obtenção do amido a partir das sementes descoloridas, resíduo gerado na produção do colorante e o farelo que por sua vez é um subproduto da obtenção do amido. Para isto, técnicas de extração de amido já descritas na literatura foram otimizadas, analisando as composições centesimais, físico-químicas e potencialidades de uso, tendo como meta gerar novos atrativos para a cadeia produtiva de urucum na Paraíba. Espera-se com este trabalho a revitalização da cadeia produtiva do urucum e o fortalecimento da agricultura familiar de regiões produtoras do Brejo Paraibano, através da agregação de valor dos corantes naturais do urucum e seus subprodutos no desenvolvimento de novos ingredientes alimentícios naturais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolvimento e otimização de processo de extração de colorante em pó e de amido a partir das sementes de urucum.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar os parâmetros de processamento para extração do colorante em pó das sementes de urucum: tempo de pré-extração e método de secagem.
- Avaliar o colorante em pó quanto o teor em bixina, umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos.
- Determinar o rendimento de amido e de subproduto (farelo), no processo de extração do produto amiláceo a partir das sementes de urucum descoloridas.
- Avaliar as sementes descoloridas, o amido e o farelo de urucum, quanto a composição em: umidade, cinzas, proteínas, glúten, lipídeos, carboidratos totais, teor de amido e fibra alimentar total, além da atividade de água, pH, acidez e concentração residual de bixina.
- Avaliação Colorimétrica do Colorante em pó, do Amido e do Farelo de urucum;
- Apresentar rendimento do processo otimizado de extração do colorante em pó, do amido e do farelo urucum.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O URUCUM

3.1.1 Origens e Características

Urucuzeiro (figura 1) é o nome dado à planta da família Bixaceae, sendo a *Bixa orellana* L a espécie mais cultivada, que produz o fruto “urucum” palavra que na língua tupi-guarani (uru-cu) significa "vermelho". O urucuzeiro é uma planta perene e rústica que possui um ciclo de vida longa, originária da América Tropical e encontrada também na África e na Ásia (DORNELAS et al., 2015; CASTRO et al, 2009). Segundo Franco et al., (2002) a classificação botânica do urucuzeiro é:

- Subdivisão: Angiosperma;
- Classe: Dicotiledoneae;
- Ordem: Parietales;
- Sub-Ordem: Cistianeae;
- Família: Bixaceae;
- Espécies: *Bixa Orellana* L., *Bixa arbórea*, *Bixa Americana*, *Bixa urucurana*, *Bixa purpúrea*, *Bixa upatensis*, *Bixa tinetoria*, *Bixa oviedi*.

Figura 1. O Urucuzeiro (*Bixa orellana* L.)



Fonte: Autora

A planta apresenta um sistema radicular do tipo pivotante, contendo um eixo principal e ramificações secundárias e terciárias, seu caule é lenhoso e relativamente reto, de onde partem vários ramos que formam uma copa frondosa. As folhas se predem a superfície dorsal e ventral dos ramos, de forma alternada; são inteiras, apresentam nervuras longas e possuem coloração verde. As flores, grandes e na cor branca ou em várias tonalidades são emitidas praticamente durante todo ano, no entanto, com maior intensidade em duas épocas (junho/julho e novembro/dezembro – Nordeste), definindo as safras da planta, normalmente, a abertura das flores ocorre primeiramente na parte inferior e depois na porção superior da inflorescência (FRANCO et al., 2008; EMBRAPA, 2009).

Os frutos do urucuzeiro (figura 2) são cápsulas com espinhos flexíveis que se apresentam em forma de cachos, chamados de cachopa, observando-se colorações variadas, desde verde-clara a verde-escura, amareladas ou vermelhas-escuras. Cada cachopa possui sementes em seu interior que podem diversificar em tamanho e quantidade, de acordo com a variedade da planta, período de coleta e umidade. Em seu interior, podem conter entre 30 a 50 sementes, que possuem baixo custo de produção e baixa toxicidade, o que as tornam mais atrativas num mercado ávido por substituição dos corantes artificiais pelos naturais (FRANCO et al., 2008; EMBRAPA, 2009; TAHAM, CABRAL e BRARROZO, 2014; SILVEIRA, 2017).

Figura 2. Cachopas e sementes do urucum

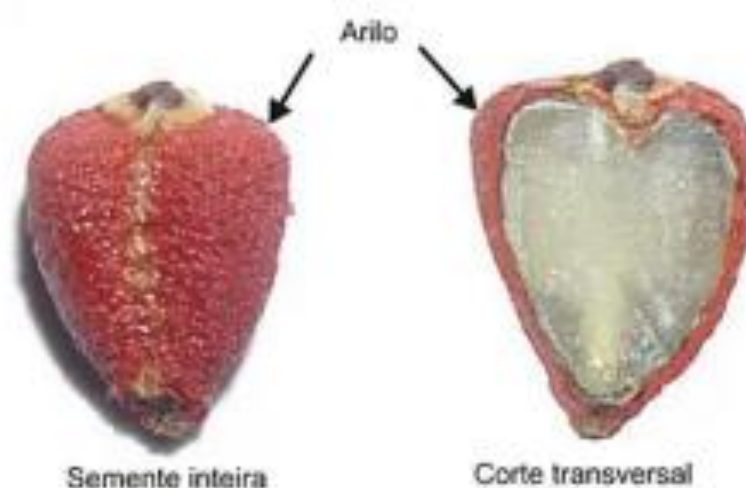


Fonte: Autora.

As sementes de urucum (figura 3) são revestidas por um arilo de pigmentação avermelhada por conter carotenóides, que representam até 6% do peso total da semente e de

onde são extraídos os colorantes, a Bixina ($C_{25}H_{30}O_4$). A bixina foi isolada pela primeira vez por Boussingault em 1825, seguido pela Norbixina ($C_{24}H_{28}O_4$), que é um éster da bixina, ambos com aplicação nas indústrias de alimentos, farmacêuticas, cosméticos, têxtil, entre outras, em substituição dos corantes artificiais (SILVEIRA, 2017; TAHAM, CABRAL e BRARROZO, 2014; EMBRAPA, 2009).

Figura 3. Sementes de urucum (inteira e corte transversal)



Fonte: www.ourucum.com.br

O processo de beneficiamento das sementes tem início posterior à colheita e consiste nas etapas: colheita dos frutos, pré-secagem, “descachopamento” - separação das cachopas e sementes, peneiramento, secagem das sementes, ensacamento, armazenamento e classificação. Sendo o teor de bixina a característica que determina o valor comercial das sementes que são classificadas em três tipos (EMBRAPA, 2009):

Tipo 1 – Umidade menor ou igual 10 %, teor de bixina acima de 2,5 %, impurezas menores que 5,0 % e ausência de matéria estranha.

Tipo 2 – Umidade de 10 % a 14 %, teor de bixina de 2 % a 2,5 %, impurezas menores que 5 % e ausência de matéria estranha.

Tipo 3 – Umidade maior que 14 %, teor de bixina menor que 1,8 %, impurezas maiores que 5 % e presença de matéria estranha. Este último tipo não tem especificação.

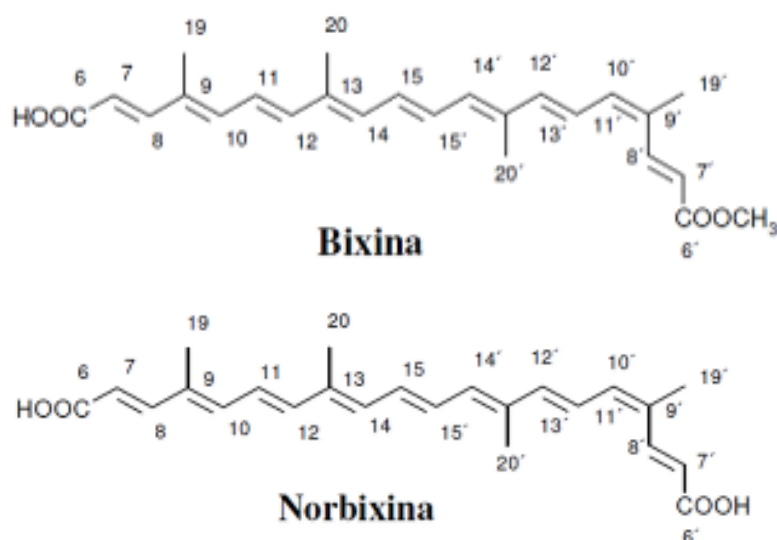
Posteriormente à classificação, as sementes são comercializadas à fábrica de colorífico, nos estados do Nordeste, e de colorantes naturais, na região do Sudeste do Brasil (FRANCO, et al. 2008; FABRI et al., 2009; FABRI, 2015; FABRI e TERAMOTO, 2015).

3.1.2 Colorantes Naturais do Urucum e suas aplicações

Os colorantes mais importantes das sementes do urucum são a bixina e norbixina, ambas pertencentes à classe dos carotenóides. A norbixina é encontrada em pequenas quantidades na semente, e a bixina, é o colorante majoritário, representando aproximadamente 80% do total de carotenóides presentes na semente (FAO, 2006).

A fórmula molecular da bixina $C_{25}H_{30}O_4$ (figura 4), contém um ácido carboxílico e um éster metílico nas extremidades e ocorre naturalmente na forma *cis* e com intensa insaturação, que lhe conferem grande instabilidade, sensível a fatores como alta temperatura, luminosidade, oxigênio e baixo pH. Logo a *cis*-bixina, pode ser facilmente convertida em seu isômero *trans*-bixina, que é a forma mais estável que tem propriedades semelhantes à forma *cis*; o isômero *trans* também exibe uma cor vermelha em solução, e solúvel em óleos vegetais. Sob condições específicas de temperatura e pH, a bixina pode ser convertido na *cis*-norbixina, de fórmula molecular $C_{24}H_{28}O_4$ (figura 4), solúvel em água, isto é, a ácido dicarboxílico que é solúvel em solventes polares e fornece uma cor laranja (SANTOS, 2013; ALBUQUERQUE E MEIRELES, 2011; BARBOSA, 2009).

Figura 4. Estrutura da Bixina e Norbixina



Fonte: BARBOSA, 2009.

De forma geral a bixina, na sua forma natural *cis*, é insolúvel, já na sua forma *trans*, é lipossolúvel, logo empregada em laticínios, como margarina, queijos, manteiga, e em outros produtos oleosos; já a norbixina, na sua forma *cis* é hidrossolúvel e na forma *trans* é

lipossolúvel, logo mais amplamente aplicada na produção de iogurtes, sorvetes, refrigerantes, cervejas e à formulação de alguns tipos de queijo (TOCCHINI & MERCADANTE, 2001; EMBRAPA, 2009).

O Comitê de Especialistas em Aditivos Alimentares da FAO/WHO por meio da 67ª reunião (JECFA) determinou em 2006 um novo ADI – *Authorized Daily Intake* (ingestão diária autorizada) para bixina de 0 - 12 mg/Kg de massa corporal, aplicável aos extratos de urucum. Tais extratos devem satisfazer as seguintes especificações:

- Bixina extraída com solvente ($\geq 85\%$ bixina, $\leq 2,5\%$ norbixina);
- Bixina obtida por processo aquoso ($\geq 25\%$ bixina, $\leq 7\%$ norbixina).

Já para a norbixina e seus sais de sódio e potássio expressos como norbixina, estabeleceu um ADI de 0 – 0,6mg/Kg de massa corporal, aplicável aos extratos de urucum, desde que também satisfaçam as seguintes especificações:

- Norbixina extraída com solvente ($\geq 85\%$ norbixina)
- Norbixina obtida por processo alcalino e precipitada por ácido ($\geq 35\%$ norbixina);
- Norbixina obtida por processo alcalino e não precipitada por ácido ($\geq 15\%$ norbixina).

Além do ramo alimentício, também é empregado na medicina popular, pois os extratos a base do urucum (*Bixa orellana* L) possuem potencial antimicrobiológico (IROBI, MOO-YOUNG e ANDERSON, 1996), utilizado como xarope expectorante e para gargarejos, para ajudar na cicatrização, contra dispepsia, estomáticos e laxativos. Já, as sementes secas são usadas para problemas na pele, como um antídoto para envenenamento com mandioca através do ácido prússico, antídoto para ácido cianídrico, terapia para bronquite e queimaduras, para males no fígado e tuberculose (LIMA et al, 2001).

3.1.3 Composição química dos frutos do urucum

A *Bixa orellana* L. é constituída por muitos compostos químicos além da bixina e da norbixina, carotenóides que são os seus principais constituintes. A composição das sementes vem sendo amplamente estudada e apresentam cerca de 40 a 45% de celulose; um teor de 17,5% de lipídeos distribuídos na forma de ácido linolênico, alfa linoléico e oléico; cerca de 13% a 16% de proteínas, composto por 10,6 % de aminoácidos e apresentando também alfa e beta caroteno, além de taninos e saponinas; seus minerais estão em torno de 5,4% contendo

alto conteúdo de fósforo, ferro e zinco, e reduzido teor de cálcio; seus açúcares 3,5 a 5,5%, a quantidade de pigmento representa de 1,0 a 5,0%, mas seu conteúdo pode chegar a cerca de 7% do peso seco das sementes; possui 3% de óleo fixo (lipídeos) e o óleo essencial volátil aproximadamente 0,3 a 0,9% (OLIVEIRA, 2005; ALBUQUERQUE E MEIRELES, 2011).

Dentre outros compostos tem-se o grupo dos flavonóides, destacando-se o glicosídeo de apigenina, bisulfato de apigenina e hipoaetina (SANTOS, 2013). A fração lipídica das sementes é rica em tocotrienóis e alguns tocoferóis, antioxidantes e anticancerígenos, sendo a principal fonte de tocotrienóis já conhecida (ALBUQUERQUE E MEIRELES, 2012; PIERPAOLI et al., 2013; SILVA et al., 2015a). Contêm também fração rica em geranilgeraniol (SILVA et al., 2015b), diterpeno com propriedades antiinflamatórias (GIRIWONO et al., 2013) e anticancerígenas (MARCUIZZI et al., 2012). E as sementes podem ser usadas para a produção de açúcares por hidrólise (ALCÁZAR-ALAY et al., 2017).

Em estudos mais recentes Ferreira (2017) mostrou que a farinha da cachopa do urucum é um subproduto fonte de minerais (em que os mais representativos foram o potássio com $1723,13\text{mg}\times 100\text{g}^{-1}$, o cálcio com $1250,72\text{ mg}\times 100\text{g}^{-1}$ e o ferro $440,08\text{mg}\times 100\text{g}^{-1}$, seguidos de cloro, silício, magnésio, entre outros) com um elevado teor de carboidratos totais cerca de 80%, sendo destes 19% amido e que apesar da presença de substâncias antinutricionais (2,86 mg de ácido tânico 100g^{-1} e 0,78g de ácido fítico 100g^{-1}), as mesmas podem ser inativadas por tratamentos térmicos.

Freire et al.(2017) compararam as composições nutricionais da cachopa (5,77% de umidade; 4,55% de cinzas; 1,73% de lipídios; 3,07% de proteínas; 80,3% de carboidratos totais e 19,0% de amido) com a composição de sementes de urucum comercializadas em Alagoinha/PB (CA) e sementes doadas pelo Assentamento Senhor do Bonfim (ASB), apresentando respectivamente (9,28 e 9,60% de umidade; 5,74 e 5,23% de cinzas; 4,12 e 2,69% de lipídios; 11,56 e 11,13% de proteínas; 67,18 e 69,45% de carboidratos totais e 18,03 e 22,08% de amido) e verificaram que a farinha da cachopa do urucum apresentou maior teor de carboidratos totais e o teor de lipídeos foi superior nas sementes CA ($4,12 \pm 0,28$), quando comparado com as sementes ASB e da cachopa, onde esse teor é responsável pela função nutricional e/ou tecnológica de vitaminas lipossolúveis e compostos antioxidantes. Franca et al., (2017) avaliaram os compostos antioxidantes dessas sementes, que apresentou teor de bixina de $7,59\pm 0,15\%$ um teor considerado alto em relação aos reportados na literatura até o momento, a presença do delta-tocotrienol com R_f de 0,65cm e de compostos fenólicos na ordem de $10,28\pm 0,03\text{ mg GAE}\times\text{g}^{-1}$.

