



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

GABRIELLA DA SILVA FRANÇA

**PRODUÇÃO DE PAPEL COM INCORPORAÇÃO DE CAROTENOIDES DE
SEMENTES DE URUCUM**

LAGES – SC

2022



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

GABRIELLA DA SILVA FRANÇA

**PRODUÇÃO DE PAPEL COM INCORPORAÇÃO DE CAROTENOIDES DE
SEMENTES DE URUCUM**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof.^a Dra. Polliana D' Angelo Rios.
Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro de Oliveira Rios.

LAGES – SC

2022

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

França, Gabriella da Silva
PRODUÇÃO DE PAPEL COM INCORPORAÇÃO DE
CAROTENOIDES DE SEMENTES DE URUCUM / Gabriella da
Silva França. -- 2022.
49 p.

Orientadora: Polliana D'Angelo Rios
Coorientador: Alessandro Oliveira Rios
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2022.

1. Qualidade de embalagens. 2. Atividade antioxidante. 3. Bixa
orellana L.. 4. Aditivo. I. D'Angelo Rios, Polliana . II. Oliveira Rios,
Alessandro . III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro
de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal. IV. Título.

GABRIELLA DA SILVA FRANÇA

**PRODUÇÃO DE PAPEL COM INCORPORAÇÃO DE CAROTENOIDES DE
SEMENTES DE URUCUM**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Florestal.


Banca Examinadora

Orientadora:  _____

Prof^a Dra. Polliana D'Angelo Rios
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:  _____

Prof. Dra. Vássia Carvalho Soares
Instituto Federal de Minas Gerais

Membro:  _____

Prof. Dra. Helena Cristina Vieira
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages, 14 de dezembro de 2022.

*Ao meu pai Aliberto Januário de
França, minha mãe Rita de Cássia e
Silva França e minha irmã Rayza
Mariane da Silva França.*

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Ao meu amado e bondoso Deus por me permitir chegar até aqui e ser meu sustento quando meus pés cansados cogitaram desistir. Para sempre vou manter com Ele o meu amor e minha aliança com Ele será firme (Sl 89).

Aos meus pais Aliberto Januário de França e Rita de Cássia e Silva França, por todo suporte e por serem meus maiores e primeiros incentivadores a ingressar na pós-graduação. Sem vocês este momento jamais seria possível e, ainda que eu vivesse mil anos, jamais poderia retribuir tamanha dedicação. Obrigada por suportarem minha ausência, por me ligarem todos os dias somente para saber como estou e por acreditarem em mim. A vocês, dedico este título. A vocês, minha eterna gratidão e amor.

À minha querida irmã e futura colega de profissão, Rayza Mariane da Silva França, por ser sempre meu apoio, perto ou longe, presencialmente ou pela tela do celular. Sua companhia é meu maior presente. Amo você, Ni.

Ao meu eterno companheiro de todos os estudos e das noites em claro, do qual sinto muita saudade, meu Toddynho.

À minha família, que por vezes compreendeu pacientemente minhas ausências em prol da construção e realização deste sonho.

Aos amigos de Cuiabá, que acompanharam minha jornada em Lages e me apoiaram desde o momento em que fui aprovada no processo seletivo.

Aos amigos da pós-graduação, em especial os do Laboratório de Anatomia, o meu muito obrigada por tornarem os dias mais leves.

À Helena Cristina Vieira pelas colaborações imprescindíveis para a realização deste estudo e pelo aceite em participar desta banca, juntamente a professora Vássia Carvalho Soares.

Ao meu querido co-orientador, Dr. Alessandro Rios de Oliveira, pelas orientações e paciência, por toda dedicação e amizade. Muito obrigada!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsas de estudo.

À Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), à Faculdade de Engenharia Florestal e aos professores que contribuíram para minha formação. À UFRGS pela colaboração na realização das análises em Porto Alegre.

À minha querida orientadora e amiga, Polliana D'Angelo Rios pelos ensinamentos e orientações. Serei sempre muito grata aos céus por permitirem que nossos caminhos se cruzassem e que pudessemos ser parceiras dentro das salas de aula e fora delas.

A todos, minha eterna gratidão.

RESUMO

FRANÇA, Gabriella da Silva. **Produção de papel com incorporação de carotenoides de sementes de urucum**. 2022. 49 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Linha de Pesquisa: Tecnologia da Madeira) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, SC, 2022.

