



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
(AGROECOLOGIA)**



**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE TORTAS PADRÃO E
DESENGORDURADAS DO ALGODÃO BRANCO E COLORIDO.**

LUCIANO GOMES BARBOSA JUNIOR

BANANEIRAS – PB

2023

LUCIANO GOMES BARBOSA JUNIOR

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE TORTAS PADRÃO E
DESENGORDURADAS DO ALGODÃO BRANCO E COLORIDO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

Área de Concentração: Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável

Linha de Pesquisa: Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis.

Comitê de orientação:

Profa. Dra. Nair Helena Castro Arriel (Orientadora)

BANANEIRAS – PB

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

J95c Junior, Luciano Gomes Barbosa.

Caracterização físico-química de tortas padrão e
desengorduradas do algodão branco e colorido / Luciano
Gomes Barbosa Junior. - João Pessoa, 2023.
49 f.

Orientação: Nair Helena Castro Arriel.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. *Gossypium hirsutum* L. 2. semente. 3. propriedades
bioativas. I. Arriel, Nair Helena Castro. II. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

CDU 63 (042)

LUCIANO GOMES BARBOSA JUNIOR

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE TORTAS PADRÃO E
DESENGORDURADAS DO ALGODÃO BRANCO E COLORIDO.**

Aprovado em: 29 de Março de 2023

BANCA EXAMINADORA



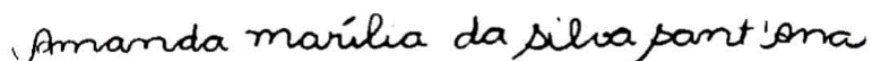
Profa. Dra. Nair Helena Castro Arriel (EMBRAPA ALGODÃO)

Orientadora



Profa. Dra. Vênia Camelo de Souza (DCS/CCHSA/UFPB)

1º Examinador



Profa. Dra. Amanda Marília da Silva Sant'Ana (DGTA/CCHSA/UFPB)

2º Examinador

BANANEIRAS – PB

2023

À minha mãe, Josefa Silva de Araújo, por me
apoiar e me fortalecer em momentos difíceis.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Criador, por sua bondade e grandeza.

Aos meus pais, Josefa Silva de Araújo e Josival Moreira de Araújo, que sempre me incentivam a seguir estudando mesmo sem compreender muito bem a complexidade do universo da pesquisa.

Aos meus familiares, em especial, minha madrinha (*in memoriam*).

À professora Dra. Nair Helena Castro Arriel, pela orientação e confiança que depositou em mim.

À professora Dra. Vênia Camelo, por me incentivar a evoluir como profissional e como ser humano, dentro e fora da Universidade.

Aos membros da banca examinadora pelas valiosas contribuições na melhoria deste trabalho.

As amigas Ariel e Rayane, pelo auxílio e suporte na minha pesquisa.

Ao meu amigo Rafael Evaristo, pelo acolhimento e auxílio na minha pesquisa.

À Michela Lima pelo apoio laboratorial no desenvolvimento de parte desta pesquisa.

A minha turma do PPGCAG, com quem dividi esta jornada.

Ao amigo Risonaldo Lima, pelo acolhimento e companheirismo ao longo dos anos.

Aos amigos que fiz na graduação e mantenho vínculos até os dias atuais, Layane Rosa, Antonio Alef.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar pelo apoio laboratorial.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) (PPGCAG/UFPB) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa e à concessão de bolsa de estudos.

A todos que de alguma forma inspiraram e contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), originário da América Central, é considerado a fibra vegetal mais importante do mundo. O algodão além de produzir a fibra mais utilizada do mundo, produz o caroço, que possui uma alta procura por diversas empresas, pois serve de matéria prima para ração de animais ruminantes como farelo e torta, e, para a alimentação humana. Tendo em vista a importância do algodão para a economia brasileira, principalmente devido a sua utilização nos diversos elos da agroindústria o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar tortas obtidas a partir das sementes das cultivares BRS 293 (algodão Branco) e BRS Rubi (algodão Colorido), caracterizando-as quanto a sua constituição físico-química e potencial antioxidante. A umidade ficou dentro dos parâmetros exigidos. As tortas desengorduradas de ambas sementes de algodão branco e colorido apresentaram um elevado teor de proteínas, com valores de (55,54) e (52,37), respectivamente. Adicionalmente, foram detectados altos níveis de compostos fenólicos nas tortas padrão de BRS 293 e BRS Rubi, com teores de 54,0 EAG/100 g e 50,72 EAG/100 g, respectivamente. Entretanto, apresentaram teores menores de compostos fenólicos, com valores de 42,96 e 48,0, respectivamente. E apresentaram uma atividade antioxidante considerável frente aos radicais ABTS 2,2-Azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico) e DPPH 1,1-difenil-2-picrilhidrazil. A análise revelou um potencial antioxidante significativo para as tortas padrão BRS 293 e BRS Rubi, com valores de 111,1 mmolTrolox/1g e 127,8 mmolTrolox/1g respectivamente, frente ao radical ABTS. Já para as tortas desengorduradas BRS 293 e BRS Rubi, os valores encontrados foram 293,5 mmolTrolox/1g e 321,1 mmolTrolox/1g respectivamente. Foi observado que a atividade antioxidante ABTS foi mais estável para as amostras que não passaram por extração de lipídios, como é o caso das tortas padrão. Em relação ao radical DPPH, os valores para as tortas padrão BRS 293 e BRS Rubi foram (54,2) mmolTrolox/1g e 98,8 mmolTrolox/1g respectivamente, enquanto para as tortas desengorduradas BRS 293 e BRS Rubi foram 140,0 mmolTrolox/1g e 166,7 mmolTrolox/1g respectivamente. Consta-se, pelas propriedades apresentadas que as tortas de algodão apresentaram um potencial antioxidante que pode ser utilizados como aditivo alimentar, tanto humano, quanto animal.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., semente, propriedades bioativas.

ABSTRACT

Herbaceous cotton (*Gossypium hirsutum* L.), originating in Central America, is considered the most important vegetable fiber in the world. Cotton, in addition to producing the most used fiber in the world, produces the seed, which is in high demand by several companies, as it serves as raw material for ruminant animal feed, such as bran and cake, and for human consumption. In view of the importance of cotton for the Brazilian economy, mainly due to its use in the various links in the agroindustry, the present work had the general objective of evaluating cakes obtained from the seeds of the cultivars BRS 293 (white cotton) and BRS Rubi (colorful cotton), characterizing them in terms of their physical-chemical constitution and antioxidant potential. The humidity was within the required parameters. The defatted cakes of both white and colored cotton seeds showed a high protein content, with values of (55.54) and (52.37), respectively. Additionally, high levels of phenolic compounds were detected in the BRS 293 and BRS Rubi standard cakes, with levels of 54.0 EAG/100 g and 50.72 EAG/100 g, respectively. However, they had lower levels of phenolic compounds, with values of 42.96 and 48.0, respectively. And they showed considerable antioxidant activity against ABTS 2,2-Azinobis radicals (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and DPPH 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. The analysis revealed a significant antioxidant potential for the BRS 293 and BRS Rubi standard cakes, with values of 111.1 mmolTrolox/1g and 127.8 mmolTrolox/1g respectively, against the ABTS radical. As for the defatted cakes BRS 293 and BRS Rubi, the values found were 293.5 mmolTrolox/1g and 321.1 mmolTrolox/1g respectively. It was observed that ABTS antioxidant activity was more stable for samples that did not undergo lipid extraction, as is the case with standard cakes. Regarding the DPPH radical, the values for the BRS 293 and BRS Rubi standard cakes were (54.2) mmolTrolox/1g and 98.8 mmolTrolox/1g respectively, while for the defatted BRS 293 and BRS Rubi cakes they were 140.0 mmolTrolox /1g and 166.7 mmolTrolox/1g respectively. It appears, from the properties presented, that the cottonseed cakes have an antioxidant potential that can be used as a food additive, both human and animal.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., seed, bioactive properties.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Algodão Branco	21
Figura 2: Algodão Colorido	22
Figura 3: Semente de algodão e suas diferentes estruturas	24
Figura 4: Diagrama de fluxo das etapas de execução experimental	26
Figura 5: Reator de madeira com lâmpada UV-C utilizado no ensaio de estabilidade das tortas padrões e desengorduradas à luz	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Constituição físico-química nas tortas de algodão padrões e desengorduradas de sementes de algodão branco e colorido	30
Tabela 2: Compostos fenólicos totais das tortas padrão e desengordurada do algodão branco e colorido	33
Tabela 3: Potencial antioxidante das tortas padrão e desengordurada do algodão branco e colorido	34
Tabela 4: Estabilidade das tortas de algodão padrão à luz UV-C no algodão branco e colorido	37
Tabela 5: Estabilidade das tortas de algodão desengordurada à luz UV-C no algodão branco e colorido	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