Nesses estudos é possível observar um teor considerável de carboidratos na cachopa e nas sementes de urucum, com enfoque nas concentrações de amido dando visibilidade à importância nutricional (calórico) e industrial (melhorador de propriedades físico-químicas) desse composto. Portanto, a semente de urucum apresenta uma excelente qualidade nutricional em termos de compostos antioxidantes, com potencial para ser utilizada como aditivo natural, e com teores de carboidratos que podem ser isolados na forma de novos ingredientes e/ou aplicados para enriquecer alimentos.

3.2 PROCESSOS DE OBTENÇÃO DO COLORANTE

São diversas as metodologias conhecidas de extrações de compostos dos vegetais, tais como, hidro-destilação, maceração, extração com solvente a baixa pressão (LPSE), entre outros (OLIVEIRA, 2005). Os processos comercialmente aplicados pela indústria na extração dos colorantes do urucum são (FAO, 2006; FRANCO et al., 2008; CARVALHO, 2010; ALBUQUERQUE, 2013):

- Extração com água - processo mecânico de abrasão utilizando água aquecida 50°C, que resulta num produto com pureza em bixina (>90%);
- Extração em óleo - utilizando óleo vegetal aquecido a 100°C, que resulta na remoção da bixina e de outros compostos, consequentemente diminuindo a pureza em bixina (<1%);
- Extração alcalina – utilizando solução aquosa de hidróxido de sódio ou potássio e com aquecimento, em temperatura de aproximadamente 70°C, que resulta na transformação da bixina em norbixina;
- Extração com solventes - processo de extração com um ou mais solventes orgânicos, que resulta num colorante com pureza em bixina (>30%).

Contudo, alguns desses métodos possuem algumas desvantagens específicas pós-processamento, como por exemplo, os corantes extraídos com óleo vegetal aquecido podem conter produtos de degradação, uma vez que a extração se dá em temperatura de 100°C, e a necessidade de remoção dos solventes utilizados nas extrações. Além disso, ambos podem gerar resíduos danosos ao meio ambiente (TAHAM; CABRAL; BARROZO, 2015).

Diante de tais informações, várias tecnologias vêm sendo estudadas (tabela 1) a fim de se obter um processamento ambientalmente seguro e comercialmente viável e melhor

rendimento em concentração de bixina, capaz de agregar valor ao urucum. Por ser a maior parte da produção oriunda da agricultura familiar, é fundamental aumentar a competitividade no mercado com consumidor consciente dos efeitos da industrialização dos alimentos sobre a saúde e o meio ambiente.

Tabela 1. Estudos sobre processos usados para obtenção dos colorantes da semente de urucum.

Técnicas	Fonte
Extração utilizando CO ₂ supercrítico	Chao et al.(1991); Prentice Hernandez e Rusig (1992); Anderson et al.(1997); Silva et al.(2008); Albuquerque (2013); Taham, Cabral e Barrozo (2015).
Extração utilizando sementes desengorduradas	Albuquerque e Meireles (2012); Albuquerque (2013); Rodrigues et al.(2014); Taham, Cabral e Barrozo (2015).
Extração assistida por ultrassom	Rodrigues et al.(2014); Naves, Zabot e Meireles (2015).
Melhorias na extração convencional, utilizando água ou etanol como solvente.	Shushama et al.(2003); Satyanarayana, Prabhakara e Rao (2003); Rodrigues et al.(2014) Taham, Cabral e Barrozo (2015).

Fonte: TAHAM; SILVA e BARROZO, 2015.

Para o desenvolvimento de novas técnicas de extração, o conhecimento da matéria-prima e do colorante são primordiais, para saber qual o comportamento em diferentes meios, qual o rendimento durante a extração, qual a melhor forma de extrair, quais tecnologias são eficientes para o processamento, que contribui para um produto final de qualidade (RODRIGUES, 2013). Por isso, vários fatores devem ser observados, principalmente os que afetam diretamente a estabilidade da bixina, como a: variação de pH, a temperatura e o tempo de extração e secagem, a relação solvente e soluto, como também a exposição ao ar e à luz.

Pimentel (1995) em seu estudo sobre a estabilidade dos extratos obtidos das sementes de urucum, concluiu que os rendimentos de extração foram proporcionais à relação volume de solução extratora e massa de sementes, mas a partir da relação 6/1 os ganhos de rendimentos médios de extração não foram tão significativos; já na produção de corantes de urucum em pó, por meio de precipitação ácida, a partir de extratos obtidos com solução aquosa de KOH 0,1N e solução alcoólica de NH₄OH 0,56N, após a etapa de secagem do extrato de KOH a vácuo por 6 horas, verificou que houve uma perda de 12,86% de norbixina.

Oliveira (2005) explica que ainda que não se consiga total estabilização de carotenóides, cuidados especiais tomados para inibir sua degradação e consequentemente assegurar maior tempo de conservação destas substâncias são aconselhados, para a preservação de suas características originais, sendo fundamental o acondicionamento em temperaturas reduzidas, abaixo de 0°C, além da total proteção contra radiação luminosa.

Carvalho (2006) avaliou os teores de bixina de duas cultivares de urucum, sob três condições de secagem (50, 60 e 70 °C), em camada fina, chega à conclusão, que para as condições de processo estabelecidas, a temperatura foi a variável que apresentou a maior influência na degradação da bixina; chegando a perder até 18% de bixina para temperaturas entre 50° e 70° C.

A bixina é sensível à variação de pH, mudando de amarelo-alaranjado para uma tonalidade rosa em baixo pH. Quanto à exposição ao ar não apresenta problemas, é estável na presença de agentes redutores e oxidantes, estável na ausência total de luz e apresenta media estabilidade quando na presença de luz (SILVA, 2006).

3.3 APROVEITAMENTO DO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL

Na indústria de alimentos, são classificados como ‘resíduos’ a parte da matéria-prima que não é utilizada para a produção de determinado alimento como cascas, bagaços, caroços, sementes e entre outros, o que leva a um elevado índice de perdas e desperdícios. No entanto, ser classificado como resíduo não significa falta de qualidade nutricional, por isso várias pesquisas comprovam que estes resíduos são importantes fontes de proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais e fibras, passíveis de recuperação e aproveitamento viáveis pelas indústrias de alimentos, cosméticos, rações etc., reduzindo impactos ambientais gerados pelo elevado índice de desperdício (SENHORAS, 2004; EVANGELISTA, 2005; VIERIA, 2006; PARIMALAN et al., 2007; GARMUS et al., 2009; CAVALCANTI et al., 2010; RORIZ, 2012;. CHIOCCETTI, 2013; FERREIRA et al., 2015).

Quanto ao urucum, a geração de resíduos se inicia na etapa de “descachopamento” no beneficiamento do fruto. Neste processo, as sementes são separadas das cachopas, após uma pré-secagem, normalmente realizada ao sol, essas cachopas representam cerca de 60% da massa total dos frutos (FRANCO, et al. 2008). Já na produção dos colorantes do urucum a geração de resíduo chega a representar cerca de 94% da massa inicial de sementes. Com isso,

os principais subprodutos gerados são o resíduo da semente do urucum, proveniente da extração dos colorantes, e as cachopas que envolvem as sementes.

A composição química desses resíduos vem sendo estudada e empregada de formas variadas na alimentação animal, como melhorador da composição de rações para aves e suínos (UTIYAMA et al., 2002; SILVA et al., 2005); demonstrando a viabilidade de utilização em rações de poedeiras como agente corante para as gemas dos ovos (BRAZ et al., 2007); e avaliando os balanços nitrogenados de caprinos com dietas contendo subprodutos de urucum em diferentes níveis de inclusão (MORAES et al., 2008).

Recentemente, as pesquisas se voltaram para o isolamento e caracterização do constituinte mais representativo nesse resíduo da semente de urucum, os carboidratos que representam cerca de 70% da semente. De acordo com BRITO et al. (2015), desses carboidratos cerca de 11,5-30,4% é de amido, sendo este um dos polímeros mais utilizados para compor materiais biodegradáveis pelo seu custo e disponibilidade.

Mais recentemente Silva et al. (2018), estudaram subprodutos de urucum e cúrcuma obtidos após processos de extração com fluido supercrítico e extração com solvente a baixa pressão. Os subprodutos gerados após tais extrações eram compostos principalmente de carboidratos (81% em peso), com predominância de amido e fibras. E apresentaram as características tecnológicas dos subprodutos de urucum na indústria de alimentos:

- Fibras: melhora a resistência à graxa, óleo e solventes em embalagens de alimentos; Substituto de gordura, para reduzir o conteúdo calórico, melhorar a textura e estabilidade de produtos cárneos; Ingrediente para melhorar as propriedades físicas e estruturais de hidratação, capacidade de retenção de óleo, viscosidade, textura, características sensoriais e vida de prateleira (por exemplo, para aumentar o volume, rendimento e frescor na produção de pão).
- Amido: Aditivo para gelatinização, formação de hidrogel e digestibilidade; Aditivo sem glúten para massas, bolos ou pão; Substituto de gordura em alimentos processados, pois aumenta a capacidade de retenção de água e a estabilidade da emulsão dos produtos; Filmes que atuam como barreira contra a troca gasosa, transferência de umidade, transferência de solutos e/ou oxidação; Material de parede em processos de encapsulação, para preservar compostos bioativos e sua retenção ou liberação.

3.4 AMIDOS

3.4.1 Características e aplicação tecnológica

O amido é um polímero semicristalino armazenado em várias partes das plantas (grãos de cereais, raízes, túberos, sementes, fruta e pólen) constituindo, juntamente com a celulose, uma das mais abundantes fontes de carboidratos. Dentro da classe dos carboidratos é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas $\alpha(1\rightarrow4)$, originando uma cadeia linear. Já a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em $\alpha(1\rightarrow4)$ e $\alpha(1\rightarrow6)$, formando uma estrutura ramificada. Embora a amilose seja definida como linear, atualmente, admite-se que algumas de suas moléculas possuem ramificações semelhantes à da amilopectina (FIB, 2015).

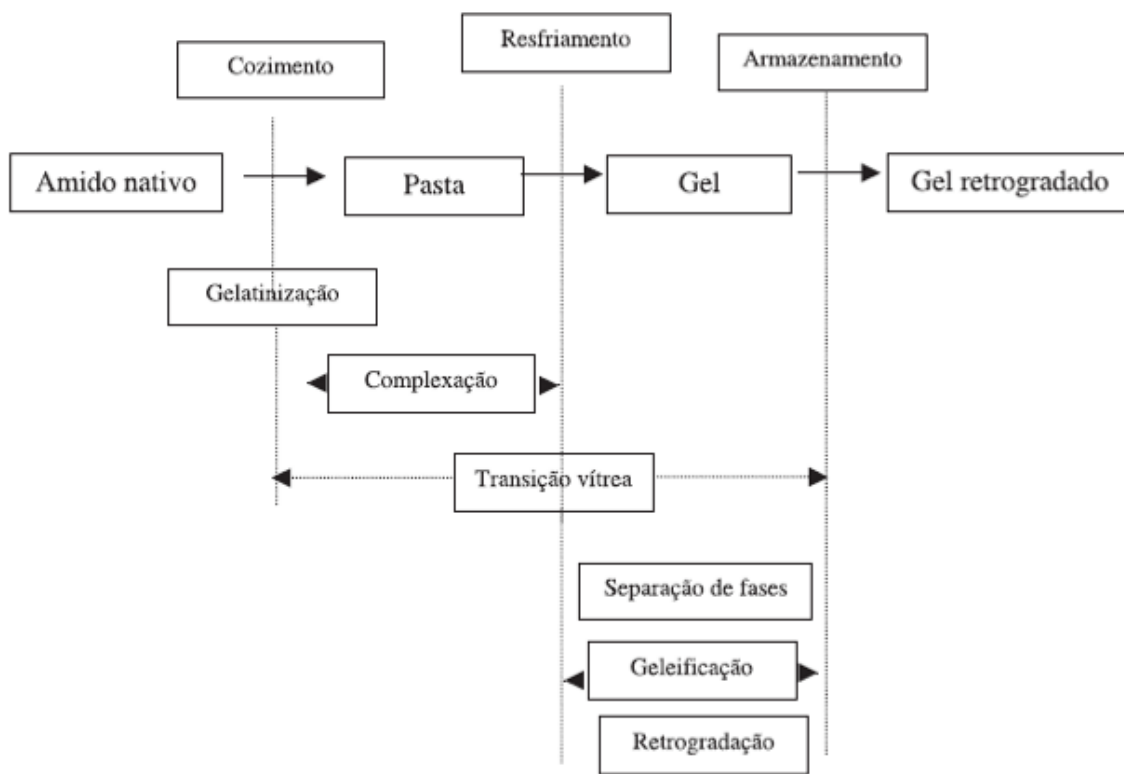
Segundo a RDC N°263/2005 da ANVISA, a extração do amido é realizada a partir de duas principais fontes: cereais - como milho, arroz e trigo; raízes ou rizomas e tubérculos - como a mandioca e a batata

O amido puro é composto apenas de carboidratos, tem coloração branca, insípido e se adicionado a água fria e mantido sob agitação forma uma suspensão de aspecto leitoso, separando-se após repouso, embora uma pequena fração torne-se solúvel quando agitado em água, é tido como praticamente insolúvel e baseado nisso que a indústria consegue obtê-lo em estado puro (ALMEIDA, 2012). Entretanto dependendo da composição da fonte e método de extração, o amido pode conter outros componentes como, proteínas, cinzas e lipídeos.

Segundo Mestres (1996) o estabelecimento das propriedades do amido é feita em laboratório, a partir de condições padronizadas e equipamentos específicos. No uso alimentar, entretanto, essas propriedades passam por adaptações para se ajustar as características do alimento, que é quimicamente mais complexo que as condições em que o amido é caracterizado.

As propriedades funcionais e nutricionais do amido são devidas ao estado físico no alimento, que muda durante o preparo do mesmo. Com a cocção amido nativo passa a uma pasta e depois, com o resfriamento e armazenamento, passa a um gel (Figura 5).

Figura 5. Os diferentes estados físicos do amido.



Fonte: MESTRES (1996).

3.5 PROCESSOS DE OBTENÇÃO DO AMIDO

De modo geral, a extração do amido consiste em moagem ou ralação, separação da fibra e suspensão de amido em água, centrifugação, purificação, desidratação e secagem. Existem vários métodos para extração descritos na literatura e alguns estudos estão sendo feitos com amidos de fontes não tradicionais com meta a atender a busca por novas fontes de amido nativo com características que atendam ao interesse da indústria. Isto indica que as metodologias de extração precisam ser aprimoradas, pois cada matéria-prima apresenta características diferentes (MELO NETO, 2016).

Pelo processamento é gerado um subproduto, farelo potencialmente com características nutricionais, dependentes do método aplicado. Santos et al.(2013), ao extrair o amido de sementes de uma variedade de jaca dura que possuíam menores teores de proteína e apresentavam 78,8% de amido em base seca, aplicando três métodos de extração:

- Método de extração com água - As sementes são colocadas em água (1:5) e então trituradas, prensadas, decantadas, centrifugadas, em vários ciclos até completa

remoção de toda mucilagem. O amido purificado é submetido à secagem em estufa a 40°C até peso constante.

- Método do bissulfito - Para a extração do amido pelo método de Schoch e Maywald (1968) as sementes são colocadas em solução de bissulfito de sódio (0,2% m/v) e então submetidas às etapas subsequentes tal como no método de extração com água. O objetivo principal da adição do bissulfito é a solubilização de algumas proteínas insolúveis em água impedindo a sua decantação juntamente com o amido, o que aumentaria a impureza do amido obtido.
- Método de Chiang modificado - Para a extração do amido pelo método Chiang et al. (1987) modificado as sementes são colocadas em solução de NaOH a 0,2% m/v e então submetidas às etapas subsequentes tal como no método de extração com água. O hidróxido de sódio em pequenas concentrações é utilizado para solubilizar frações de fibras finas altamente hidratadas com baixa capacidade de sedimentação e desnaturação de proteínas insolúveis flocculantes sem, no entanto, provocar a gelatinização do amido.