A *Bixa orellana* L., conhecida popularmente como urucum, é um arbusto que pode atingir cerca de 5m de altura. Suas sementes são fontes de bixina e norbixina, substâncias que conferem à espécie potencial corante e antioxidante. O presente estudo teve por objetivo extrair, encapsular e incorporar o carotenoide de urucum na polpa celulósica Kraft com a finalidade de formar um papel que contenha propriedade antioxidantes e possa ser matéria prima para produção de embalagens ativas. Para a produção do papel foi utilizada a polpa celulósica de *Pinus* spp, resultante do processo *Kraft*. Foram realizadas avaliações químicas do teor de extrativos, lignina, cinzas e pH, e avaliações de qualidade da polpa, que incluem o índice de Runkel, coeficiente de rigidez, coeficiente de flexibilidade e índice de enfiamento. O extrato de urucum foi obtido a partir das sementes, ao qual foi adicionado amido gelatinizado e posteriormente incorporado à polpa celulósica. O papel foi produzido por meio do método de prensagem, e após, realizadas análises para determinação das propriedades físico-químicas, ópticas, térmica e mecânicas. A polpa celulósica utilizada como matéria-prima para a produção das embalagens ativas apresentou resultados satisfatórios para confecção do papel. A análises químicas e de qualidade da polpa indicaram que esta apresentou resultados dentro dos padrões para a produção de papel. A presença do amido encapsulado confere lisura ao papel, mas tende a aumentar proporcionalmente a gramatura do papel *Kraft*. Para espessura, a adição de carotenoides não proporcionou diferença entre os tratamentos. Na análise de permeabilidade em vapor d'água, os papéis a redução da permeabilidade a medida que aumentou-se a concentração dos tratamentos nos papéis. Na análise de liberação de compostos para líquidos simulantes, as concentrações dos tratamentos com presença de carotenoides de urucum apresentaram, em geral, as maiores médias, indicando que o papel com carotenoide de urucum liberou para o meio simulante substâncias que podem ser consideradas como antioxidantes/ativas. Em ambas as análises dos papéis em que foram consideradas a ausência de luz, nas temperaturas de 25°C e 40°C, a variação de cor foi menor quando comparada os tratamentos expostos à luz. No entanto, essa variação foi relativamente maior nos tratamentos em que houveram adição de carotenoides de urucum. Nos tratamentos com adição de carotenoides perda de massa ocorreu de forma mais prolongada quando comparados aos mesmos tratamentos sem carotenoides na análise térmica.

Palavras-chave: Qualidade de embalagens; atividade antioxidante; *Bixa orellana* L; aditivo.

ABSTRACT

FRANÇA, Gabriella da Silva. **Paper production incorporating carotenoids from annatto seeds.** 2022. 49f. Dissertation (Master in Forest Engineering - Research Line: Technology of Madeira) - State University of Santa Catarina. Postgraduate Program in Forest Engineering, Lages, SC, 2022.

Bixa orellana, popularly known as annatto, is a shrub that can reach about 5m in height. It is a source of bixin and norbixin, substances that provide a potentially antioxidant species, that is, compounds that can inhibit or delay the oxidative rancidity of foods. The present study aims to incorporate annatto extract into cellulosic pulp, in order to obtain a quality paper package with antioxidant properties. For the production of paper, pulp from *Pinus* spp, resulting from the *Kraft* process, was used. Estimates of Extractive Content, Lignin Content, Ash Content and pH, and pulp quality estimates were performed, which include the Runkel index, Stiffness Coefficient, Flexibility Coefficient and Felt Index. The annatto extract was obtained from the seeds, the antioxidant was added gelatinized starch and incorporated into the cellulosic pulp. The paper was produced using the casting method and later tests will be carried out to assess its quality, starting with the rapid improvement test. Then, proposals for the paper produced will be presented, namely: determination of physical-chemical properties and image comparisons. For water physical-chemical properties of water, thickness, grammage, solubility in, water vapor permeability, water capacity and a release of antioxidants. In optical properties transparencies as defined characteristics in color stability, opacity and differential scanning calorimetry. For the mechanical properties of attraction, elongation and thermogravimetry. Finally, it will be performed as electron imaging by scanning microscopy. From the results obtained in this work, it is expected that it will be possible to develop a paper packaging with reduced quality and with antioxidant activity, which can contribute to the preservation of food, with oxidative reactions.