DPPH 1,1-difenil-2-picrilhidrazil

EAG Equivalente cido Gálico

UV-C Ultravioleta

TROLOX cido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-carboxilico

ABTS – 2,2-Azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 A cotonicultura brasileira.....	16
2.2 Breve histórico da cotonicultura	17
2.3 Aspectos botânicos.....	18
2.4 Algodão colorido	20
2.5 Algodão Branco	21
2.6 Algodão colorido	22
2.7 Importância socioeconômica da cultura do algodão.....	22
2.8 Semente de algodão	24
2.9 Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1 Obtenção da matéria-prima e Local dos experimentos.....	26
3.2 Obtenção da torta de algodão.....	27
3.3 Propriedades físico-químicas das tortas de algodão branco e colorido.	27
3.4 Compostos Fenólicos Totais	28
3.5 Potencial antioxidante	28
3.6 Estabilidade das tortas padrão e desengordurada à luz UV-C	29
3.7 Análise estatística dos dados.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Caracterização físico-química da tortas padrão e desengorduradas do algodão branco e colorido.....	30
4.2 Compostos fenólicos totais	33
4.3 Potencial antioxidante	34
4.4 Estabilidade das tortas de algodão padrão e desengordurada à luz UV-C.....	36
5. CONCLUSÃO	40
6. REFERÊNCIAS	41
7. ANEXOS	48

1. INTRODUÇÃO

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), originário da América Central, é considerado a fibra vegetal mais importante do mundo. Os incas do Peru e outras civilizações antigas já o utilizavam por volta de 4500 aC, com antigos escritos pré-cristãos indicando seu uso na Índia, Egito, Sudão e em toda a Ásia como produto básico (ABRAPA, 2021; SILVA, 2020).

Na década de 1990, a Embrapa lançou um programa de melhoramento de algodão colorido voltado para produtores da região Nordeste, como forma de oferecer mais oportunidades agrícolas, especialmente aos agricultores do Semiárido. A primeira cultivar de algodão colorido foi lançada no ano de 2002 pela Embrapa a cultivar BRS 200, que possui coloração marrom claro, hoje a Embrapa já possui seis cultivares coloridas, que são: BRS 200 Marrom, BRS Topázio, com fibra marrom clara e alto teor de fibra (43,5%), BRS Rubi, fibra marrom escuro, BRS Verde, fibra verde clara e potencial produtivo de 3.000 kg ha⁻¹, BRS Safira marrom escuro a fibra avermelhada e resistência ao pulgão do algodão BRS Jade (MAPA, 2016).

O algodão tornou-se uma das cinco culturas economicamente mais importantes do mundo, com o Brasil ocupando o quarto lugar em volume de produção mundial e segundo lugar nas exportações de *commodities* (ALGODÃO INTERNACIONAL CONSULTORIA, 2021; RAMIRES E ESPERANCINI, 2022).

A cultura do algodão na região Nordeste tornou-se uma das atividades agrícolas de grande valor para o agronegócio brasileiro, se tornando também uma importante fonte de renda e de emprego para muitas comunidades rurais, esperançosa para o desenvolvimento econômico e social da região. Além disso, a produção de algodão sustentável na região Nordeste pode contribuir para a preservação do meio ambiente e para a promoção da agricultura familiar e da segurança alimentar, e existe uma projeção que a produção do algodão de fibra branca está estimada em 1.668,2 mil toneladas, distribuídas entre os estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão. O maior produtor é a Bahia (1.385,8 mil t), seguida pelo Maranhão (210,4 mil t). Já a Paraíba tem uma produção de 1.800 t de algodão em caroço. (CONAB, 2021).

A produção de algodão colorido na Paraíba pelo sistema de agricultura familiar alcançou uma produtividade de 1200 kg por hectare. A previsão de colheita de algodão

a cor da variedade BRS Rubi nos municípios de Itabaiana, Riachão do Bacamarte e Salgado de São Félix é de 10.080 kg em uma área plantada de 33,6 hectares (EMPAER, 2021).

O algodoeiro é responsável por ser a principal fonte de fibras têxteis naturais, e é considerado uma planta de uso integral que pode ser utilizada por diversos fins. Estes incluem o uso na indústria de alimentos, a produção de biodiesel, em cosméticos e produtos fitoterápicos, e na produção de ração animal (AMIPA, 2021; ZONTA *et al.*, 2015).

Além disso, as fibras naturais coloridas atendem à demanda do mercado com apelo mais ecológico e sustentável, pois elimina o processo de tingimento químico, que permite reduzir a quantidade de água utilizada durante o processamento e com isso, os custos de produção da indústria têxtil são reduzidos (NASCIMENTO *et al.*, 2019; GARCIA *et al.*, 2015).

O gossipol é uma substância tóxica presente nas sementes de algodão e pode causar problemas de saúde em animais e humanos se ingerido em grandes quantidades. O teor de gossipol pode variar dependendo da variedade do algodão, da época de colheita e do método de processamento utilizado (SILVA *et al.*, 2018).

Para reduzir os efeitos negativos do gossipol, foram desenvolvidas variedades de algodão com baixos teores de gossipol na semente e técnicas de processamento que ajudam a reduzir o teor de gossipol, tornando-as mais seguras para o consumo. Algumas dessas técnicas incluem o tratamento térmico da farinha de semente de algodão (ZHANG, PAN., 2012).

A torta de algodão é um coproduto proveniente da extração de óleo da semente do algodão, que possui alto teor de energia e proteína bruta, com menor concentração de lisina quando comparada ao farelo de soja, possui alto teor de fibra em sua composição, podendo ser adicionada em dietas com alta inclusão de concentrado. (FERREIRA *et al.*, 2019).

O algodão além de produzir a fibra mais utilizada do mundo, também se produz o caroço, que também possui uma alta procura por diversas empresas, pois serve de matéria prima para ração de animais ruminantes como farelo e torta, e, para a alimentação humana, com a produção de óleos, podendo também serem produzidas farinhas. Estima-se que o Brasil produz hoje 640 mil toneladas de torta de algodão por ano. Dado o crescimento do mercado de óleos vegetais por conta de demanda da indústria do biodiesel, parte desta torta de caroço de algodão poderá ser destinada para a produção de

bioetanol. (COSTA, 2017).