Observou que os métodos de extração com água e o método do bissulfito apresentaram valores semelhantes quanto ao rendimento prático de extração, em média 11,41%, sendo estes valores maiores do que os encontrados para o método de Chiang modificado.

Maniglia (2017) ao extrair amido de resíduo de cúrcuma que possuía 64% de amido, aplicou três métodos: extração com água (pH 7,0), extração com hidróxido de sódio a 0,25% (pH 10,0) e extração com solução de ácido ascórbico 1% (pH 3,0) na proporção matéria-prima:solvente (1:2) em maceração por 18 horas a 10°C, seguido de trituração, peneiramento, centrifugação, secagem e armazenamento do farelo e do amido e apresentou baixo rendimento para os três métodos variando de 24 a 31% e pequena redução nos teores de proteínas, lipídeos e fibras, chegando a um produto amiláceo com 80% de amido concentrado.

Valores similares aos encontrados por Estrada-Léon et al. (2016) para a extração de amido de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) que apresentava 48,5% de carboidratos na matriz vegetal e obtiveram rendimento em amido de 28% no método ácido, 28% no método neutro com água destilada e 32% no método bissulfito. O amido produzido pelo método bissulfito, foi o mais claro e com maior redução no teor de proteínas e lipídeos apresentando 84% de carboidratos. No entanto Maniglia & Tápia-Blácido, (2016) obtiveram altos rendimentos na extração de amido a partir do babaçu, com 65% de rendimento em meio aquoso e 85 % em meio alcalino, chegando a obter produtos amiláceo com 94 e 98,8% de

amido puro e menores teores de proteínas e lipídeos. Demonstrando que é preciso levar em consideração o teor de amido contido na matriz, bem como sua composição em proteínas, lipídeos e fibras, para escolher o melhor método.

Silveira & Tápia-Blácido, (2018), isolaram o amido do resíduo de extração de pigmento de urucum, utilizando o método de extração com água, com ácido ascorbico (ácido) e com hidróxido de sódio (alcalinizante), e os materiais isolados apresentaram alto teor de amido (64,6-68,7%), porém cada método apresentou uma influencia sobre a composição química:

- Método de extração com ácido ascorbico (ácido): removeu mais fibras, mas não removeu compostos fenólicos e carotenóides, para produzir um material amiláceo com a maior atividade antioxidante e a maior cristalinidade.
- Método de extração com hidróxido de sódio (alcalinizante): solubilizou mais lípidos, carotenóides e proteínas; promoveu perda de compostos fenólicos; e forneceu grãos de amido aglomerado com maior tamanho de partícula e alta entalpia de gelatinização.
- Método de extração com água: impactou o teor de bixina do material amiláceo em menor grau, mas levou à perda de compostos fenólicos, forneceu o material amiláceo com as melhores propriedades para aplicação como aditivo alimentar e para uso na produção de filmes com atividade antioxidante.

3.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DE ALIMENTOS NO DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS

No processamento do corante de urucum foram realizadas as determinações de teor de bixina, com objetivo de identificar qual o melhor experimento, visando o melhor rendimento em recuperação de bixina e principal parâmetro responsável pela determinação de valor comercial da semente de urucum bruta. Outros parâmetros também são importantes para avaliar se outros componentes estão precipitando junto ao corante e assim interferindo no teor de bixina, tais como é teor de lipídeos, cinzas, proteínas e carboidratos totais.

O manual de métodos de análises físico-químicas de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008) recomenda as seguintes determinações para avaliação das farinhas e produtos similares (amiláceo e não-amiláceo): umidade, acidez, proteínas, glúten, carboidratos totais, teor de amido e fibra alimentar, lipídios e cinzas.

A determinação de glúten (proteína vegetal) é de fundamental importância, uma vez que a Lei Federal nº 10.674 de 2003, obriga que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca, que é uma desordem autoimune desencadeada pela ingestão de glúten.

Desta forma, as sementes descoloridas, o amido de urucum e o farelo de urucum obtidos serão analisados conforme determina o manual do Instituto Adolfo Lutz. Também serão avaliados para controle de processamento e produto acabado: pH, atividade de água e cor instrumental.

3.6.1 Umidade

A umidade é caracterizada pela água contida na superfície do alimento (água livre que atua como meio de dispersão e nutriente para o crescimento de microrganismos ou reações químico-enzimáticas ou água que está presente na superfície externa do alimento e que facilmente evapora) ou na umidade absorvida (conhecida como água ligada, está no interior do alimento e combinada quimicamente com outras substâncias e mais difícil de ser eliminada). No procedimento analítico em estufa a 105°C, a amostra é aquecida em certas condições onde a água é retirada, juntamente a outras substâncias que se volatilizam nessas condições. A umidade pode afetar a estocagem, embalagem e processamento de um alimento, pois está relacionada diretamente com a qualidade do alimento devido a sua conservação (IAL, 2008; CECCHI, 2003).

3.6.2 Cinzas ou Resíduo mineral fixo

As cinzas, também conhecidas como resíduos por incineração são os resíduos de um produto resultante do aquecimento a aproximadamente 550-570°C na mufla, resultando em um resíduo inorgânico que é transformado em CO₂, H₂O e, NO₂. Mas nem sempre os resíduos estão representados por toda substância inorgânica da amostra, alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento, sua determinação é importante para conhecer o conteúdo de minerais fixos presentes na amostra (IAL, 2008; CECCHI, 2003).

3.6.3 Proteínas

As proteínas constituem as células vivas, além da função nutricional nos alimentos, também possuem propriedades organolépticas e de textura, as proteínas também podem vir em combinação com lipídeos e carboidratos (CECCHI, 2003).

Segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), a determinação das proteínas geralmente é feita através de digestão pelo método de Kjeldahl, onde será feita a determinação do nitrogênio. Porém esse método vem sofrendo diversas alterações e adaptações ao longo do tempo. O método se baseia em três etapas: Digestão, Destilação e Titulação. A matéria orgânica existente na amostra será decomposta, o nitrogênio será transformado em amônia. Para calcular a quantidade de proteínas usa-se o fator empírico 6,25 que é necessário para que o número de gramas de nitrogênio encontrado seja transformado em número de gramas de proteínas de origem vegetal (IAL, 2008).

3.6.3.1 Glúten

O glúten é uma proteína muito importante para o preparo de alimentos que precisam de crescimento. Quando hidratado forma um rede de finas membranas que retêm as bolhas de gás produzidas pelos agentes do crescimento (fermentos) e em contato com o calor se desnatura formando uma casca que limita as entradas produzidas pela expansão do gás no interior da massa dando característica crocante aos produtos, característica que determina o uso das farinhas na panificação (ARAUJO, 2008).

A análise de determinação do glúten por lavagem baseia-se na insolubilidade do glúten na água e na propriedade que o mesmo possui de aglomerar-se formando uma massa plástica, quando manuseado sob corrente de água, eliminando os outros constituintes. O glúten assim obtido contém globulina, glutenina e gliadina (IAL, 2008).

3.6.4 Lipídeos

Os lipídeos são gorduras ou substâncias gordurosas e sua determinação é realizada em extrator Soxhlet. Quimicamente os lipídeos são compostos orgânicos altamente energéticos, contendo ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis. Eles são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como éter, clorofórmio, acetona, benzeno e álcoois. São classificados em simples (óleos e gorduras),

compostos (fosfolípidios, ceras etc.) e derivados (ácidos graxos, esteróis). Em temperatura ambiente os óleos apresentam aspecto líquido e as gorduras, pastoso ou sólido (CECCHI, 2003; IAL, 2008).

3.6.5 Carboidratos

Os carboidratos são divididos em os monossacarídeos, como a glicose, dissacarídeos, como sacarose e lactose e polissacarídeos, como amido e celulose. Possui diversas funções como nutricional, adoçantes naturais, pode ser matéria prima para produtos fermentados, possui propriedades reológicas de alimentos de origem vegetal e também é responsável pela reação de escurecimento em alguns alimentos (CECCHI, 2003).

Para procedimento analítico faz-se necessário preparar uma solução dos carboidratos presentes, que seja livre de substâncias que venham a interferir na aplicação do método escolhido para a sua determinação. A determinação dos carboidratos está baseada nas propriedades físicas das suas soluções ou no poder redutor dos glicídios mais simples (aos quais se pode chegar por hidrólise, no caso dos mais complexos) (IAL, 2008).

3.6.5.1 Amido

O amido é absorvido pelo organismo em forma de glicose, sendo um dos principais constituintes dos alimentos. Possui em sua estrutura cadeias de amilose (ligações -1,4) e amilopectina (ligações -1,4 e -1,6) (WALTER, SILVA e PERDOMO, 2005).

A determinação do amido geralmente é feita, inicialmente, desengordurando a amostra, em seguida, realizando a hidrólise ácida e neutralização da solução obtida da amostra e por fim a titulação dessa solução pelo método de Lane-Eynon, determinando os glicídios não redutores em amido (IAL, 2008).

3.6.5.2 Fibra alimentar total

A fibra é o componente das paredes celulares vegetais e resistem à ação das secreções do trato gastrointestinal. Analiticamente são formadas por polissacarídeos, não-amido (celulose, hemicelulose, gomas e pectinas) e lignina. Porém, existem outros carboidratos que não são hidrolisados através das enzimas digestivas, eles podem ser considerados também como fibras alimentares, como inulina, amido resistente e β -glucanas. As fibras são

determinadas pelo método gravimétrico não-enzimático desenvolvido por Li & Cardozo (1994), ou podem ser calculadas por diferença, quando se conhece a composição de carboidrato total e de amido (IAL, 2008).

3.6.6 Teor de bixina

Para determinação do teor de bixina é preciso preparar o extrato da semente do urucum (*Bixa orellana* L), ou partir do corante já produzido em diferentes apresentações, como na forma de pós, extratos líquidos ou oleosos e pastas (IAL, 2008). Os métodos mais comuns para determinação de bixina são os métodos espectrofotométricos e através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

A determinação espectrofotométrica consiste em extrair toda coloração presente na semente por meio de algum solvente, os mais comuns são clorofórmio ou acetona, através de maceração, a bixina estará presente no extrato resultante, que será diluída no solvente específico, para que se faça a leitura espectrofotométrica, até obter o comprimento de onda desejável e a partir daí quantificar o teor da bixina e são reportados como carotenóides totais expressos como bixina (IAL, 2008; FAO 2006).

Já a determinação por CLAE é feita através de extração do pigmento por ultra-som com algum solvente específico (metanol, acetona ou clorofórmio), até a quantidade ideal para cada metodologia desenvolvida, alguns autores realizam o método através da retirada de uma alíquota do extrato e secagem com N₂ para diluição em fase móvel e posterior injeção no cromatografo e outros injetam a alíquota após a extração, cada autor utiliza condições cromatográficas específicas (SILVA et al., 2010; TOCCHINI E MERCADANTE, 2001).

3.6.7 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação da concentração de íons de hidrogênio livres, por meio do pH pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício ou para certificar etapas do processo produtivo. Nos processos de determinação eletrométricos empregam-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (IAL, 2008).

3.6.8 Atividade de água

A atividade de água (A_w) é a água disponível que o alimento possui, através da mesma é possível que haja um crescimento microbiano além de outras reações que venham a deteriorar os alimentos. O valor da atividade de água irá indicar a água livre presente nos alimentos, enquanto que a umidade irá medir toda a água presente no alimento. Portanto é de fundamental importância determinar a atividade de água de produtos alimentícios para controle de processamento e qualidade/estabilidade do produto final (CECCHI, 2003).

3.6.9 Acidez álcool-solúvel

A determinação da acidez titulável pode fornecer informações do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio. Os métodos que avaliam a acidez titulável resumem-se em titular com soluções de álcali padrão a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto e, em certos casos, os ácidos graxos obtidos dos lipídios. O método álcool-solúvel destina-se à determinação da acidez titulável em farinhas e em todos cereais e amiláceos, por facilitar a dissolução das amostras e evitar a formação de grumos quando o solvente é somente a água. Pode ser expressa em mL de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal (IAL, 2008).

3.6.10 Cor Instrumental

A cor de um produto alimentício deriva principalmente do seu teor de carotenóides, de proteínas, de fibras e da presença impurezas na moagem. A cor pode ser determinada de diferentes maneiras, entre estas os Colorímetro se apresenta como um método fácil de leitura direta, sem a necessidade de preparação da amostra, dando o resultado em diversas faixas de cores, no sistema das coordenadas colorimétricas L^* , a^* , b^* , C e h° , interpretados pelo sistema de cor CIELAB, da seguinte maneira: O parâmetro L^* representa a luminosidade, onde os valores variam do 0 (preto) ao 100 (branco); As coordenadas de cor a^* e b^* , onde: a^+ : tonalidade predominante para o vermelho; a^- : tonalidade predominante para o verde; b^+ :

tonalidade predominante para o amarelo; b^- : tonalidade predominante para o azul. Os parâmetros C^* e h° são derivados das coordenadas colorimétricas anteriormente citadas, onde C^* é a cromaticidade ou saturação da cor (“vivacidade”) e h° indica a tonalidade da cor, cuja medida é dada em graus (SILVA, 2007).

O centro do espaço de cor CIELAB é acromático e a saturação da cor vai aumentando à medida que os valores se afastam da origem (OLIVEIRA; SOUZA; MAMEDE, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

As sementes de urucum (*Bixa orellana L*) foram obtidas no comércio local da cidade de Alagoinha-PB. Transportadas para o laboratório de processamento de alimentos do CTDR – UFPB, onde foi realizada uma limpeza minuciosa, para retirada de restos de cascas, folhas secas, galhos e areia, embalada em sacos plásticos de cor escura para evitar o contato com a luz, e armazenados em freezer (-18°C), evitando assim a degradação dos componentes presentes na semente do urucum.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Obtenção do Colorante em pó

Inicialmente foram realizados ensaios preliminares para determinar as melhores condições experimentais de otimização do processo de obtenção do colorante em pó rico em bixina, tendo como referência fatores que afetam a estabilidade da bixina, tais como exposição à luz, altas temperaturas e baixo pH (BARBOSA, 2009).

Tabela 2. Experimentos para obtenção do colorante em pó

Exp	Condições fixas		Condições Variáveis	
	Ti (°C)	Ms (g)	ti (h)	Ts (°C)
1	6-8°C	10	24	36°C
2	6-8°C	10	48	36°C
3	6-8°C	10	72	36°C
4	6-8°C	10	96	36°C
5	6-8°C	10	120	36°C
6	6-8°C	10	24	- 49°C
7	6-8°C	10	48	- 49°C
8	6-8°C	10	72	- 49°C
9	6-8°C	10	96	- 49°C
10	6-8°C	10	120	- 49°C

Nesses ensaios foram determinadas as condições fixas, como temperatura de refrigeração para a etapa de pré-extração ($T_i = 6-8^{\circ}\text{C}$) e a massa de sementes de urucum a serem utilizadas ($M_s = 10\text{g}$), e as condições variáveis, tempo de imersão (t_i) e temperatura de secagem (T_s) do pó obtido, como mostra a tabela 2. Como resposta desses ensaios obteve-se a massa de colorante em pó obtida (M_p), a concentração de bixina correspondente e a massa de bixina contida no pó (M_b).