Keywords: Packaging quality; antioxidant activity; *Bixa orellana* L; additive.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análises química e respectivas normas.	17
Tabela 2: Índice de Runkel.....	19
Tabela 3: Classificação do Coeficiente de Rigidez.	20
Tabela 4: Classificação do Coeficiente de Flexibilidade.....	21
Tabela 5: Avaliação das propriedades do papel com ausência e presença dos carotenoides de urucum.....	25
Tabela 6: Caracterização Química da Polpa <i>Kraft</i>	29
Tabela 7: Valores máximo, mínimo e média dos traqueoides da polpa <i>Kraft</i>	29
Tabela 8: Valores mínimos, máximos, médios e coeficiente de variação dos traqueoides da polpa <i>Kraft</i>	31
Tabela 9: Espessura e gramatura dos papéis com ausência e presença de carotenoides de urucum.....	33
Tabela 10: Permeabilidade ao vapor de água dos papéis com ausência e presença de antioxidante.	34
Tabela 11: Atributos de diferença de cor total (ΔE) após 18 dias sob diferentes condições de armazenamento.....	39
Tabela 12: Valores médios para as propriedades mecânicas do papel para os diferentes tratamentos.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma das etapas para obtenção do papel com potencial para propriedades antioxidantes.....	18
Figura 2: Etapas de produção do antioxidante de urucum encapsulado.	22
Figura 3: Amido gelatinizado sem antioxidante.	23
Figura 4: Papéis finalizados com ausência e presença de antioxidantes.....	24
Figura 5: Espessura da parede celular dos traqueoides e diâmetro do lúmen.	30
Figura 6: Comprimento dos traqueoides.	30
Figura 7: Distribuição de Frequências na classificação de grupos pelo índice de Runkel.....	32
Figura 8: Liberação de compostos para líquidos simulantes em água destilada, ácido acético 3%, etanol 10% e etanol 95%.....	36
Figura 9: Análise de liberação para líquidos simulantes em água destilada - décimo dia, tratamento com 16g com ausência e presença de carotenoides de urucum.....	37
Figura 10: Análise de liberação para líquidos simulantes em etanol 95% - dia zero.....	38
Figura 11: Análise térmica papéis com presença e ausência de antioxidante (TGA).	41

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (1) – Índice de Runkel	19
Equação (2) – Coeficiente de Rigidez	19
Equação (3) – Coeficiente de Flexibilidade	21
Equação (4) – Índice de Enfeltramento	21
Equação (5) – Variação total da cor	27

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANOVA: Análise de Variância

ASTM: American Society for Testing and Materials

CIELab: International Commission on Illumination $L^* a^* b^*$.

DIC: Delineamento Inteiramente Casualizado

MPa: Megapascal

NBR: Normas Técnicas Brasileiras

pH: potencial Hidrogeniônico.

PVA: Permeabilidade em Vapor d'Água.

TGA: Análise termogravimétrica.

UR: Umidade Relativa.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	13
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL.....	16
3.2 ANÁLISE QUÍMICA DA POLPA CELULÓSICA	17
3.3 ANÁLISE DA QUALIDADE MORFOLÓGICA DA POLPA CELULÓSICA	17
3.4 OBTENÇÃO DO CAROTENOIDE DE URUCUM ENCAPSULADO COM AMIDO PRÉ-GELATILIZADO.....	21
3.5 INCORPORAÇÃO DO CAROTENOIDE DE URUCUM ENCAPSULADO NA POLPA CELULÓSICA.....	23
3.6. AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO PAPEL	24
3.8 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	25
3.8.1 ESPESSURA E GRAMATURA	25
3.8.2 PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA (PVA).....	25
3.8.3 LIBERAÇÃO DE COMPOSTOS PARA LÍQUIDOS SIMULANTES.....	25
3.9 PROPRIEDADE ÓPTICA.....	26
3.9.1 ESTABILIDADE DE COR	26
3.10 PROPRIEDADE TÉRMICA.....	27
3.10.1 TERMOGRAVIMETRIA (TGA).....	27
3.11 PROPRIEDADES MECÂNICAS	27
3.11.1 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO	27
3.12 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 ANÁLISES QUÍMICAS DA POLPA CELULÓSICA.....	28
4.2 ANÁLISES DA QUALIDADE MORFOLÓGICA DA POLPA CELULÓSICA ...	29
4.3. PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DO PAPEL	33
4.3.1 ESPESSURA E GRAMATURA DO PAPEL	33
4.3.2 PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA (PVA).....	34
4.3.3 LIBERAÇÃO DE COMPOSTOS PARA LÍQUIDOS SIMULANTES.....	35
4.4 PROPRIEDADE ÓPTICA DO PAPEL.....	39

4.4.1 ESTABILIDADE DE COR	39
4.5 PROPRIEDADE TÉRMICA DO PAPEL.....	41
4.5.1 TERMOGRAVIMETRIA (TGA)	41
4.6 PROPRIEDADES MECÂNICAS DO PAPEL	42
4.6.1 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO	42
5. CONCLUSÕES	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45