Tendo em vista a importância do algodão para a economia brasileira, principalmente devido a sua utilização nos diversos elos da agroindústria, e a necessidade de cultivares que se adaptem às diferentes regiões e com o isso o conhecimento dessas e de seus produtos, que o projeto se justifica, uma vez que o mesmo busca a obtenção e caracterização de produtos derivados das cultivares de algodão (BRS Rubi) e (BRS 293) nas quais os números de estudos são escassos, sendo os dados obtidos extremamente relevantes para a disseminação do conhecimento científico e também respaldo para indústrias que venham a utilizar a matéria prima dessas cultivares e seus coprodutos.

A produção de tortas a partir das sementes de algodão é uma prática comum na indústria alimentícia e na fabricação de rações para animais. No entanto, além de seu valor nutricional, essas tortas também podem apresentar propriedades satisfatórias à saúde, como a presença de compostos antioxidantes. Nesse sentido, este estudo objetivou-se a obtenção das tortas padrão e desengorduradas das sementes de algodão das cultivares BRS 293 (Branco) e BRS Rubi (Colorido), caracterizando-as quanto sua constituição físico-química e potencial antioxidante, e a determinação e potencial dos compostos fenólicos totais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cotonicultura brasileira

O algodoeiro é uma das espécies mais antigas cultivadas pelo homem. Requer menos exigências de solo e condições climáticas que outras culturas, características que permitem a sua propagação e cultivo em quase todos os continentes abrangendo mais de 60 países, com destaque para a China, Índia, Estados Unidos, Brasil e Paquistão que detêm juntos cerca de 85% da produção mundial (COUTINHO et al, 2019).

Entre as variedades de oleaginosas cultivadas no mundo, o algodão é a mais extensa e complexa da cadeia produtiva. De acordo com estimativas da Associação Brasileira de Produtores de Algodão (ABRAPA, 2020), a cadeia produtiva inclui aproximadamente 350 milhões de habitantes em todo o mundo, movimentando a cada ano, bilhões de dólares no comércio mundial com a cultura da cotonicultura juntamente com os subprodutos.

Segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021) a safra 2019/20 houve recorde na produção, permitindo ao Brasil chegar ao quarto lugar em volume de produção mundial, o que vem se mantendo até então. O volume obtido foi de aproximadamente 3 milhões de toneladas de plumas produzidas, o que equivale a um aumento de 4,2% em relação à safra anterior. Esse aumento ocorreu devido aos preços atrativos de anos anteriores, que sustentaram a produção nacional, pelo interesse nas vendas internacionais e a alta do dólar em 2020 (CONAB, 2020).

Ao avaliar a história mundial da produção é possível observar que a cultura do algodão se destaca por apresentar um dos mercados mais voláteis entre os produtos agrícolas. Sua produção é fortemente influenciada por diversos fatores, sendo o principal deles a oscilação dos 4 estoques mundiais de plumas, capaz de favorecer um aumento ou diminuição da demanda mundial, dependendo dos níveis em que se encontram.

A cotonicultura brasileira é altamente afetada por essa oscilação, pois a maior parte de sua produção é destinada à exportação. Em 2020, o Brasil exportou cerca de 2,12 milhões de toneladas de plumas de algodão, das quais 29 % foram para a China, 17 % para o Paquistão, 12 % para a Turquia, 10 % para Bangladesh e 10 % para a Indonésia (SANTOS, 2021).

O Brasil é o quinto maior produtor de algodão do mundo, à sua frente podemos destacar a China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (ABRAPA, 2021). Sua produção pode chegar a 6.581,7 mil toneladas na safra 2021/2022. A principal região produtora é o Centro-Oeste, com produção de algodão em caroço de 4.697,5 mil toneladas de algodão em caroço em 2021/22, sendo o estado do Mato Grosso detentor de 95% da produção com 4.454,4 mil toneladas (CONAB, 2021).

2.2 Breve histórico da cotonicultura

No Brasil, a produção algodoeira teve início na região Nordeste durante o século XVIII. A Guerra da Secessão nos Estados Unidos e também conjunturas externas contribuíram para a expansão da atividade no Nordeste. Com isso, no decorrer do século XIX até ao final da primeira metade do século XX o setor têxtil avançou significativamente, diversas fábricas foram criadas na Bahia, seguido do Maranhão, Alagoas, Pernambuco e Sergipe (CARVALHO, 2021).

As fábricas têxteis se espalharam por todo o Nordeste brasileiro. Houve um processo de modernização no setor que permitiu a substituição gradativa das máquinas hidráulicas por máquinas a vapor, aumentando a produção. Essas fábricas produziam panos, linhas, tecidos e sacos para exportar o algodão bruto e açúcar. As províncias da Bahia e Maranhão foram destaque na produção têxtil (BARROS, 2018).

Desde o início do século XIX, o Brasil já demonstrava potencial para exportação de pluma. No início do século XX, a produção nacional de tecidos já era maior que a importação, desta forma, a indústria têxtil brasileira era responsável por $\frac{3}{4}$ da produção de tecidos de algodão consumidos no país (BERGER, LIMA e OLIVEIRA, 2019).

De acordo com Bélot, Barros e Miranda (2016) a evolução do cultivo de algodão no Brasil pode ser dividida em três ciclos. Inicialmente houve uma produção extensiva de algodão arbóreo, principalmente no semiárido nordestino até meados de 1980. A partir deste período, os Estados de São Paulo e Paraná passaram a se destacar pela produção de algodão herbáceo, utilizando principalmente mão de obra familiar e uso reduzido de agroquímicos e mecanização agrícola.

Já o final da década de noventa marca o início do terceiro ciclo que se mantém até os dias atuais, caracterizado pela adoção de técnicas de consorciação de culturas, uso

de máquinas agrícolas em todo o processo produtivo e uso intensivo de agrotóxicos. Além disso, houve aumento expressivo na produção de algodão herbáceo e redução gradativa na produção de algodão arbóreo, que tornou-se escassa (BÉLOT, BARROS e MIRANDA, 2016).

Até a década de oitenta, a produção e a indústria têxtil oscilaram bastante. No entanto, o Brasil tornou-se o quinto maior exportador da fibra no mundo, na década de 1960. Em contrapartida, na década de 1980, os produtores enfrentam dois problemas que quase dizimaram a cotonicultura nacional. Dentre eles: a disseminação do bicudo-do-algodoeiro, que infestou e destruiu lavouras inteiras no Nordeste, somado a ausência de crédito rural e a instabilidade econômica do país. (SANTOS, 2019)

O sucesso da produção algodoeira no Brasil foi resultado de diversas transformações produtivas e tecnológicas. A ocorrência da infestação do bicudo-do-algodoeiro, causou uma severa crise no setor, que se estendeu até os anos de 1990. O ressurgimento da cultura algodoeira após essa crise se desenvolveu junto ao processo de desregulamentação do mercado brasileiro. (ALCÂNTARA, VEDANA e FILHO, 2021).

De acordo com Severino et al. (2019) a partir da década de 1990, a cultura do algodão migrou para a região do Cerrado e hoje ocupa uma área superior a um milhão de hectares, concentrada principalmente nos estados de Mato Grosso, Bahia e Goiás.