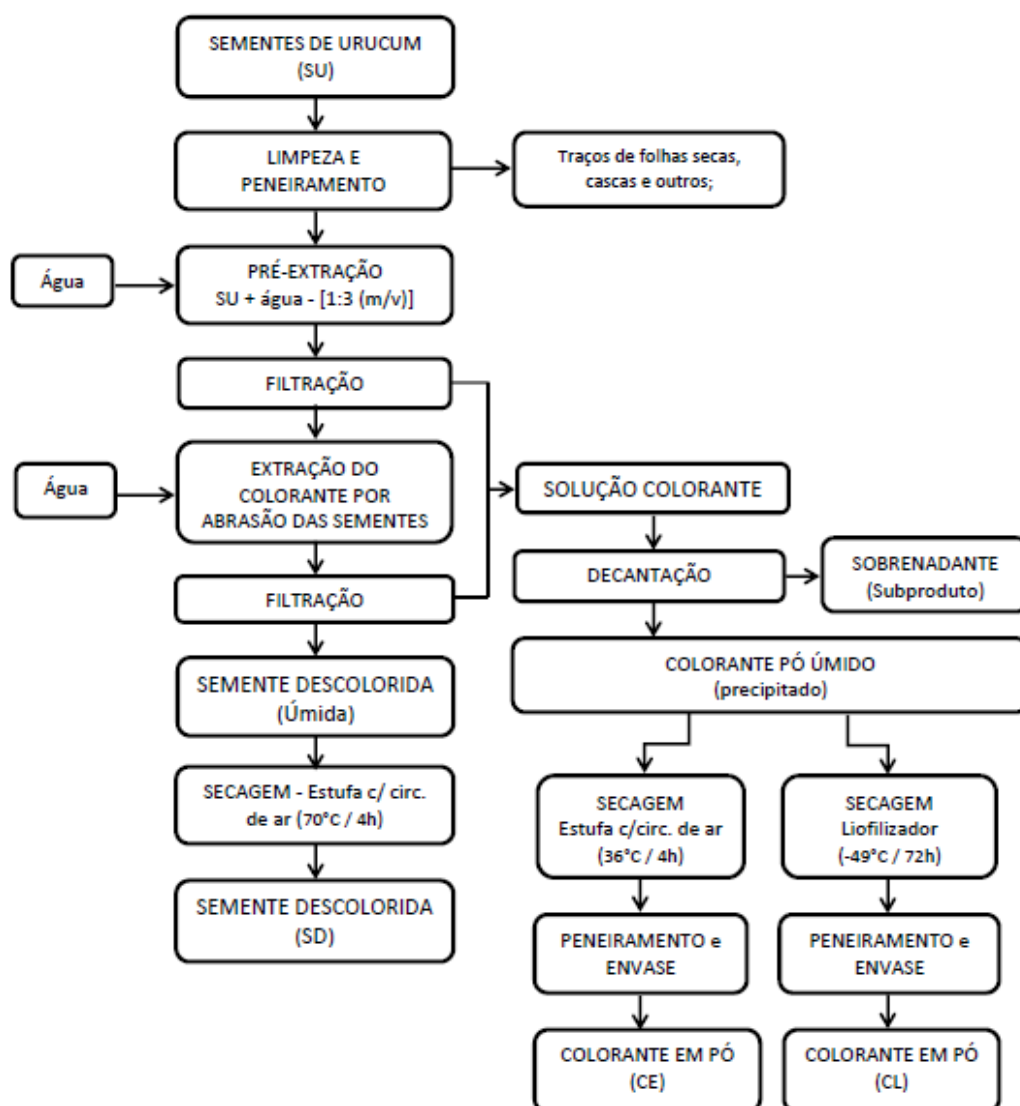
Para extração do colorante, a etapa de pré-extração consistiu em sementes de urucum imersas em água destilada [1:3 (m/v)] num frasco de vidro escuro com tampa, preparou-se 10 frascos que foram mantido sob refrigeração ($6 \text{ a } 8^{\circ}\text{C}$) durante (120h). A cada 24 horas dois frascos eram retirados para extração do colorante, seguindo o fluxograma do processo de extração (figura 6):

Posterior à etapa de pré-extração, as sementes foram filtradas, o filtrado foi reservado e as sementes retidas na peneira foram lavadas com água de destilada sob abrasão até completo arraste do corante desprendido da semente.

As sementes descoloridas foram secas em estufa com circulação de ar a 40°C por 4 horas e reservadas em potes plásticos escuros e armazenadas em freezer (-18°C). Aos filtrados (da pré-extração e da extração) deu-se o nome de Solução Colorante, verificou-se o pH da solução e foi feita a sua correção para pH 8 com carbonato de sódio anidro. A solução colorante foi deixada decantando por 2 horas sobre refrigeração ($6 \text{ a } 8^{\circ}\text{C}$). Após a decantação, o sobrenadante (solução colorante hidrossolúvel) foi reservado.

O decantado de um dos frascos colocado para secar em estufa com circulação de ar (TECNAL TE-394/2) a 36°C por 4 horas e o decantado do outro frasco colocado para secar em liofilizador (TERRONI –LS3000) a -49°C por 72 horas. O colorante seco então foi peneirado em malha 80 mesh e colocado em saco plástico identificado, protegida da luz e estocado sob refrigeração até futuras análises.

Figura 6. Fluxograma do Processo de obtenção do Colorante em pó.



Fonte: Autora

4.2.2 Obtenção do Amido de Urucum

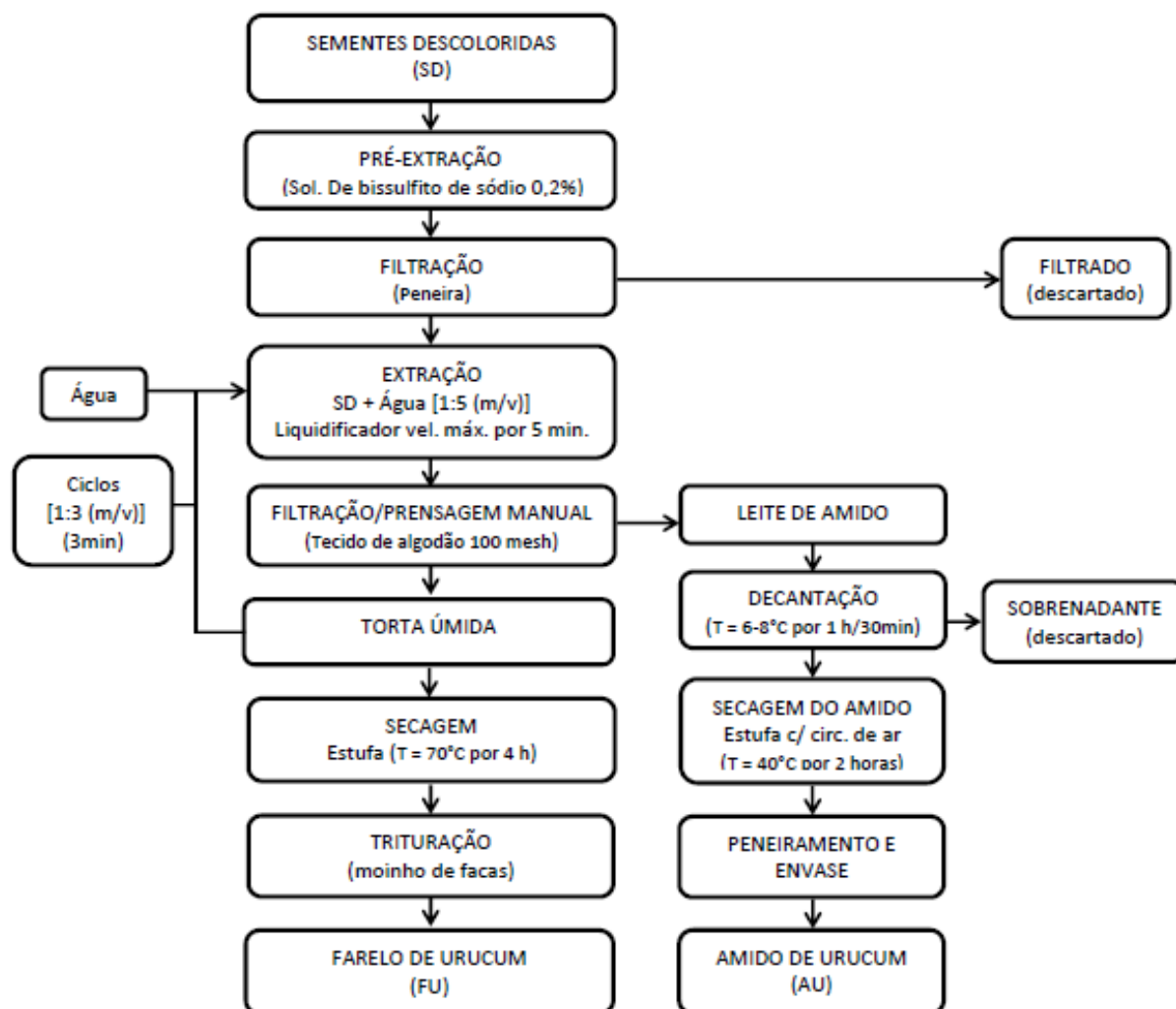
Para a obtenção do amido a partir das sementes descoloridas (SD) foi adotada a combinação do método de extração com água e do método do bissulfito (Schoch e Maywald, 1968), ambos apresentados por Santos et al.,(2013), com algumas modificações.

Para o processamento cerca de 100g de semente descoloridas foram imersas em 100 mL da solução de bissulfito de sódio 0,2% por 15 minutos, em seguidas as sementes foram filtradas, transferidas para um liquidificador doméstico e adicionaram-se 500 mL de água destilada na proporção [1:5 (m/v)], essa mistura foi triturada na potência máxima durante 5 minutos. A massa obtida então foi filtrada e prensada em tecido de algodão (Tricoline 100%

algodão nacional 102,3 mesh), a solução obtida foi chamada de “leite de amido” e reservada para decantação em frasco de vidro e mantido sob refrigeração (6-8°C).

A torta retida na primeira filtração foi então ressuspensa em 300 mL de água destilada [1:3 (m/v)], e triturada por mais 3 minutos em liquidificador na potência máxima e novamente filtrado e prensado, o “leite de amido” reservado para decantação em outro frasco de vidro e mantido sobre refrigeração, como mostrado no fluxograma (figura 7) abaixo:

Figura 7. Fluxograma do Processo de obtenção do amido de urucum.



Fonte: Autora

Esse ciclo de ressuspensão da massa em água, moagem, filtração e prensagem foi realizada até não apresentar mais precipitado no fundo do recipiente em que se recolheu o filtrado, todas as frações do “leite de amido” obtidas decantaram por 1 hora sob refrigeração (6 a 8°C). Após esse intervalo o sobrenadante era transferido para um novo frasco de vidro

para ficar por mais 30 minutos decantando sob refrigeração (6 a 8°C), esse ciclo foi repetido em todas as frações, até não existir mais precipitado. Todo o precipitado foi seco em estufa com circulação de ar (TECNAL TE-394/2) a 40°C, para obtenção do amido de urucum (AU). E a torta úmida foi colocada para secar em estufa de secagem (ACB Labor) a 70°C, por 4 horas, em seguida processada em moinho de facas (SOLAB-SL31) para obtenção do farelo de urucum (FU).

4.2.3 Análises Físico-químicas de Alimentos no desenvolvimento de processos.

A composição centesimal foi determinada segundo método oficial do Instituto Adolfo Lutz (1985), disponíveis na primeira edição digital (IAL, 2008). Para cada parâmetro a análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em g/100g de amostra seca.

4.2.3.1 Umidade

A análise foi realizada por gravimetria, onde cerca de 2,0g das amostras foram pesadas em cadinhos de alumínio previamente tarados e a secagem das amostras foi realizada em estufa de secagem (ACB Labor) a 105°C, até obter-se peso constante (IAL, 2008).

4.2.3.2 Cinzas

A análise foi realizada por carbonização e incineração, onde cerca de 2,0g das amostras secas foram pesadas em cadinhos de porcelana e submetidas a 550°C em mufla (ZEZIMAQ) até eliminação completa do carvão, ou seja, a queima de toda matéria orgânica (IAL, 2008).

4.2.3.3 Proteínas

A análise de proteínas foi feita através do método de Kjeldahl com modificações, onde cerca de 1,0 g de amostra seca foi pesada e embrulhada em papel de seda e transferida para cada tubo de Kjeldahl, o procedimento analítico é composto por três etapas: primeiro foi feita a digestão da amostra com ácido sulfúrico e mistura catalítica sob aquecimento em bloco

digestor, aumentando-se a temperatura em 50°C a cada 30 min até atingir a temperatura de 350°C, o processo de digestão foi encerrado quando a amostra ficou incolor.

Em seguida, foi realizada a destilação em ácido bórico a 4% após neutralização com hidróxido de sódio a 40% em um destilador de nitrogênio (TECNAL TE-0363). E por último, foi feita a titulação com ácido clorídrico a 0,1 M. Para cálculo utilizou-se 6,25 como fator geral de conversão de nitrogênio em proteína, fator utilizado para produtos de origem vegetal (IAL, 2008).

4.2.3.3.1 *Glúten*

Para determinação do teor de glúten pesou-se aproximadamente 5 g da amostra em um béquer de 100 mL e adicionou 10 mL de solução aquosa de cloreto de sódio a 5%, misturando bem até formar uma massa aglomerada compacta que ficou em repouso por 30 minutos. Após esse tempo, adicionou-se água até cobrir a massa e deixou em repouso por mais 30 minutos. Feito isso o aglomerado formado foi lavado com água corrente sobre uma peneira de malha 100 mesh, apertando e amassando com as mãos até que a água não ficasse mais na coloração azul, ao se adicionar uma gota da solução de iodo saturada. Em seguida, transferiu-se toda a massa retida para um vidro de relógio previamente tarado, colocou-os na estufa a 105°C para secar inicialmente por 5 horas, seguiu-se até obter-se peso constante (IAL, 2008).

4.2.3.4 Lipídeos

O método utilizado para determinação de lipídeos foi o de extração contínua em aparelho extrator tipo Soxhlet, cerca de 2,0 g de cada amostra foi pesada em papel de filtro, transferida para o tubos extratores previamente tarados após 1 hora de secagem em estufa a 105°C e resfriamento em dessecador. A extração foi realizada com o solvente éter etílico em circulação por aproximadamente 8 horas. Após a recuperação do solvente, os tubos de extração contendo os lipídeos foram submetidos à secagem e posterior pesagem final.

4.2.3.5 Carboidratos

A análise foi realizada através do método de Lane-Eynon, onde se pesou 2,0 gramas da amostra. Considerando as possíveis inferências de outros compostos das sementes de

urucum, realizaram-se os tratamentos para preparo de amostras com alto teor de proteína, com coloração intensa e com alto teor de lipídeos (IAL, 2008). Porém, não foi encontrada resposta analítica para as amostras tratadas e o conteúdo de carboidratos totais em base seca foi determinado por diferença, diminuindo da composição centesimal total as concentrações de cinzas, proteínas e lipídios: Carboidratos totais = $[100 - (\text{cinzas} + \text{proteínas} + \text{lipídeos})]$.

4.2.3.5.1 Amido

Para determinação de amido cerca de 5 g da amostra, foi diluída em 100 mL de álcool a 70% e mantida em banho-maria a 87°C por 1 horas, em seguida filtrado á vácuo, o resíduo lavado com 150 mL de água e transferido um erlenmeyer, a solução foi neutralizada com hidróxido de sódio a 10% e aquecido em autoclave por 1 hora, em seguida foi retirado e acidificado com 5 mL de ácido clorídrico e aquecido por mais 30 minutos em autoclave, depois neutralizado com hidróxido de sódio a 10%, filtrado a vácuo e completado volume com água num balão volumétrico de 500 mL e determinado glicídios redutores nesta solução através de titulação pelo método de Fehling. A determinação do teor de amido foi realizada em triplicata para cada amostra analisada e o resultado foi expresso em g/100 g de glicídios não redutores, em amido (IAL, 2008).

4.2.3.5.2 Fibra alimentar total

A composição de fibra alimentar total foi calculada por diferença, diminuindo da composição de carboidrato total, o teor de amido (Fibra alimentar total = Carboidratos totais – amido).

4.2.3.6 Teor de Bixina

A determinação de carotenoides totais expressos como bixina foi realizada conforme método espectrofotométrico recomendado pela FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2006). A análise foi realizada em triplicata onde, pesou-se aproximadamente 2,0 g da amostra de semente inteira num almofariz de porcelana, cerca 0,002g da amostra do colorante em pó e 0,02g das demais amostras (sementes descoloridas, amido e farelo de urucum) diretamente em balão volumétrico de 10 mL, em todas as amostras a extração da bixina foi realizada com acetona.