A cotonicultura assume um papel estratégico como fonte de recursos no Brasil. A produção de algodão contribuiu efetivamente para o desenvolvimento da região Nordeste. O Brasil já foi um dos maiores exportadores de algodão e voltou a assumir essa posição mais recentemente, em virtude dos avanços tecnológicos que foram incorporados e ao reposicionamento das culturas nas áreas do cerrado central e nas áreas de fronteira agrícola no Nordeste (MELO e BELLEN, 2018).

2.3 Aspectos botânicos

O algodão (*Gossypium hirsutum*) pertence a divisão Embriophyta sifanogamae, subdivisão Fanerogamae ou espermatophyta, Filo Angiospermae, Classe Dicotyledoneae, Subclasse Archichlamidae, Ordem Malvales, Família Malvaceae, Tribo Hibisceae, Gênero *Gossypium* (WENDEL et al., 2019).

Anualmente são lançadas diversas cultivares pelos melhoristas, alguns exemplos

são as cultivares: CNPA 7H, CNPA 8H, IAC 22, Deltapine Acala 90, IAC 20, CNPA Precoce I, CNPA Precoce II, BRS Verde, BRS Marrom, BRS Rubi, BRS Safira entre outras (FERREIRA et al., 2022).

As folhas iniciais do algodoeiro são simples e as demais são recortadas apresentando-se como uma expansão laminar do caule. O tamanho varia de acordo com a espécie e o ambiente, a coloração varia de verde escura, verde clara a avermelhada, por efeito da antocianina das células. Determinadas variedades apresentam estípulas na página inferior da folha e do pecíolo, enquanto que outras são glabras (COSTA, 2018).

O caule do algodoeiro é ereto, cilíndrico, sublenhoso, altura de 0,80 a 2,50 metros, variando conforme a fertilidade do solo e dos tratos culturais oferecidos na fase inicial da cultura. A partir do caule principal emergem dois tipos de ramos laterais, os ramos monopoidais com crescimento vegetativo vertical e os simpoidais, ramos reprodutivos com crescimento horizontal (SOUSA, 2010).

O algodoeiro possui flores hermafroditas, compostas por cinco pétalas de coloração creme, na espécie *Gossypium hirsutum*, variando um pouco nas demais espécies, as sépalas são soldadas, o ovário é súpero com 3 a 5 capelos e elas são parcialmente envolvidas por uma estrutura protetora de três folhas modificadas, que são as brácteas, de formato triangular, dentadas na borda superior e de coloração verde, essa também apresenta nectários que se encontra na sua base, e estes liberam uma substância açucarada que é responsável pela atração dos insetos para o algodão (RAHMAN et al, 2019).

O sistema radicular no algodoeiro é caracterizado por possuir uma raiz principal e vasta ramificações laterais. A raiz principal é do tipo pivotante, como uma continuação direta da haste principal da planta e situa-se em sua grande maioria nos primeiros 20 cm de profundidade no solo, podendo atingir, em condições ideais até 2,5 metros de profundidade (CAVALCANTE et al, 2021).

A propagação do algodoeiro ocorre principalmente via sexuada, através das sementes, que possibilitam o surgimento da plântula, fitologicamente denominada esporófito jovem (FERREIRA et al., 2022).

O algodoeiro é uma planta que requer um equilíbrio de fatores: temperatura,

umidade relativa, duração do dia, velocidade do vento e intensidade da luz Segundo a EMBRAPA (2014), o algodão herbáceo deve ser cultivado com temperatura média do ar entre 20 ° C e 30 ° C, com precipitação anual entre 500 mm e 1500 mm e umidade relativa média em torno de 60 %, a nebulosidade inferior a 50 % e que não haja inversão térmica.

Os subprodutos do algodão, como o caroço e o óleo, possuem papel relevante na indústria química e como alimento animal, integrando-se às cadeias produtivas do leite da proteína animal (SEVERINO et al., 2019).

2.4 Algodão colorido

Registros arqueológicos encontrados no Peru e no Paquistão mostram a existência do algodão colorido nessas regiões por volta de 2500 a.C. e 2.700 a.C., respectivamente, isto sugere que o algodão colorido é antigo. Segundo a Embrapa (2014), o algodão colorido é tão antigo quanto com fibras brancas.

No Brasil, as pesquisas com algodão colorido começaram por meio da Embrapa, por volta de 1990, utilizando sementes de algodoeiros coloridos encontrados na região Nordeste, principalmente nos estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, e até sementes obtidas em bancos de germoplasma de outros países (EMBRAPA, 2014).

Algodão com fibras coloridas geralmente é influenciado por um gene dominante, mas com alelos em diferentes locos. sabendo que a cor do algodão é controlada por genes maiores, as características de melhoramento são simples, mas existem outros fatores que afetam certas tonalidades de algodão colorido, como luz solar, tipo de solo e outros fatores ambientais (CARVALHO et al., 2015).

As fibras de algodão naturalmente coloridas têm um padrão de crescimento instável, ou seja, o crescimento vegetativo é caracterizado por aparecimento de gemas reprodutivas e florescimento, onde a maturação e o crescimento ocorrem simultaneamente (ALVES, 2017).

A produção de algodão colorido aumentou não só pelas novas variedades lançadas, mas também pelos maiores rendimentos obtidos no beneficiamento da fibra e por meio de programas de adubação mais eficientes e mão de obra mais qualificada. No entanto, a nutrição mineral da cultura continua sendo um dos principais problemas enfrentados pelos produtores (SILVA et al., 2017), o cultivo do algodão colorido ainda é recente no Brasil, mas já demonstrou que tem grande potencial, principalmente na

região Nordeste, que após anos de crise no setor produtivo do algodão branco, causada pelo surgimento de pragas que inviabilizavam economicamente a fabricação em volume que pudesse atender a demanda interna, foi necessário aprimorar os sistemas de produção e desenvolver cultivares geneticamente adaptadas para permitir a retomada da produção de algodão na região (SOARES., 2016).

Dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2017) mostram que desde 2000, a Embrapa Algodão começou a pesquisar o cultivo de algodão orgânico colorido e agroecológico que atualmente está sendo utilizado por agricultores familiares do Nordeste para a produção de produtos orgânicos. Nesse sistema de cultivo, os fertilizantes químicos são substituídos por fertilizantes naturais e o combate a insetos e doenças é realizado com a ajuda de extratos vegetais. Este sistema crescente aumenta a biodiversidade e a segurança alimentar do homem do campo, sendo também utilizado em outras culturas alimentares tradicionais como milho, gergelim, amendoim, feijão, coentro, abóbora e outros (EMBRAPA, 2017).

2.5 Algodão Branco

A BRS 293 (Algodão Branco) é uma cultivar de porte médio, atingindo entre 1,1 a 1,2m de altura (Figura 1). Seu desempenho apresenta uma alta qualidade de rendimento em condições de altitude. A produtividade de algodão em caroço é de até 4.600 kg/ha e até 1.900kg/ha de algodão em pluma. Seu diferencial é seu alto desempenho de pluma e de fibra superior a 41 %. É resistente a manchas angulares, mosaico da nervura, mosaico comum e ramulose. Em altitudes com cerca de 570 m, os primeiros botões florais aparecem entre 50 e 55 dias após a emergência e os primeiros capulhos entre 110 e 120, o que significa que essa cultivar é indicada para os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás.



Figura 1: Algodão branco.
Autor: Fabiano José Perina, Embrapa.

2.6 Algodão colorido

A variedade BRS Rubi (Algodão Colorido) é uma planta herbácea derivada do cruzamento de um material de fibra marrom escuro com CNPA 7H, que produziu uma fibra marrom telha (Figura 2), com altura média de planta de cerca de 1,10 m, o ciclo da semeadura à colheita é de cerca de 120-140 dias (EMBRAPA, 2011). Comparado ao CNPA 7H, o BRS Rubi possui características de fibra ligeiramente inferiores, porém, em termos de rendimento, as médias são superiores às assistidas em condições de sequeiro na região Nordeste, produzindo mais de 3,5 t / ha em alguns ambientes (EMBRAPA, 2011).



Figura 2: Algodão colorido.

Autor: Edna Maria Cosme Santos, Embrapa.

2.7 Importância socioeconômica da cultura do algodão

A cadeia produtiva de algodão exerce grande importância socioeconômica para o Brasil, visto que, caracteriza-se como a maior fonte de fibras naturais, permitindo ao país destaque no cenário internacional, por ser um dos maiores produtores mundiais (FERREIRA, 2022).

O Brasil é o quarto produtor mundial, o terceiro exportador e dispõe de extensas áreas de terras favoráveis ao desenvolvimento da cultura, permitindo maiores produções e inserção no mercado mundial do algodão. Os principais consumidores são a China, Índia, Paquistão, Bangladesh, Vietnã e Turquia, perfazendo 79,5% do consumo mundial (SEVERINO et al., 2019).

De acordo com Sampaio (2017) o algodão vem se tornando uma das principais

commodities brasileiras, em virtude do aumento da produção obtido a partir da extensão dos plantios para áreas de Cerrado.

Iniciando na década de 1990, a cultura do algodão migrou para a região do Cerrado e hoje ocupa uma área superior a um milhão de hectares, concentrada principalmente nos estados de Mato Grosso, Bahia e Goiás (SEVERINO et al., 2019).

O Cerrado brasileiro, com ênfase para as regiões Centro-Oeste e Nordeste, apresenta-se como principal área produtora de algodão devido ao elevado nível tecnológico, mecanização e mão de obra eficiente (EMBRAPA, 2017).

Durante décadas, a cotonicultura despontou como atividade tradicional e de grande importância socioeconômica para a região semi-árida, devido, principalmente, ao grande contingente de mão-de-obra nela envolvida, direta e indiretamente (BELTRÃO et al., 2011).

Na região Nordeste, a Bahia possui a maior área produtiva de algodão, contudo, os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Alagoas e Rio Grande do Norte também estão inseridos nessa cadeia produtiva. A destinação de área é expressivamente menor nos quatro últimos estados, comparadas à cotonicultura baiana, mas potencializam a produção regional, no caso da Paraíba, atendendo nichos de mercado no Brasil e exterior com algodão orgânico e colorido (CÔELHO, 2022).

As diversas transformações nos processos produtivos adotados pelas empresas brasileiras, através da modernização de seus parques fabris e utilização de novos sistemas de produção, como o cultivo de algodão sustentável e uso de novas tecnologias, promove cada vez mais a valorização e agregação de valor do algodão (FERREIRA et al., 2022).

O algodão tem um papel socioeconômico relevante para as regiões onde se desenvolve. Os impactos podem ser percebidos tanto no mercado de trabalho quanto no desenvolvimento da matriz produtiva local. Devido à capacidade da cotonicultura em promover efeitos multiplicadores positivos, intervenções governamentais têm sido comum, no sentido de estimular a atividade algodoeira (BARRETO, 2008).

Os subprodutos do algodão, como o caroço e o óleo, possuem papel relevante na indústria química e como alimento animal, integrando-se às cadeias produtivas do leite

da proteína animal (SEVERINO et al., 2019).

2.8 Semente de algodão

A semente de algodão é uma excelente fonte de óleo e proteína, pois tem um baixo custo, para formulações alimentícias. Devido ao alto teor destes constituintes e à qualidade de seus ácidos graxos e aminoácidos, eles figuram como uma importante fonte alimentar para complementar dietas deficientes em proteínas nas regiões mais pobres do mundo (FRAGA, 2017).

Além das fibras, a semente de algodão oferece um produto que vem ganhando cada vez mais reconhecimento e tem inúmeras utilidades. As sementes também podem ser utilizadas na alimentação humana e animal ou para a produção de biodiesel (NEVES; PINTO, 2012). A parte para uso industrial vai para as esmagadoras onde se obtém o óleo, a torta e o farelo. Uma vez refinado, o óleo torna-se comestível e pode ser utilizado como óleo de cozinha ou aplicado no preparo de outros produtos alimentícios, como margarina e maionese, tornando o óleo o segundo principal produto algodoeiro (CARVALHO, 1996).

A semente de algodão (Figura 3) é dividida da seguinte forma: casca, linter cerca de 10,0 % do peso total da semente de algodão é amêndoa. Existem dois tipos comerciais de caroço de algodão: alto linter ou caroço de algodão branco e baixo linter ou caroço de algodão preto (ROGÉRIO et al., 2004; ZHANG et al., 2007).

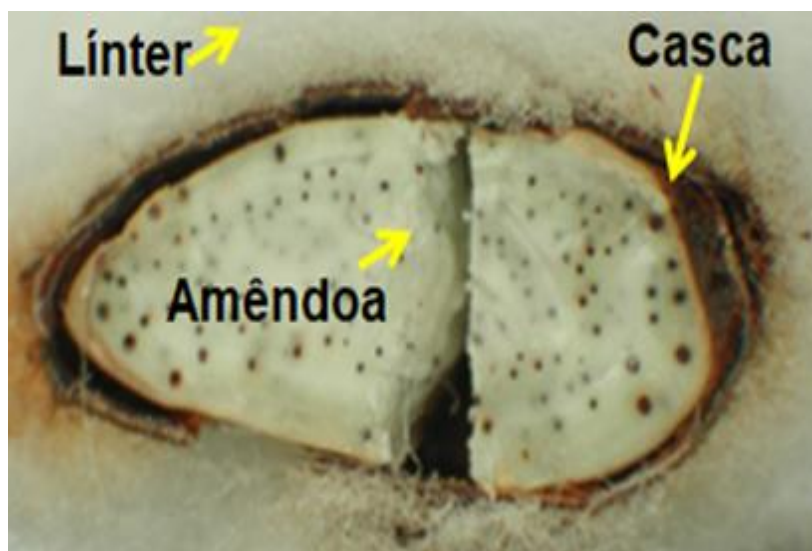


Figura 3: A semente de algodão e suas estruturas

Fonte: www.movimentoagro.com.br/noticia/57/caroco-de-algodao-um-ingrediente-unico

2.9 Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais

O aproveitamento de resíduos agroindustriais e compostos antioxidantes tem sido cada vez mais explorado por empresas e pesquisadores. Os resíduos agroindustriais, como cascas, sementes, bagaços, entre outros, são fontes potenciais de compostos bioativos, como compostos antioxidantes, polifenóis, flavonoides, entre outros (SEIBEL; RODRIGUES, 2021).