Nas sementes inteiras extração da bixina foi realizada através de maceração, até a retirada de toda coloração vermelha presente na semente, então os extratos foram transferidos para um balão volumétrico de 100 mL e completado o volume com acetona, posteriormente a amostra foi centrifugada, para que os resíduos sólidos que ainda continham na amostra decantassem e o sobrenadante, foi o extrato para determinação da bixina (ALBUQUERQUE E MEIRELES, 2012).

Por fim realizada a leitura da absorbância dos extratos em cubeta de quartzo de 1cm, no espectrofotômetro (Agilent Technologies, Cary 60 UV-Vis), num comprimento de onda de 487 nanômetros e consequentes diluições transferindo-se uma alíquota de 1,0 mL para balões de mesmo ou menor volume, completando-o com acetona, repetindo o processo de diluição e leituras até que se obtivesse uma absorbância entre 0,3 e 0,8. O teor de bixina nas amostras foi calculado, utilizando o coeficiente de extinção molar = 3090 (FAO, 2006).

4.2.3.7 Potencial hidrogeniônico - pH

A determinação de pH foi realizada em triplicata e de forma direta introduzindo o eletrodo na solução do colorante e do leite amido (antes de passar pelo processo de secagem) até a estabilização e foi feita a leitura no equipamento. Nas amostras em pó ou moídas, o pH foi medido em água e empregou-se o pHmetro digital de bancada (PHS-3E), previamente calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0 (IAL, 2008).

4.2.3.8 Atividade de água

A determinação da atividade de água (A_w) foi realizada em triplicata para cada amostra utilizando o equipamento AQUALAB 4TEV - Medidor de atividade da água do ponto de orvalho com controle interno de temperatura, conforme informações de uso do seu manual. Para calibração foi utilizado, sílica gel seca, água pura e nitrito de sódio, para aplicação de uso as amostras foram dispostas em cápsulas de plástico, em quantidade suficiente para cobrir a superfície, e então colocadas no equipamento para leitura direta do resultado.

4.2.3.9 Acidez álcool-solúvel

Foi pesado aproximadamente 2,5g de amostra para cada erlenmeyer e diluída com 50 mL de álcool etílico, submetido à agitação e repouso por 24 horas. Posteriormente, uma alíquota de 20 mL do sobrenadante foi transferido para outro frasco erlenmeyer, adicionou-se 3 gotas da fenolftaleína em cada erlenmeyer e titulou-se usando uma solução de hidróxido de sódio 0,1M sob agitação constante, até coloração rósea constante por 30 segundos, a determinação foi realizada em triplicata e um branco contendo apenas o álcool. O resultado foi expresso como acidez em ml de solução N (%) (IAL, 2008).

4.2.3.10 Cor instrumental

As medidas dos parâmetros colorimétricos foram determinados utilizando o equipamento Colorímetro GretagMacbeth Color-Eye 2180, conforme suas instruções de uso. Foi utilizada como padrão para a calibração do equipamento uma placa de porcelana branca (CR-A43). O equipamento é programado para executar leituras considerando o observador-padrão 2º e o iluminante D65 (correspondente à luz do dia) padronizados. As amostras foram dispostas e compactadas na cápsula de alimentação para leitura em quantidade suficiente para cobrir a superfície, e então colocadas no equipamento para leitura direta dos parâmetros colorimétricos (OLIVEIRA; SOUZA; MAMEDE, 2011):

L^* representa a luminosidade, onde os valores variam do 0 (preto) ao 100 (branco);

a^+ : tonalidade predominante para o vermelho;

a^- : tonalidade predominante para o verde;

b^+ : tonalidade predominante para o amarelo;

b^- : tonalidade predominante para o azul.

C^* é a cromaticidade ou saturação da cor (“vivacidade”)

h° indica a tonalidade da cor, cuja medida é dada em graus.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada através do programa SISVAR versão 5.6, os dados foram comparados por meio da Análise de Variância – Anova, com comparação das médias por teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados são expressos como média $\pm$ desvio-padrão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de urucum (SU) usadas neste trabalho foram do mesmo lote usado por Freire (2017) e os resultados das análises de atividade de água, umidade e teor de bixina estão expressos na tabela 3:

Tabela 3. Atividade de água, umidade (g/100g) e teor de bixina das sementes de urucum da cidade de Alagoinha/PB.

Amostra	SU	Freire (2017)
Atividade de água (aw)	$0,46 \pm 0,00$	$0,52 \pm 0,01$
Umidade	$8,56 \pm 0,08$	$9,25 \pm 0,54$
Bixina	$6,87 \pm 0,14$	$7,59 \pm 0,15$

Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão.

Neste trabalho as sementes de urucum, obtiveram umidade de $8,56\% \pm 0,08$ e atividade de água de $0,46 \pm 0,00$, apresentando uma pequena diminuição após quase um ano de armazenamento.

Com esses resultados pode-se comprovar que as mesmas estavam em condições adequadas de armazenamento, uma vez que os alimentos de baixa atividade de água ($< 0,60$) são microbiologicamente estáveis, entre 0,40-0,80, as reações químicas e enzimáticas ficam favorecidas em temperatura ambiente, mas empregando outras medidas como armazenamento sob refrigeração ou congelamento diminuem a velocidade em que essas reações podem acontecer (CECCHI, 2003; SOUZA, 2015).

O conteúdo de bixina foi de $6,87\% \pm 0,14$ nas sementes de urucum, mais baixo que o encontrado por Freire (2017), o que demonstra uma redução de aproximadamente 10% após quase um ano de armazenamento. Mantovani et al., (2013) analisaram sementes armazenadas em temperatura ambiente ($\pm 22^{\circ}\text{C}$) por 120 dias com teor de bixina inicial em 5,05% e final em 3,9%, uma redução de aproximadamente 23 % do conteúdo de bixina.

5.1 OBTENÇÃO DO COLORANTE DE URUCUM EM PÓ

Os experimentos foram realizados para determinar o melhor tempo de pré-extração das sementes de urucum em água destilada e o melhor processo de secagem quanto à recuperação de bixina. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Teor de bixina no colorante em pó produzido.

Ensaio	Exp.	ti (h)	Ts (°C)	Ms (g)	Mp (g)	Mb (g)	% Bixina
CE	1	24	36°C	10	0,33	0,10	31,39 ± 0,47 f
	2	48	36°C	10	0,48	0,17	35,61 ± 0,63 e
	3	72	36°C	10	0,57	0,19	32,61 ± 0,55 f
	4	96	36°C	10	0,54	0,17	31,78 ± 0,35 f
	5	120	36°C	10	0,66	0,21	31,14 ± 0,81 f
CL	6	24	- 49°C	10	0,37	0,19	51,46 ± 0,77 b
	7	48	- 49°C	10	0,39	0,18	46,98 ± 0,80 c
	8	72	- 49°C	10	0,44	0,17	39,78 ± 1,04 d
	9	96	- 49°C	10	0,37	0,08	20,76 ± 0,14 g
	10	120	- 49°C	10	0,36	0,08	21,53 ± 0,06 g
CE 8+12	11	20	36°C	100	5,33	3,55	66,19 ± 0,84 a
CL 8+12	12	20	- 49°C	100	3,84	2,59	67,33 ± 0,46 a

Resultado expresso como média ± desvio padrão. As médias seguidas da mesma letra, numa mesma coluna, não apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey a 95% de confiança. Siglas: Exp. = experimentos; ti = tempo de imersão das sementes de urucum na água; Ts = temperatura de secagem; Ms = massa de sementes de urucum; Mp = massa de colorante em pó; Mb = massa de bixina.

No Ensaio CE em que os colorantes foram secos em estufa a 105°C, observou-se que os maiores valores obtidos para as massas de pó (Mp) foram obtidos nos experimentos 3, 4 e 5, demonstrando que o tempo de pré-extração das sementes em água destilada influencia no desprendimento dos pigmentos por intumescimento das mesmas, mas não influenciaram no teor de bixina.

No ensaio CL em que os colorantes foram secos em liofilizador, as melhores concentrações de bixina do colorante em pó obtido foram observadas nos experimentos 6, 7 e 8, demonstrando que quanto menor o tempo de pré-extração, maior o teor de bixina. Este fato indica que quanto maior o tempo de pré-extração, maior tende a ser o arraste do colorante.

Mas em consequência também ocorre maior lixiviação de outros componentes da semente de urucum, o que tende a diminuir o teor de bixina no colorante em pó.

Figura 8. Sementes após extração do colorante: A) Leito de jorro; B) Abrasão com água.

A)



Fonte: Taham, Silva e Barrozo, 2015.

B)



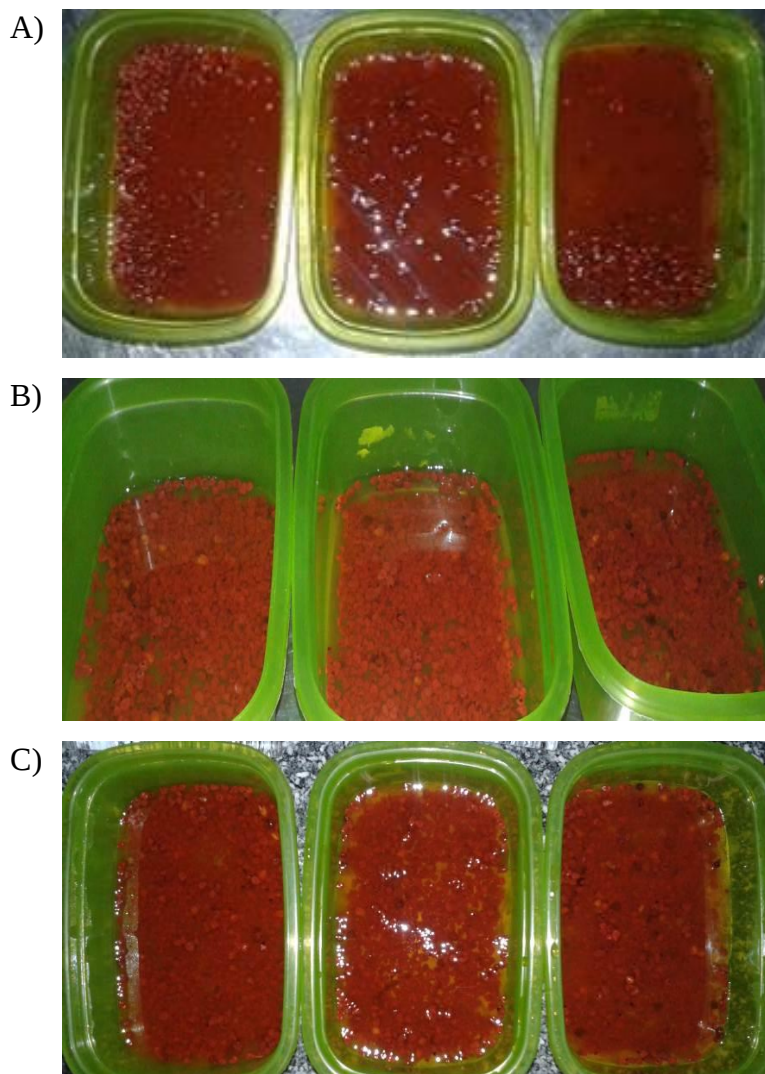
Fonte: Autora

Portanto, a variável de massa de pó pode representar um falso positivo de rendimento, pois a maior quantidade de pó não necessariamente significará maior concentração de bixina. Taham, Silva e Barrozo, (2015) ao realizarem extração do colorante em pó das sementes de urucum in natura em leito de jorro, sob diferentes condições experimentais, obteve pó com teor de bixina de aproximadamente 60% e também chegou à mesma conclusão quanto ao

rendimento da massa do pó obtido. A figura 8 apresenta as sementes após processo de extração do colorante.

Diante do observado, um novo ensaio experimental foi determinado, visando buscar uma maior concentração em bixina no colorante em pó, mantendo a mesma proporção de sementes de urucum para água destilada [1:3 (m/v)], mas diminuindo o tempo de pré-extração e realizando a troca da água, conforme mostra a figura 9:

Figura 9. A) Sementes intumescidas após 8 horas de pré-extração; B) Troca da água de pré-extração e C) Sementes intumescidas após mais 12 horas de pré-extração.



Fonte: Autora.

Observou-se que após 8 horas na pré-extração, as sementes já estavam desprendendo o corante da superfície e a água já se mostrava uma solução com sólidos em suspensão, então as sementes foram filtradas, a primeira solução colorante da pré-extração reservada em frasco de

vidro e mantida sob refrigeração; adicionou-se então um novo volume de água as sementes para mais 12 horas de pré-extração, as sementes foram novamente filtradas e prosseguiu-se a etapa de extração do colorante por abrasão até arraste completo do colorante em pó úmido, seguindo as demais etapas de filtração, decantação e secagem, em estufa e liofilizador, até se obter o colorante em pó seco, conforme ilustra a figura 10:

Figura 10. Imagens do processo de obtenção do colorante em pó das sementes de urucum.



Extração e Filtração



Decantação



Sementes descoloridas



Sobrenadante (subproduto)



Precipitado
(Colorante em pó úmido)



Secagem Estufa



Secagem Liofilizador



Colorante em pó (CE)



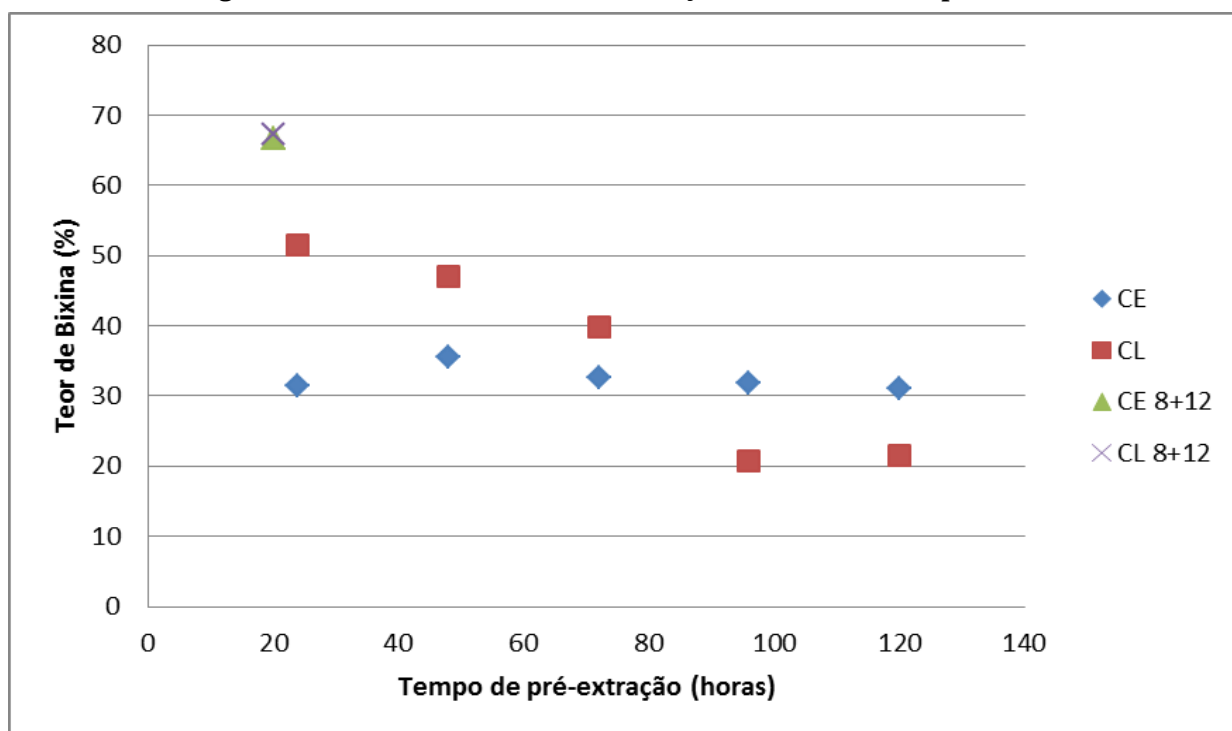
Colorante liofilizado (CL)

Fonte: Autora.