Esses compostos têm sido muito estudados por seus efeitos benéficos à saúde, incluindo propriedades anti-inflamatórias, antitumorais e neuroprotetoras. Além disso, são valorizados por sua capacidade antioxidante, que ajuda a prevenir a apresentação de alimentos, protegendo-os da escurecimento e aumentando sua vida útil. Os resíduos agroindustriais também são uma fonte promissora de matérias-primas para a produção de biocombustíveis, adubos orgânicos, ração animal, além de outros produtos de valor agregado (CHANDEL; SINGH, 2011; DIAZ; BLANDINO; CARO, 2018).

Os resíduos agroindustriais também são uma fonte promissora de matérias-primas para a produção de biocombustíveis, adubos orgânicos, ração animal, além de outros produtos de valor agregado. A exploração desses subprodutos e o desenvolvimento de tecnologias para a genética e purificação de compostos bioativos, incluindo compostos antioxidantes, podem ser uma alternativa sustentável e econômica para as empresas e para a sociedade em geral, com certeza para a redução de resíduos e para a produção de alimentos e produtos mais saudáveis (CAMARGO, 2020).

Além disso, a utilização de compostos antioxidantes de origem natural pode ser uma alternativa aos antioxidantes sintéticos, muitas vezes associados a efeitos adversos à saúde. Assim, o aproveitamento de resíduos agroindustriais e compostos antioxidantes pode ser uma solução viável para a produção de alimentos e produtos mais saudáveis, ecológicos e seguros (ANSILIERO et al., 2020).

O descarte inadequado de resíduos agroindustriais pode causar efeitos ambientais nocivos, afetando o solo, água e ar, bem como a liberação de gases de efeito estufa, como metano e dióxido de carbono, que contribuem para o aquecimento global (SADH; DUHAN; DUHAN, 2018).

A torta de algodão é um subproduto da produção de óleo de algodão e é frequentemente utilizada como fonte de proteína em rações para animais. Seu valor nutricional pode variar dependendo do processamento e da qualidade do produto final. Em geral, a torta de algodão tem um alto teor de proteína bruta, variando de cerca de

40% a 50% em base seca. Além da proteína, a torta de algodão também é uma boa fonte de fibra bruta e possui dietas saudáveis de gordura, carboidratos, cálcio e fósforo. No entanto, uma torta de algodão também pode conter substâncias antinutricionais, como gossipol, que pode afetar a absorção de minerais, e ácido fítico, que pode reduzir a disponibilidade de fósforo. Portanto, é importante que a torta de algodão seja processada importada para reduzir a presença dessas substâncias (PEREIRA et al., 2018).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Obtenção da matéria-prima e Local dos experimentos

O trabalho experimental foi conduzido no Laboratório de Físico-Química de Alimentos (LFQA) e no Laboratório de Cromatografia e Espectrometria (LACE) ambos situados no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) no *Campus III* da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em Bananeiras/PB.

A matéria prima empregada na condução desta pesquisa, foi a sementes de algodão Branco, e sementes de algodão Colorido provenientes da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA – Algodão, cidade de Campina Grande, no Estado da Paraíba.

No fluxograma estão apresentadas as etapas experimentais realizadas neste estudo (Figura 5).

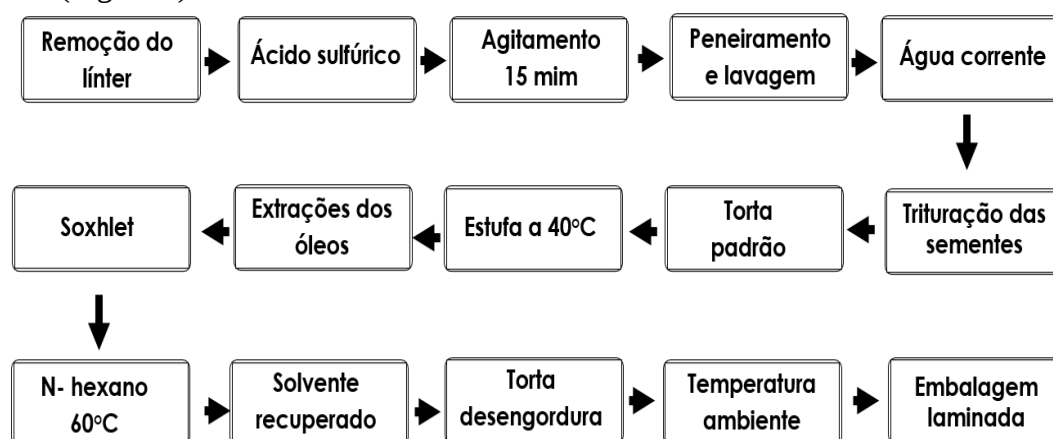


Figura 4 - Diagrama de fluxo das etapas de execução experimental

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

3.2 Obtenção da torta de algodão

Inicialmente, para a remoção do línter e obtenção da torta foram pesadas 10 g de semente de cada cultivar com um total de 25 amostras totalizando 250g de sementes, em um becker foi adicionado 2 mL de ácido sulfúrico agitando-se por 15 min, seguido de peneiramento e lavagem com água corrente para retirada do ácido sulfúrico. Posteriormente, a trituração das sementes foi realizada em liquidificador doméstico (WALITA, mod. 2001), até a obtenção de massa uniforme, seguida de peneiramento.

As tortas foram desidratadas em estufas a 40°C por 24h, e, realizada a extração do óleo em um aparelho Soxhlet, utilizando como solvente o n- hexano a uma temperatura de 60°C, por um período de 18 horas consecutivas obtendo-se 50 mL de óleo em 250g de farinha, representando um percentual de 10% de óleo. O solvente foi recuperado em rota vapores e o óleo peneirado e seco (até retirada do n-hexano residual), a temperatura ambiente, e armazenado do óleo foi em recipiente de vidro âmbar e estocado sob refrigeração ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) e as tortas foram armazenadas em embalagens laminadas para avaliações e análises posteriores.

3.3 Propriedades físico-químicas das tortas de algodão branco e colorido.

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata para os parâmetros de:

Umidade: Determinada em estufa a 105 °C até peso constante de acordo com o método descrito pela AOAC (2008);

pH: Por leitura direta em pHmetro do modelo AC-100, fabricado por MS TecnoPON Equipamentos Especiais, calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0 (AOAC, 2008);

Proteínas: Determinada pelo método de Kjeldahl onde determina a matéria nitrogenada total da amostra. Onde ocorre o deslocamento do nitrogênio presente na amostra, transformando-se em sal amoniacal (sulfato de amônio, por meio de H_2SO_4). Desse sal obtido, desloca-se o amônio recebendo-se sobre a solução ácida (ácido bórico). Por titulação determina-se a quantidade de nitrogênio que lhe deu origem.

Determinação de cor – L^* , a^* , b^* : A determinação objetiva da cor foi realizada em Colorímetro marca Delta Color modelo d.8, com o sistema CIELAB, com resultados expressos em valor de L^* (luminosidade), a^* (negativo = verde, positivo = vermelho) e

b* (positivo = amarelo, negativo = azul).

3.4 Compostos Fenólicos Totais

A análise para a quantificação dos compostos fenólicos totais ocorreu no Laboratório de Cromatografia e Espectrometria – LACE da UFPB/CCHSA. O teor de compostos fenólicos totais das tortas foi determinado em extrato aquoso de acordo com Cazarin et al. (2014). Inicialmente, para o preparo do extrato, onde foram pesados 0,1g das farinhas e adicionados 25 mL de água. O extrato fenolico e a água destilada foram adicionados em tubos de ensaio e na sequencia o Folin ciocalteau (150 µL). Esse material foi homogenizados em vortex por 10s. E deixado em repouso por 5 minutos, para aguardar o tempo de reação. Após esse processo foi adicionado (350 µL) do carbonato de sódio 20%, seguido de nova agitação e repouso em banho maria a 40 C por 30 minutos. Após o tempo de reação as amostras resfriaram em ambiente escuro e foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV-VIS 5100 no comprimento de onda de 765 nm, e a solução branco foi utilizada para zerar o equipamento. A determinação do teor de polifenóis totais presentes nos extratos das farinhas foi realizada por espectrofotometria de acordo com o método de Singleton e Rossi (1965), que utiliza o reagente Folin-Ciocalteau e ácido gálico como padrão, e os resultados foram expressos em EAG/100gfarinha.

3.5 Potencial antioxidante

A análise do potencial antioxidante frente ao radical DPPH ocorreu no Laboratório de Cromatografia e Espectrometria – LACE da UFPB/CCHSA. Para determinar a atividade antioxidante nas tortas de algodão, foram aplicadas as técnicas de sequestro de radicais DPPH de acordo com Nishiyama et al. (2010). A partir do extrato diluído, pipetou-se 30 µL transferindo essa aliquota para tubos de ensaio com 3,0mL do radical DPPH e fez sua homogenização agitado no Vortex, a mistura formada foi mantida em repouso protegido da luz por 30 minutos e fez-se a leitura em espectrofotômetro UV-VIS 5100 no comprimento de onda de 517 nm. O branco utilizado foi uma solução de etanol. Para a construção da curva de calibração foi empregado Trolox 2 mM e os resultados obtidos da atividade antioxidante foram expressos em mmolTrolox/1g.

A análise do potencial antioxidante frente ao radical ABTS consiste em um ensaio onde é medida a atividade de compostos de natureza hidrofílica e lipofílica segundo a metodologia Carvajal et al (2012). Partindo de uma solução estoque de Trolox 2 mmolTrolox/1g em tubos de ensaios de 10mL envolvidos em papel alumínio, adicionou-se a solução de ABTS e 30 µL dos extratos, agitando por 10 segundos no vortex por 10s, a amostra ficou em repouso protegido da luz por 6 minutos, à temperatura ambiente, após essas etapas realizou-se a leitura em espectrofotômetro UV-VIS 5100 no comprimento de onda de 734 nm. O branco utilizado foi uma solução de etanol. Para a elaboração da curva de calibração foi utilizado Trolox 2 mM e os resultados obtidos da atividade antioxidante foram expressos em mmolTrolox/1g.

3.6 Estabilidade das tortas padrão e desengordurada à luz UV-C

O teste de estabilidade à luz foi realizado em reator retangular de madeira, com dimensões de 10 x 20 x 80 cm, utilizando uma lâmpada UV-C ($\lambda = 254$ nm) como da Figura. 6 amostras de 200 mg de tortas padrão e desengordurada foram mantidas em tampas plásticas, envoltas de plástico filme, que possibilitaram a exposição das amostras à luz dentro do reator durante 8 horas. Foram feitas leituras no colorímetro nos tempos de 0h, 1h, 2h, 4h, 6h e 8h .

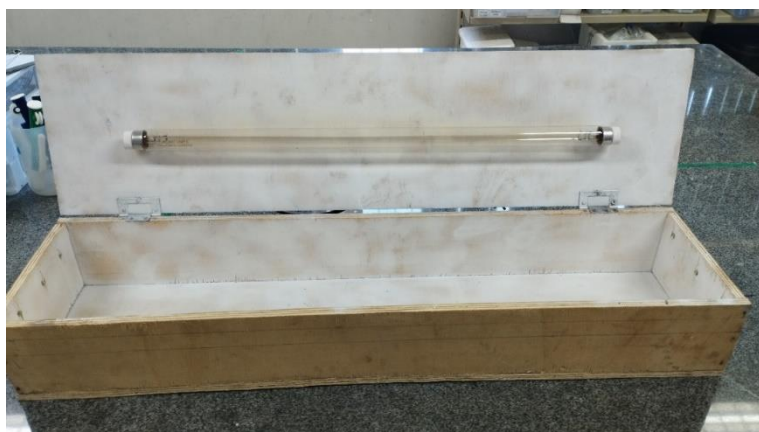


Figura 5: Reator de madeira com lâmpada UV-C utilizado no ensaio de estabilidade das tortas padrões e desengorduradas à luz

3.7 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey, adotando nível de significância de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa **ASSISTAT** (SILVA, 2013)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização físico-química da tortas padrão e desengorduradas do algodão branco e colorido.

A análise de variância constatou diferenças significativas para umidade, pH e proteínas nas tortas padrão e desengorduradas de ambas cultivares de algodão.(Tabela 1).

Tabela 1: Constituição físico-química nas tortas de algodão padrões e desengorduradas de sementes de algodão branco e colorido.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	TORTAS			
	TORTA PADRÃO ALGODÃO BRANCO	TORTA PADRÃO ALGODÃO COLORIDO	TORTA DESENGORDURADA ALGODÃO BRANCO	TORTA DESENGORDURADA ALGODÃO COLORIDO
Umidade (%)	4,16 ± 0,09 c	3,99 ± 0,14 c	5,71 ± 0,14 b	6,64 ± 0,29 a
pH	5,97 ± 0,00 c	6,5 ± 0,00 d	5,88 ± 0,00 b	6,11 ± 0,00 a
Proteínas (%)	31,31 ± 0,74 d	39,09 ± 0,38 c	55,54 ± 0,74 a	52,37 ± 0,21 b
Cor				
L*	33,00 ± 0,55	44,20 ± 0,86	50,90 ± 0,40	56,40 ± 0,21
a*	6,40 ± 0,20	5,60 ± 0,53	7,00 ± 0,26	5,90 ± 0,15
b*	17,30 ± 0,91	24,90 ± 0,40	21,10 ± 0,57	24,30 ± 0,25

Valores médios ± desvio padrão, com determinações em triplicata. Médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).
L* (luminosidade), a* (negativo = verde, positivo = vermelho) e b* (positivo = amarelo, negativo = azul).

A torta desengordurada do algodão colorido apresentou umidade superior às outras tortas (Tabela 1). Estatisticamente, as tortas padrões (BRS 293) e (BRS Rubi) não diferiram entre si, mas diferiram das desengorduradas. Já as tortas desengorduradas diferiram entre si, e das tortas padrões. O teor de umidade das quatro tortas encontra-se de acordo com a Resolução da Anvisa, RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), que estabelece uma umidade máxima de 15,0 % (g /100 g) para farinhas, amido de cereais e farelos. Quanto ao teor de umidade, a torta desengordurada do algodão colorido apresentou o maior valor, o que pode ser atribuído ao processo de desengorduramento, que pode ter removido parte da gordura e deixado um teor de umidade maior no produto final. É importante ressaltar que quanto maior o teor de água do alimento, maior a suscetibilidade à deterioração microbiana e enzimática.