Tomando como parâmetro principal o resultado do teor de bixina, o novo ensaio se mostrou mais satisfatório que os anteriores, alcançando $66,19 \pm 0,84\%$ para a CE (8+12) e

$67,33 \pm 0,46$ para a CL (8+12) em teor de bixina nos colorantes em pó obtidos, conforme pode ser observado no gráfico da cinética de extração (figura 11):

Figura 11. Gráfico da Cinética de extração do colorante em pó.



Fonte: Autora.

Portanto, o processo escolhido para produção e caracterização foi o com secagem em estufa CE 8+12, tendo em vista os custos, uma vez que o processo de liofilização representaria um custo maior de produção (equipamento e consumo de energia).

As sementes de urucum descoloridas resultantes da cinética de extração foram secas em estufa com circulação de ar a 70°C por 4 horas, reservadas em potes plásticos protegidos da luz direta e armazenadas em freezer (-18°C), para posterior extração do amido.

5.1.1 Caracterização do Colorante em pó

Para produção do colorante em pó (CE), novas extrações foram realizadas nas mesmas condições do processo escolhido CE 8+12 que apresentou 67% de bixina.

O CE foi avaliado quanto a sua atividade de água e composição em: teor de bixina, umidade, cinzas, proteínas, carboidratos e principalmente lipídeos, uma vez que os pigmentos estão aderidos ao pericarpo da semente por meio de um arilo óleo resinoso, possuindo em

média 3% de óleo fixo (OLIVEIRA, 2005; VERISSÍMO, 2003). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão apresentados na tabela 5:

Tabela 5. Resultado do teor de bixina e da composição centesimal em base seca (g/100g) do Colorante em pó produzido com a semente de urucum da cidade de Alagoinha/PB.

Amostra	Bixina	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	Carboidratos totais
CE	66,19 ± 0,84	4,79 ± 0,09	1,65 ± 0,32	1,63 ± 0,10	48,16 ± 2,09	48,56

Valores expressos como média ± desvio padrão. Amostra CE = Colorante em pó submetido à secagem em estufa com circulação de ar forçada.

A atividade de água para CE foi de $0,63 \pm 0,00$ este valor é considerado limitante para o desenvolvimento de microrganismos, dessa forma os alimentos desidratados ou secos tendem a ser microbiologicamente estáveis, pois os microrganismos contaminantes não encontram as condições favoráveis para o seu desenvolvimento.

Santos (2016) ao realizar estudo com coloríficos de produção artesanal e industrial determinou A_w variando de 0,39 a 0,68, nas quais as amostras de coloríficos artesanais apresentaram os maiores valores, essa variação é explicada pela falta controle dos parâmetros de secagem realizada ao sol em comparação a secagem em estufa.

O pH do CE foi de $6,44 \pm 0,09$ próximo a neutralidade, o que favorece a preservação da cor, uma vez que um pH ácido pode atribuir ao colorante uma tonalidade rosa (SILVA, 2006).

Os resultados de cinzas e proteínas demonstram que houve pouca lixiviação desses componentes, uma vez que as sementes de urucum in natura analisadas por Freire (2017) apresentavam 5,74 % de cinzas e 11,56% de proteínas; o resultado de lipídeos demonstra a eficiência na extração do colorante, pois o teor de lipídeos está diretamente ligado à recuperação da bixina, lipossolúvel. O conteúdo de carboidratos, 48,56% demonstra que no processo de abrasão parte do pericarpo da semente também foi retirada durante a extração por abrasão.

Quanto à concentração de bixina Taham, Silva e Barrozo, (2015) ao extrair o colorante em pó em leite de jorro, obteve pó com aproximadamente 60% de bixina e Taham et al (2016) obteve 66,21% de bixina em colorante obtido por extrações sequencias em leite fixo com etanol a partir de sementes pré processadas em leite de jorro, resultado semelhante ao encontrado neste trabalho com aplicação do método de pré-extração com água e sob refrigeração.

5.1.2 Caracterização das sementes de urucum descoloridas

Para caracterização, as sementes descoloridas (SD) foram moídas em moinho de facas (SOLAB-SL31) e colocada em saco plástico identificado e armazenada sob refrigeração, até realização das análises. A composição centesimal das sementes de urucum descoloridas esta apresentada na tabela 6:

Tabela 6. Resultados da composição centesimal em base seca (g/100g) das sementes descoloridas.

Amostra	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	Carboidratos ($\cong$ 80%)	
					Amido	Fibras
SD	11,72 $\pm$ 0,06	5,05 $\pm$ 0,05	11,35 $\pm$ 0,37	4,04 $\pm$ 0,35	16,65 $\pm$ 0,28	62,91

Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão. Amostra SD = Semente de urucum descolorida.

A umidade das sementes descoloridas neste trabalho foi de 11,72%, resultado semelhante ao determinado por Silva et al. (2018) ao caracterizarem o subproduto do urucum resultante da extração com fluido supercrítico e extração com solvente sob baixa pressão, onde obteve 11,23% e ao determinado por Brito et al. (2015) ao estudarem grãos residuais de urucum, provenientes do processamento industrial de extração do corante em meio oleoso (óleo de soja) após um período de 90 dias de armazenamento, onde verificou umidade de 10,45%.

Quanto a composição em base seca de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos encontrados no presente estudo, todos foram semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2018), com os respectivos resultados: cinzas 5,7%, proteínas 14,5%, lipídeos 5,3% e carboidratos totais 75%.

A proteína foi o segundo macronutriente mais representativo com 11,35g/100g de sementes descoloridas, por esse motivo foi realizada a análise de glúten, onde se constatou a ausência dessa proteína vegetal, que não deve ser consumida pelos portadores da doença celíaca, Para comparação de resultados foi realizado um branco com amostra de farinha de trigo para panificação, que possui alto teor de glúten.

Ao estudarem as sementes residuais da extração de bixina com óleo vegetal, Brito et al. (2015) obtiveram composição em proteína variando de 11,51% a 11,02% durante um período de 90 dias de armazenamento, Silva et al., (2005) obtiveram 12,12% e Utiyama et al. (2002), obtiveram 14,7% de proteína bruta em suas respectivas amostras.

Com tudo o macronutriente mais representativo na semente descolorida SD (tabela 6), foi o carboidrato total com aproximadamente 80% calculado por diferença, sendo 16,65% de amido determinado analiticamente e aproximadamente 63% de fibras alimentares totais, também calculadas por diferença, sabendo-se que são formadas por polissacarídeos não-amido (celulose, hemicelulose, lignina, gomas, mucilagens e pectinas) e lignina (MIRA, GRAF e CANDIDO, 2009; MELLO e LAAKSONEN, 2009).

Figura 12. Teste do branco para determinação do glúten



Fonte: Autora

Silva et al. (2018), em seu estudo com as sementes desengorduradas e descoloridas, obtiveram 19% de amido e 56% de fibras. Já, Alcázar-Alay et al. (2017), que caracterizaram sementes de urucum submetidas a tratamentos supercríticos, obteve teor de amido de 18% em sementes desengorduradas. Brito et al. (2015) obtiveram teor de amido variando de 12,39% a 12,76% durante um período de 90 dias de armazenamento e Utiyama et al. (2002) obtiveram teor de fibra bruta variando de 12,5 a 14,4%, ao estudarem as sementes residuais da extração da bixina com óleo vegetal, mostrando que a forma utilizada para o processamento de extração do colorante afeta diretamente na qualidade do subproduto agroindustrial gerado.

As sementes de urucum descoloridas (SD) também foram avaliadas quanto à atividade de água, pH, acidez, parâmetros fundamentais para monitoramento da qualidade da matéria-prima e concentração residual de bixina, com resultados apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Resultados de atividade de água, pH, acidez e bixina das sementes de urucum descoloridas.

Amostra	Aw	pH	Acidez	Bixina
SD	0,62 ± 0,0	6,19 ± 0,04	1,36 ± 0,21	0,93 ± 0,0

Valores expressos como média ± desvio padrão. Amostra SD = Semente de urucum descolorida.

Brito et al., (2015), avaliou os mesmos parâmetros para determinar a estabilidade de grãos residuais da extração do corante em meio oleoso e obtiveram resultados iniciais semelhantes para atividade de água 0,60, pH 6,19 e bixina 0,87%.

Os microrganismos que se desenvolvem em menor atividade em alimentos são os fungos osmofílicos que necessitam, para se desenvolver, de ambientes com elevada concentração de açúcar e crescem em atividade de água a partir de 0,6. Diante disso as sementes descoloridas e secas não possuem meio favorável para o crescimento de microrganismos (CECCHI, 2003).

Quanto à acidez, o teor achado neste estudo encontra-se abaixo dos valores máximos permitidos para farinhas obtidas de diferentes vegetais expressos na Resolução da CNNPA nº 12, de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que variam de 2,0 a 5,0%. Índices altos de acidez indicam deterioração microbiológica e/ou enzimática (CECCHI, 2003).

5.2 OBTENÇÃO DO AMIDO DE URUCUM

Com a combinação do método de extração de amido com água e do método bissulfito descritos por Santos et al. (2013), com modificações, foi possível obter o amido e o subproduto das sementes, o farelo de urucum, conforme imagens do processamento apresentada na figura 13:

Figura 13. Imagens do processo de Obtenção do Amido e Farelo de urucum.



Fonte: Autora

5.2.1 Caracterização do amido e do farelo de urucum

Segundo a RDC nº 263/2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que regulamenta produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, o produto amiláceo obtido neste trabalho pode ser chamado amido de urucum (AU) e o subproduto de farelo de urucum (FU) por atenderem as especificações estabelecidas para umidade, cinzas, acidez e teor de amido. As composições centesimais em base seca do amido e do farelo estão apresentadas na tabela 8.

Tabela 8. Resultados de composição centesimal em base seca (g/100g) do amido e do farelo de urucum.

Amostras	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	Amido	Fibras
AU	10,92 ± 0,18	0,24 ± 0,03	0,17 ± 0,0	0,67 ± 0,03	91,02 ± 2,01	7,9%
FU	9,67 ± 0,18	3,04 ± 0,03	4,47 ± 0,09	2,63 ± 0,13	9,79 ± 0,03	80,07%

Valores expressos como média ± desvio padrão. Amostras AU= Amido de urucum; FU= Farelo de urucum.

O produto amiláceo extraído das sementes descoloridas (SD) neste trabalho apresentou concentração de amido de 91,02 ± 2,01 e o subproduto dessa produção se mostrou rico em fibras, aproximadamente 80%.

A ANVISA por meio da RDC nº 263, estabeleceu em 2005 uma nova umidade máxima para estes produtos em 15% (g /100 g), mantendo os demais parâmetros da Resolução CNNPA nº 12, de 1978 que estabelece a concentração de cinzas variando de 0,2 a 0,5 e a concentração mínima de amido em 80%, para as fontes de amido e féculas mais usuais, tais como o milho, o arroz e a mandioca. Logo os resultados obtidos de umidade, cinzas e amido para AU e FU apresentados na (Tabela 8) se enquadram nesses requisitos tomados como referencia para avaliar a qualidade de amidos obtidos a partir de novas fontes.

Maniglia e Tapia-Blácido (2016) ao extraírem o amido de mesocarpo de babaçu, pelo método de extração alcalina com solução de hidróxido de sódio 0,25%, obtiveram um produto amiláceo com 98,8% de amido, 1,16% de proteína, 0,13% de lipídeos e 1,12% de cinzas e rendimento de extração de 85%.

Com base na mesma metodologia de extração alcalina, Silva, Silveira e Tapia-Blácido (2017) ao isolarem o amido de urucum, do resíduo de extração, também alcalina dos pigmentos do urucum, obtiveram um produto amiláceo com 75% de amido, e uma maior concentração de proteína (11,85%) e lipídeos (4,14%), que atuaram como barreira à entrada de água no processo de isolamento do produto amiláceo e um rendimento de extração de 16%, cerca de cinco vezes menor que o relatado por Maniglia e Tapia-Blácido (2016) para o babaçu, evidenciando que a eficiência dos métodos difere de acordo fonte vegetal de extração do amido.

Tal comportamento foi evitado nesse estudo, pois a etapa de pré-extração do amido, a partir das sementes descoloridas, em solução de bissulfito de sódio 0,2% por 15 minutos, foi eficiente para solubilizar a concentração de proteínas 11,35 ± 0,37% e de lipídeos 4,04±

0,35% das sementes descoloridas e evitar sua precipitação junto ao amido que apresentou $0,17 \pm 0,0$ de proteínas e $0,67 \pm 0,03$ de lipídeos.

Quanto aos parâmetros fundamentais para monitoramento da qualidade da matéria-prima, o amido e o farelo de urucum apresentaram uma atividade de água não favorável para o crescimento de microrganismos, conforme dados da Tabela 9.

Tabela 8. Resultados de atividade de água (A_w), pH em água, acidez e bixina do amido (AU) e do farelo (FU) de urucum.

Amostras	A_w	pH	Acidez	Bixina
AU	$0,61 \pm 0,00$	$6,31 \pm 0,01$	$1,55 \pm 0,11$	$0,09 \pm 0,00$
FU	$0,57 \pm 0,00$	$6,42 \pm 0,02$	$3,78 \pm 0,27$	$0,43 \pm 0,01$

Valores expressos como média $\pm$ desvio padrão.

Quanto ao pH em água (figura 14) e acidez, os resultados obtidos encontram-se abaixo dos valores máximos permitidos para amidos e farinhas obtidas de diferentes vegetais expressos na Resolução CNNPA nº 12, de 1978 da ANVISA, que variam de 2,0 a 5,0% para acidez. As amostras também apresentaram uma pequena concentração residual de bixina.

Figura 14. Determinação de pH em água.



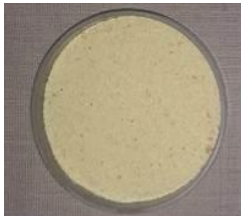
Fonte: Autora.

5.3. AVALIAÇÃO COLORIMÉTRICA

A qualidade de um alimento é comumente julgada por sua aparência e a cor é um dos requisitos avaliados. Produtos de cores fortes e brilhantes são os preferidos por correlação visual entre frescor e sabor (ALVES, 2005). Ao se tratar das coordenadas colorimétricas para

avaliar a eficiência da extração dos colorantes, é possível determinar em comparação ao aspecto visual, se a intensidade da cor é consequência da concentração do pigmento objeto da extração. Os resultados da avaliação dos parâmetros colorimétricos estão apresentados na tabela 10:

Tabela 9. Avaliação dos parâmetros colorimétricos do Colorante em pó, do Amido e do Farelo de urucum.

Colorante em pó (CE 8+12)	Farelo de urucum (FU)	Amido de urucum (AU)
L* 29,45 ± 0,92	L* 38,26 ± 0,37	L* 83,04 ± 0,60
+a* 29,64 ± 0,56	+a* 20,61 ± 0,95	+a* 2,52 ± 0,26
+b* 23,71 ± 0,50	+b* 24,98 ± 0,38	+b* 30,12 ± 0,85
C* 37,95 ± 0,75	C* 32,39 ± 0,85	C* 30,20 ± 0,86
h° 38,66 ± 0,11	h° 50,49 ± 1,01	h° 85,84 ± 1,49
		

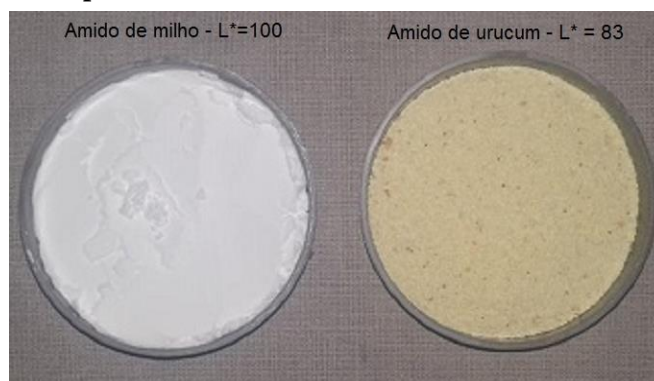
Valores expressos como média ± desvio padrão. L* = luminosidade; a* = componente verde-vermelho; b* = componente azul-amarelo; C* = cromaticidade da cor; h° = ângulo da tonalidade da cor.

O colorante em pó foi o que apresentou menor índice médio de luminosidade com L*= 29,45, seguido do farelo de urucum com L*= 38,26 sendo, portanto a amostra mais escura. O amido de urucum apresentou a maior luminosidade com L*=83,04 onde L*=100 é o resultado correspondente ao amido puro que tem coloração branca.

Ambos apresentaram intensidade de cor vermelha e amarela, sendo o Colorante em pó a amostra com maior intensidade de cor vermelha +a*, correspondendo ao espectro de cor característico para os colorantes do urucum e o amido com a menor de intensidade de cor vermelha +a* = 2,52, muito próximo da origem do espaço de cor, que é acromático e maior intensidade de cor amarela com +b* = 30,12, correspondendo à característica de cor do material obtido (figura 15).

Como esperado, o colorante CE 8+12 obteve a maior saturação da cor (vivacidade), onde C*=37,95 e menor tonalidade cuja medida é dada em graus h°= 38,66 indicando maior tonalidade avermelhada no ângulo mais próximo do eixo 0° (vermelho), o FU apresentou h° = 50,49 que indica tonalidade para o alaranjado e o AU apresentou h°= 85,84, indicando tonalidade amarelada, muito próximo do ângulo de 90° (amarelo).

Figura 15. Aspecto de cor do amido de milho e do amido de urucum



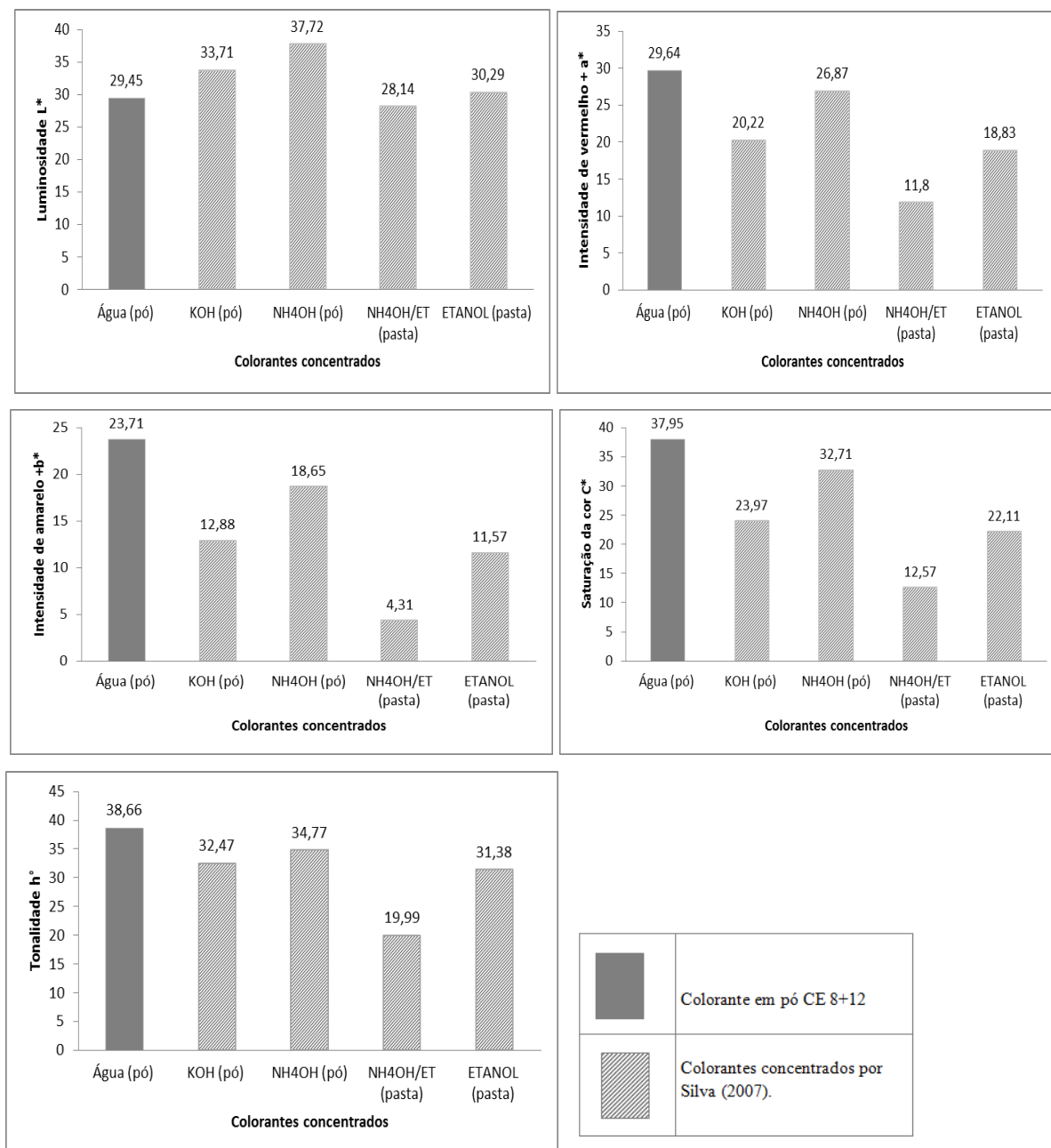
Fonte: Autora

A Figura 16 apresenta a comparação dos resultados das coordenadas colorimétricas obtidos neste trabalho para o colorante em pó (CE 8+12) extraído com água e seco em estufa, aos resultados obtidos por Silva (2007) ao extrair os pigmentos da semente do urucum com diferentes solventes e concentra-los por atomização em sprays-dryer obtendo o colorante em pó (KOH 0,1N, NH_4OH 0,5N) e por secagem em estufa obtendo a pasta (NH_4OH /Etanol e Etanol).

Para a coordenada L^* , o CE 8+12 se mostrou semelhante à pasta NH_4OH /Etanol, obtida por Silva (2007), sendo assim as amostras mais escuras e segundo Nakamura (1991) citado por Silva (2006, p.35) afirma que um extrato concentrado de bixina é vermelho escuro.

Para as demais coordenadas o colorante produzido neste trabalho apresentou os melhores resultados com maior intensidade da cor vermelha ($+a^*$) característico da bixina e da cor amarela ($+b^*$), demonstrando também a presença de norbixina; mostrando a eficiência da extração do colorante, ao atender o desejado em obter uma maior saturação da cor (C^*) com um mínimo de variação na tonalidade (h°) em relação aos outros métodos de extração o que significaria um aumento na composição do pigmento principal (bixina) sem variação da sua forma original, ou seja, sem aumento do conteúdo de degradação com colorações que alterariam a tonalidade a ser obtida na forma de extrato.

Figura 16. Valores das coordenadas colorimétricas L*, a*, b*, C* e h° para os colorantes de urucum concentrados na forma de pós e pasta.



Fonte: Autora

5.4 RENDIMENTO MÉDIO DO PROCESSAMENTO DAS SEMENTES DE URUCUM

Foram realizadas duas produções em triplicata e o rendimento médio obtido está apresentado na tabela 11.

Tabela 10. Rendimento médio do processamento da semente de urucum da cidade de Alagoinha/PB.

Produção (8+12)	SU(g)	CE (g)	SD(g)	AU(g)	FU(g)	Perdas (g)
(8+12)	100	5,14 ± 0,28	90,82 ± 0,10	6,62 ± 0,02	65,96 ± 0,71	22,29 ± 0,41
Rendimento (%)	100%	5,14%		6,62%	65,96%	22,29%
Recuperação (%)		85,67%	-	39,76%	83,70% fibras 58,80% amido	-

Valores expressos como média ± desvio padrão. Amostra SU = Semente de urucum in natura; CE = Colorante em pó seco em estufa; SD = Semente descolorida; AU = Amido de urucum; FU = Farelo de urucum.

O rendimento mais satisfatório com valor comercial foi o do colorante em pó de 5,14%, pois os pigmentos da semente chegam a representar até 6% da massa total da semente de urucum, o que representa um rendimento real de 85,67%.

As sementes descoloridas apresentavam em sua composição aproximadamente 80% de carboidratos totais e 17% de amido, mas no processo de extração do amido, na obtenção do subproduto, o rendimento foi de 65,96% de farelo de urucum, o que representa a recuperação de 83,70% em relação à concentração de fibras em SD.

Quanto ao rendimento do AU obtido, o rendimento foi de 6,62% em relação às sementes descoloridas, o que representa uma recuperação de 39,76% em relação ao teor de amido nas SD. Com tudo o FU, apresentou aproximadamente 10% de amido em sua composição, o que representa uma recuperação de 58,80% em relação à concentração de amido na SD.

De forma global, a partir de 100g de semente de urucum in natura, são gerados aproximadamente 5 % de colorante em pó, 7% de amido de urucum, 66% de farelo de urucum, reduzindo as perdas que antes eram de aproximadamente 94% para 22% durante o processamento no presente trabalho.

6 CONCLUSÃO

Foi determinado um processamento para obtenção do corante em pó das sementes de urucum, incluindo uma etapa de pré-extração que apresentou uma concentração de bixina de 66% com bom rendimento e recuperação de bixina. Também foi verificada uma considerável concentração de lipídeos em sua composição, ficando como sugestão para estudos futuros, investigar a composição de antioxidantes nos colorantes em pó produzidos e caracterização tecnológica, além do estudo de degradação da cor.

As sementes descoloridas obtidas da extração dos colorantes apresentaram composição rica em carboidratos (amido e fibras) e ausência de glúten caracterizando o material como uma importante fonte para obtenção de subprodutos que também atendam aos consumidores com restrições ao consumo dessa proteína vegetal.

O amido de urucum extraído a partir da pré-extração com bissulfito foi eficiente, gerando um produto amiláceo com 91% de amido, porém apresentou baixo rendimento em massa, muito provavelmente provocado pela ineficiência da prensagem manual.

O farelo de urucum, subproduto da extração do amido, mostrou-se rico em fibras e um considerável teor de amido que não foi exaurido na prensagem da torta úmida. Ambos, amido e farelo, apresentaram baixa concentração residual de bixina, e fica como sugestão para trabalhos futuros a caracterização tecnológica e microbiológica.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C.L.C. and MEIRELES, M.A.A. **Trends in Annatto Agroindustry: Bixin Processing Technologies and Market**. Recent Patents on Engineering, Vol.5, No. 2, p94-102, 2011.
- ALBUQUERQUE, C.L.C., MEIRELES, M.A.A. **Defatting of annatto seeds using supercritical carbon dioxide as a pretreatment for the production of bixin: Experimental, modeling and economic evaluation of the process**. The Journal of Supercritical Fluids 66, 86-95, 2012.
- ALBUQUERQUE, C. L. C. **Obtenção de sementes desengorduradas e de óleo rico em tocotrienóis de urucum por extração supercrítica: estudo dos parâmetros de processo, do aumento de escala e da viabilidade econômica**. 288f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2013.
- ALCAZAR-ALAY, S.C., OSORIO-TOBON, J.F., FORSTER-CARNEIRO, T., STEEL, C.J., MEIRELES, M.A.A., 2017. **Polymer modification from semi-defatted annatto seeds using hot pressurized water and supercritical CO₂**. The Journal of Supercritical Fluids 129, p48-55, 2017.
- ALMEIDA, E.C. **Amido Modificado de Taro (Colocasia esculenta L. Schott): Propriedades funcionais**. 144f. Tese (Doutorado em Ciencia e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2012.
- ANJOS, G.R.A. **Obtenção e Caracterização de Farinha e Amido de Pinhão Nativos e Esterificados com Ácido Lático**. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2013.
- ARAUJO, H.M.C. **Impacto da doença celíaca na saúde, nas práticas alimentares e na qualidade de vida de celíacos**. 95p. Dissertação (mestrado em nutrição humana). Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasília, 2008.
- BARBOSA, M. I. M. J. **Microcápsulas de bixina: obtenção, aplicação e estudos de fotodegradação em sistemas-modelo**. 155f. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- BOUVIER, F., DOGBO, O., CAMARA, B. **Biosynthesis of the food and cosmetic plant pigment bixin (annatto)**. Science (New York, N.Y.) n° 300, p2089-2091, 2003.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CNNPA nº12/1978: Normas Técnicas Especiais para farinhas, amidos e féculas**. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 de julho de 1978. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78.htm, acessado em 16 de abril de 2018.
- BRASIL. Congresso Nacional. **Lei Federal nº 10.674/2003: Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca**. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 de maio de 2003b. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/440852.pdf>, acessado em 16 de abril de 2018.
- BRASIL. Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº263/2005: Regulamento técnico produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 de setembro de 2005. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/263_05.htm, acessado em 16 de abril de 2018.

- BRAZ, N.M.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S.; MOREIRA, R.F.; LIMA, R.C. **Semente residual do urucum na alimentação de poedeiras comerciais: desempenho e características dos ovos**. Acta Sci. Anim. Sci. Maringá, v. 29, n. 2, p. 129-133, 2007.
- BRITO, J. G; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; OLIVEIRA, A. S. **Armazenamento de grãos residuais de urucum sob atmosfera controlada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.19, n.12, p.1185–1191, 2015.
- CARVALHO, O.C. **Avaliação dos teores de bixina do urucum sob três condições de secagem em camada fina**. SIMBRAU - Simpósio Brasileiro do Urucum. João Pessoa, 2006. Anais. Palestras. Disponível em CD Room. João Pessoa, 2006.
- CARVALHO, P. R. N.; SILVA, M. G.; FABRI, E. G.; TAVARES P. E. R.; MARTINS, A. L. M.; SPATTI, L. R. **Concentração de bixina e lipídios em sementes de urucum da coleção do Instituto Agrônômico (IAC)**. Bragantia. Campinas, v. 69, n. 3, p519-524, 2010.
- CASTRO, C. B.; MARTINS, C. S.; FALES, I. C.; NAZARE, R. F. R.; KATO, O. H.; BENCHIMOL, R. L.; VENTURIERI, M. M. . **A Cultura do Urucum**. 2ª. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 61p; 2009.
- CAVALCANTI, M.A.; SELVAM, M.M.; VIEIRA, R.R.M. COLOMBO, C.R.; QUEIROZ, V.T.M. **Pesquisa e desenvolvimento de produtos usando resíduos de frutas regionais: inovação e integração no mercado competitivo**. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, 2010.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. rev. Campinas: UNICAMP, 2003.
- CHAO, R. R.; MULVANEY, S. J.; SANSOM, D. R.; HSIEH, F.H.; TEMPESTA, M. S. **Supercritical CO₂ extraction of annatto (*Bixa orellana* L.) pigments and some characteristics of the color extracts**. Journal of Food Science and Technology, v.56, p.80-83, 1991.
- CHIOCCHETTI, M.G. **Potencial de utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação: estudo de disponibilidade de nutrientes**. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de energia nuclear na agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- DEMCHUK JUNIOR B. **Estabilidade e aplicação do corante de urucum no estado do Paraná**. Tese de Doutorado (Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR – 2012.
- DORNELAS, C. S. M., ALMEIDA, A., FIGUEIREDO NETO, A., SOUSA, D. M. M., & EVANGELISTA, A. P. **Desenvolvimento na maturação de frutos e sementes de Urucum (*Bixa orellana* L.)**. Revista Scientia Plena, N°11 (01), p1-8, 2015.
- EMBRAPA. **Coleção Plantar urucum: A cultura do urucum**. 2º edição, revista e ampliada. Embrapa Informação Tecnológica. 61p; Brasília/DF, 2009.
- ESTRADA-LÉON, R.J. et al. **The effect of isolation method on properties of Parota (*Enterolobium cyclocarpum*) starch**. Food Hydrocolloids, Vol. 57, p 1-9, 2016.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 652p, 2005.
- FABRI, E. G. **Demanda por corantes naturais aquece mercado brasileiro de urucum**. Sociedade Nacional de Agricultura, 2015.

FABRI, E.G.; LATESTA, C.S.; RÓS-GOLA, A.; TERAMOTO, J.R.S.; PANTANO, A.P. **Ocorrência de Urucum no Estado de São Paulo**, 2009.

FABRI, E.G.; TERAMOTO, J.R.S. **Annatto: a natural source of colorant**. Horticultura Brasileira, Vitoria da Conquista , v33, n.1, p.140, mar. 2015.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Combined Compendium of Food Additive Specifications**, 67th Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, v.3, p. 11, 2006.

FERREIRA, A.S.C. **Propriedades funcionais tecnológicas do resíduo agroindustrial do urucum**. XXV ENIC – Encontro de Iniciação Científica. PROPESQ. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

FERREIRA, C. S. A.; SANTOS, M. B.; PRADO, S. P. J.; ALBUQUERQUE, C. L. C. **Usos potenciais do resíduo agroindustrial do urucum produzido no brejo paraibano**. In: Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 19, Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FOOD INGREDIENTES BRASIL. **Dossiê Amidos**. 2015. Nº 35, p 31-41, 2015. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/499.pdf>, acessado em 28 de abril de 2018.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Projeto Brasil Food Trends 2020: Ingredientes Novas Funcionalidades**. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Nº 14, p 35-41, 2010. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/144.pdf>, acessado em 27 de março de 2018.

FRANCA, S.A.M., FERREIRA, A.S.C., FREIRE, S.M.M., GRISI, C.V.B., ALBUQUERQUE, C.L.C. **Avaliação nutricional e compostos antioxidantes da semente do urucum (*Bixa orellana* L.) comercializada em Alagoinha - PB**. Anais do III Encontro Nacional da Agroindústria: desafios da segurança alimentar. Vol. 1, p442-449. Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, 2017.

FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C.; FILHO, J. C.; NETO, M. B.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINELLI, I. E. C. **Urucuzeiro agronegócios de corantes naturais**. 120 p. João Pessoa: EMEPA-PB, 2002.

FRANCO, C.F.O. **EMEPA extrai do urucum o mais elevado teor de corante do Brasil**. 13 de julho de 2007. Disponível em: <http://www.paginarural.com.br/noticia/72402/paraiba-emeпа-desenvolve-urucum-com-mais-teor-de-corante>. Acesso em: 14/04/2018.

FRANCO, C.F.O.; FABRI, E.G.; BARREIRO NETO, M.; MANFIOLLI, M.H.; HARDER, M.N.C.; RUCKER, N.C.A. **Urucum: Sistemas de produção para o Brasil**. 1. ed. João Pessoa: EMEPA, APTA, 112 p. 2008.

FREIRE, S.M.M. **Qualidade do urucum (*Bixa orellana* L.) produzidos pelos agricultores familiares do agreste paraibano**. 81p. TCC (Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2017.

FREIRE, S.M.M., FERREIRA, A.S.C., FRANCA, S.A.M., GRISI, C.V.B., ALBUQUERQUE, C.L.C. **Physical-chemical analysis of annatto fruit for the integral utilization**. 2017. Anais do 12º SLACA - Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos: “A Ciência de Alimentos e seu Impacto no Mundo em Transformação”, Campinas, SP, Brasil, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca->

2017/trabalhos/physical-chemical-analysis-of-annatto-fruit-for-the-integral-utilization, acessado em 20 de maio de 2018.

GARMUS T.T, BEZERRA J.R.M.V., RIGO M., CÓRDOVA K.R.V. **Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.).** RBTA. 2009; 3(2): 56-65.

GIRIWONO, P.E., SHIRAKAWA, H., OHSAKI, Y., HATA, S., KURIYAMA, H., S.S. GOTO, T., KOMAI, M. **Dietary supplementation with geranylgeraniol suppresses lipopolysaccharide-induced inflammation via inhibition of nuclear factor-kappaB activation in rats.** European journal of nutrition 52(3), 1191-1199, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físicos e Químicos para alimentos.** 4ª Edição, 1ª edição online. São Paulo, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físicos e Químicos para alimentos.** Ed. Online. São Paulo, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola municipal, 2016 - Culturas Temporárias e Permanentes.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>, acessado em 27/03/2018.

IROBI, O. N.; MOO-YOUNG, M.; ANDERSON, W.A. **Antimicrobial activity of annatto (*Bixa orellana* L.) extract.** Pharmaceutical Biology, v.34, n.2, p.87-90, 1996.

LI, B.W., CARDOZO, M.S. **Determination of total dietary fiber in foods and products with little or no starch, non-enzymatic-gravimetric method: collaborative study.** Journal of AOAC International, Beltsville, v.77, n.3, p.687-689, 1994.

LIMA, L. R. P.; OLIVEIRA, T. T.; NAGEM, T. J.; PINTO, A. S.; STRINGHETA, P. C.; TINOCO, A. L. A.; SILVA, J. F. **Bixina, Norbixina e Quercetina e seus efeitos no metabolismo lipídico de coelhos.** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science. São Paulo, v. 38, n. 4, p. 196-200, 2001.

MANIGLIA, B.C. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais para elaboração de filmes biodegradáveis.** p.295. Tese de Doutorado em Ciências (área Química). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, Ribeirão Preto, SP, 2017.

MANIGLIA, B.C.; TAPIA-BLÁCIDO, D.R. **Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp.** Food Hydrocolloids Vol. 55, p47-55, 2016.

MANTOVANI, N.C.; GRANDO, M.F.; XAVIER, A.; OTONI, W.C. **Avaliação de genótipos de urucum (*Bixa orellana* L.) por meio da caracterização morfológica de frutos, produtividade de sementes e teor de bixina.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 355-362, 2013.

MARCUZZI, A., ZANIN, V., PISCIAZ, E., TRICARICO, P.M., VUCH, J., GIRARDELLI, M., MONASTA, L., BIANCO, A.M., CROVELLA, S., 2012. **Lovastatin-induced apoptosis is modulated by geranylgeraniol in a neuroblastoma cell line.** International Journal of Developmental Neuroscience 30(6), 451-456, 2012.

MATUO, M.C., de OLIVEIRA TAKAMOTO, R.T., KIKUCHI, I.S., DE JESUS ANDREOLI PINTO, T. **Effect of bixin and norbixin on the expression of cytochrome P450 in HepG2 cell line.** Cell biology international 37(8), 843-848, 2013.

MELLO, V. D.; LAAKSONEN, D. E. **Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia. On-line, vol.53, n.5, p.509-518, 2009.

- MELO NETO, B.A. **Amido do fruto da pupunheira (*Bactris gassepaes* Kunth.): Isolamento, caracterização do grânulo e aplicação em termoplástico biodegradável.** 150f. Tese de Doutorado em Engenharia Industrial. Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2016.
- MESTRES, C. **Los estados físicos del almidón.** In.: Conferencia Internacional del almidón. Quito. Anais. Quito, p.2,1996.
- MIRA, G. S.; GRAF, H.; CÂNDIDO, L. M. B. **Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em betaglucanas no tratamento do diabetes.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 45, n. 1, jan./mar., 2009.
- MORAES, S.A.; SALIBA, E.O.S.; NEIVA, J. N. M., BORGES, I., MIRANDA, P.A.B. **Balanço nitrogenado de caprinos alimentados com dietas contendo subproduto de urucum (*Bixa orellana* L.).** V Congresso Nordestino de Produção Animal. Aracaju – SE. 2008.
- OLIVEIRA, J.S. **Caracterização, extração e purificação por cromatografia de compostos de urucum (*Bixa orellana* L.).** Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.
- OLIVEIRA, L.C.; SOUZA, S.O.; MAMEDE, M.E.O. **Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil.** Revista Instituto Adolfo Lutz. 70(2): 158-67. p.63-74, 2011.
- PARIMALAN, R., GIRIDHAR, P.; RAJASEKARAN, T.; RAVISHANKAR, G. A. **Annatto Fruit Pericarp: Newer Source As a Potential Fuel.** Energy & Fuels, 21, 1181-1182, 2007.
- PIMENTEL, F.A. **Avaliação de métodos de obtenção e da estabilidade de pigmentos de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.)** 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1995.
- PRENTICE-HERNANDEZ, C.; RUSIG, O. **Extrato de urucum (*Bixa orellana* L.) obtido utilizando álcool etílico como solvente.** Arquivos de Biologia e Tecnologia, v.35, p.63-74, 1992.
- RODRIGUES, L. M.; ALCÁZAR-ALAY, S. C.; PETENATE, A. J.; MEIRELES, M. A. A. **Obtenção de extratos com bixina a partir de sementes de urucum desengorduradas: estudo dos parâmetros de processo.** Dissertação (Mestrado em engenharia de alimentos), Universidade Estadual De Campinas. Campinas, 2013
- RORIZ, R.F.C. **Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das centrais de abastecimento do estado de Goiás S/A para alimentação humana.** 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
- SAHA, P.D., SINHA, K. **Natural dye from bixa seeds as a potential alternative to synthetic dyes for use in textile industry.** Desalination and Water Treatment 40(1-3), 298-301, 2012.
- SANTOS, B.M. **Qualidade de coloríficos de urucum produzidos e comercializados no Estado da Paraíba.** 49p. TCC (Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2016.
- SANTOS, L. S.; BONOMO, R. C. F.; FONTAM, R. C. I.; BONOMO, P.; LEITE, C. X. S.; SANTOS, D. O. **Efeito dos métodos de extração na composição, rendimento e**

propriedades da pasta do amido obtido da semente de jaca. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande – PB. v.15, n.3, p. 255-261, 2013.

SANTOS, N.M. **Extração do pigmento das sementes de urucum (*Bixa orellana* L.).** 51p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA, 2013.

SATYANARAYNA, A.; PRABHAKARA RAO, P.G.; RAO, D.G. **Chemistry, Processing and Toxicology of Annatto (*Bixa orellana* L.).** Journal of Food Science and Technology, v.40, n.2, p.131-141, 2003.

SENHORAS, E.M. **Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde.** Revista Urutágua: revista acadêmica multidisciplinar, Maringá, v.5, n.5, p.114, dez./mar. 2004.

SHUSHAMA, I. K.; AGUIAR, M. L.; OLIVEIRA, W. P.; FREITAS, L. A. P. **Experimental production of annatto powders in spouted bed dryer.** Journal Food Engineering, v.59, p.93- 97, 2003.

SILVA E.K., MARTELLI-TOSI M., VARDANEGA R., NOGUEIRA G.C., ZABOT G.L., MEIRELES M.A.A., **Technological characterization of biomass obtained from the turmeric and annatto processing by using green technologies.** Journal of Cleaner Production, Vol. 189, Pages 231-239, 2018.

SILVA, E.K., GOMES, M.T.M.S., HUBINGER, M.D., CUNHA, R.L., MEIRELES, M.A.A. **Ultrasound assisted formation of annatto seed oil emulsions stabilized by biopolymers.** Food Hydrocolloids 47, 1-13, 2015a.

SILVA, E.K., ZABOT, G.L., A. MEIRELES, M.A. **Ultrasound-assisted encapsulation of annatto seed oil: Retention and release of a bioactive compound with functional activities.** Food Research International 78, 159-168, 2015b.

SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L.; RIBEIRO, M.L.G. **Efeitos da inclusão do resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta de frangos de corte: desempenho e características de carcaça.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.5, p.1606-1613, 2005.

SILVA, M.L.A. **Extração de corantes de urucum (*Bixa orellana* L.) utilizando sistemas de recirculação de solventes.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, 2006.

SILVA, P. I. **Métodos de extração e caracterização de bixina e norbixina em sementes de urucum (*Bixa orellana* L.).** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. 145 p. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2007.

SILVA, S. D. N. S.; AMARAL, C. L. F.; REBOUÇAS, T. N. **Adoção das práticas de conservação on farm e de seleção de variedades pelos produtores de urucum no município de Vitória da Conquista–BA.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 1, p. 106-113, 2010.

SILVEIRA, T. M. G. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir do resíduo da extração de corante do urucum.** Resumo Dissertação de Mestrado (Química). USP – Ribeirão Preto, SP, 2017.

SILVEIRA, T.M.G.; TAPIA-BLÁCIDO, D.R. **Is isolating starch from the residue of annatto pigment extraction feasible?** Food Hydrocolloids Volume 77, Pages 117- 125, abril, 2018.

SOUZA, S. J. F. **Estudo da atividade de água em co-produtos da indústria de sucos: sementes de maracujá, casca de laranja e cascas de manga.** 70f. Tese de Doutorado em

Engenharia e Ciência dos Alimentos. Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP, 2015.

TAHAM, T.; CABRAL, F. A.; BARROZO, M. A. S. **Extração da bixina do urucum utilizando diferentes tecnologias.** Anais do XX COBEQ (Congresso Brasileiro de Engenharia Química). Florianópolis, SC, 2014.

TAHAM, T.; SILVA, D. O.; BARROZO M. A. S. **Recuperação de bixina das sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) utilizando uma nova configuração para o leito de jorro.** p. 390-399 ENEMP, Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados, São Carlos – SP, 2015.

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A. Z. **Extração e determinação, por CLAE, de bixina e norbixina em coloríficos.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 21(3): 310-313, 2001.

UTIYAMA, C. E., MIYADA, V. S., FIGUEIREDO, A. N., & OETTING, L. **Digestibilidade de nutrientes do resíduo de semente processadas de urucum (*Bixa orellana* L.) para suínos.** In Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife. Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

VERISSIMO, S.A. **Extração, caracterização e aplicação do corante de urucum (*Bixa orellana* L.) no tingimento de fibras naturais.** 99f. Dissertação (mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

VIEIRA, A.M. **Caracterização de farinhas obtidas do resíduo da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoito fibroso.** 2006. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; PERDOMO, D. M. X. **Amido disponível e resistente em alimentos: adaptação do método da AOAC 996.11.** Revista de Alimentos e Nutrição. Araraquara v. 16, n. 1, p. 39-43, jan./mar. 2005.

APÊNDICE I

PRODUÇÃO DO COLORANTE EM PÓ - CE (8+12)

Produção para cálculo de rendimento, teor de bixina e iniciar análises.
(Teor de bixina $66,19 \pm 0,84\%$)

Produção I		SU (g)	CE (g)	SD (g)	p1 (g)	AU (g)	FU (g)	p2 (g)	p total (g)
CE 8+12	I	100	5,27	92,25	2,48	7,16	63,41	21,68	24,16
	II	100	5,41	91,04	3,55	6,88	67,21	16,95	20,5
	II	100	5,31	88,96	5,73	5,86	65,75	17,35	23,08
Total		300,00	15,99	272,25	11,76	19,90	196,37	55,98	67,74
Média		100,00	5,33	90,75	3,92	6,63	65,46	18,66	22,58
DP		0,00	0,07	1,66	1,66	0,68	1,92	2,62	1,88

Produção para dar continuidade às análises.
(Teor de bixina $66,64 \pm 0,49\%$)

Produção II		SU (g)	CE(g)	SD (g)	p1 (g)	AU (g)	FU (g)	p2 (g)	p total (g)
CE 8+12	I	100	5,15	90,32	4,53	6,95	66,41	16,96	21,49
	II	100	4,18	91,72	4,1	6,28	67,21	18,23	22,33
	II	100	5,49	90,64	3,87	6,58	65,75	18,31	22,18
Total		300,00	14,82	272,68	12,50	19,81	199,37	53,50	66,00
Média		100,00	4,94	90,89	4,17	6,60	66,46	17,83	22,00
DP		0,00	0,68	0,73	0,34	0,34	0,73	0,98	1,29

Produção CE (8+12)	SU(g)	CE (g)	SD(g)	AU(g)	FU(g)	Perdas (g)
I	100,00	$5,33 \pm 0,07\%$	$90,75 \pm 1,66\%$	$6,63 \pm 0,68\%$	$65,46 \pm 1,92\%$	$22,58 \pm 1,88$
II	100,00	$4,94 \pm 0,68\%$	$90,89 \pm 0,73\%$	$6,60 \pm 0,34\%$	$66,46 \pm 0,73\%$	$22,00 \pm 1,29$