O pH, um fator importante na conservação dos alimentos, incluindo a multiplicação microbiana. Em função deste parâmetro, de acordo com Silva et al. (2018), os alimentos podem ser classificados em: pouco ácidos ($\text{pH} > 4,5$), ácidos (4,5 a 4,0) e muito ácidos ($< 4,0$). O pH de ambas as farinhas apresentou valores próximos à neutralidade ($\text{pH} = 7$), podendo ser caracterizadas como alimentos pouco ácidos, onde a torta padrão do algodão colorido e a torta desengordurada do algodão colorido apresentaram valores de ($\text{pH} 6,5$ e ($\text{pH} 6,11$) respectivamente, enquanto na torta padrão do algodão branco e na torta desengordurada do algodão branco encontrando valores de ($\text{pH} 5,97$) e ($\text{pH} 5,88$) respectivamente. Estatisticamente, a torta desengordurada do algodão colorido teve pH maior que as demais (Tabela 1). Existem diversos fatores que podem influenciar o pH dos alimentos, incluindo a composição química, o processo de produção e o armazenamento. No caso das tortas de algodão mencionadas, é possível que a diferença no pH entre as diferentes variedades se deve à composição química específica de cada uma delas. A torta de algodão colorido possui uma maior concentração de compostos que ajudou nesse aumento do pH, como sais minerais ou substâncias alcalinas. Além disso, o processo de desengorduramento teve efeito sobre o pH, já que a remoção de lipídios pode alterar a acidez do produto final.

Segundo Zhang et al (2018), as proteínas da torta de algodão têm propriedades interessantes, como capacidade de emulsificação, formação de filmes e capacidade de ligação de água e óleo. Além disso, a torta de algodão tem potencial como fonte de proteína para a alimentação humana. Pesquisas têm sido realizadas para avaliar o uso da

proteína da torta de semente de algodão na produção de alimentos saudáveis, como barras de cereais e biscoitos, devido ao seu perfil nutricional e funcionalidade em sistemas alimentares. As tortas obtidas no presente trabalho apresentaram alto teor de proteínas, que estatisticamente diferiram entre si, a torta desengordurada BRS 293 apresentou um melhor valor (55,54) em relação as demais. Pode-se observar na (tabela 1) que as tortas padrões apresentaram um valor inferior aos encontrados na torta desengordurada, podendo ser resultado da remoção dos lipídios das mesmas, onde as proteínas foram concentradas no percentual final.

A análise de cor é uma técnica importante para a avaliação de alimentos, pois permite avaliar a aparência e qualidade visual dos produtos. Na análise, foram medidos os valores de L^* , a^* e b^* para tortas padrões e desengorduradas.

O valor de L^* indica a claridade ou luminosidade da cor, variando de 0 (preto) a 100 (branco). Nesse caso, observa-se que a amostra apresenta valores de L^* entre 33,00 e 56,40, indicando que as sementes têm uma cor intacta entre o preto e o branco. Já os valores de a^* e b^* indicam como tonalidades de cor, sendo que a^* varia de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$) e b^* varia de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$).

Na análise apresentada, observa-se que as amostras apresentam valores de a^* entre 5,60 e 7,00, indicando uma tonalidade mais próxima do verde, e valores de b^* entre 17,30 e 24,90, indicando uma tonalidade mais próximo do amarelo.

Os valores de cor das amostras foram influenciados pelos pigmentos naturais presentes nos alimentos, como carotenoides e clorofila, que tiveram a tonalidade e a intensidade da cor. As tortas de algodão são geralmente de cor verde-amarelada devido à presença desses pigmentos. Portanto, os valores de cor das amostras de tortas de algodão padrão e desengorduradas estão dentro de uma faixa considerada normal, pois os pigmentos naturais presentes nesses alimentos estão dentro dos limites esperados. Além disso, é importante destacar que esses valores de cor podem variar (SANTOS et al, 2019).

4.2 Compostos fenólicos totais

A análise dos compostos fenólicos constatou diferenças significativas nas tortas padrão e desengorduradas de ambas cultivares de algodão (Tabela 2).

Tabela 2: Compostos fenólicos totais das tortas padrão e desengordurada do algodão branco e colorido.

TRATAMENTOS	COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (mg EAG/100g)
TORTA PADRÃO ALGODÃO BRANCO	54,00 ± 1,50 a
TORTA PADRÃO ALGODÃO COLORIDO	50,72 ± 5,87 a
TORTA DESENGORDURADA ALGODÃO BRANCO	42,96 ± 2,39 a
TORTA DESENGORDURADA ALGODÃO COLORIDO	48,00 ± 3,27 a

Valores médios ± desvio padrão, com determinações em triplicata. Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

A dosagem de compostos fenólicos revelou que a torta padrão do algodão branco apresentou $54,0 \pm 1,50$ mg EAG/100 g e a torta padrão do algodão colorido $50,72 \pm 5,87$ mg EAG/100g respectivamente. Estatisticamente não houve diferença significativa entre elas. Ao comparar os resultados obtidos com a composição de amêndoas, observou-se valores inferiores aos encontrados por Venkatachalam e Sathe (2006) e Yang et al. (2009). No entanto, é importante destacar que o teor de fenólicos pode variar com a cultivar, como foi observado por Bolling et al. (2010), que encontrou valores entre 58 e 159 mg EAG/100 g para diferentes cultivares de amêndoas. Nesse sentido, os resultados obtidos neste estudo se aproximam dos valores encontrados em algumas cultivares de amêndoas. Os resultados obtidos neste estudo demonstram que as tortas de algodão branco e colorido, podem ser consideradas fontes interessantes de compostos fenólicos.

4.3 Potencial antioxidante

A análise de variância do potencial antioxidante frente aos radicais ABTS e

DPPH constatou-se diferenças significativas nas tortas padrão e desengorduradas de ambas cultivares de algodão (Tabela 3).

Tabela 3: Potencial antioxidante das tortas padrão e desengordurada do algodão branco e colorido.

AMOSTRAS	ABTS (mmolTrolox/1g)	DPPH (mmolTrolox/1g)
TORTA PADRÃO ALGODÃO BRANCO	111,1 ± 0,5 a	54,2 ± 2,3 c
TORTA PADRÃO BRS ALGODÃO COLORIDO	127,8 ± 0,5 a	98,8 ± 11,1 b
TORTA DESENGORDURADA ALGODÃO BRANCO	293,5 ± 0,5 b	140,0 ± 24,7 a
TORTA DESENGORDURADA ALGODÃO COLORIDO	321,1 ± 0,5 b	166,7 ± 27,1 a

Valores médios ± desvio padrão, com determinações em triplicata. Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). ABTS 2,2-Azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico, DPPH 1,1-difenil-2-picrilhidrazil

Os resultados obtidos para potencial antioxidante das tortas de algodão padrão BRS 293 e BRS Rubi frente ao radical ABTS foram $111,1 \pm 0,5$ mmolTrolox/1g, e $127,8 \pm 0,5$ mmolTrolox/1g respectivamente. Estatisticamente elas não diferiram entre si, mas diferiram das tortas desengorduradas. Os resultados encontrados para as tortas desengorduradas BRS 293 e BRS Rubi foram $293,5 \pm 0,5$ mmolTrolox/1g, e $321,1 \pm 0,5$ mmolTrolox/1g respectivamente, onde também não diferiram si, mas diferiram entres as tortas padrões. A atividade antioxidante ABTS foi mais estável para as amostras que passaram por pela extração que é o caso das tortas desengorduradas. Segundo estudos como o de Bolling. (2010), as vitaminas presentes nos alimentos podem interagir com os compostos fenólicos e reduzir sua biodisponibilidade e, conseqüentemente, sua

atividade antioxidante. A remoção da gordura pode, portanto, aumentar a biodisponibilidade e a atividade antioxidante desses compostos fenólicos. Além disso, a remoção da gordura também permitiu uma melhor combinação dos compostos fenólicos presentes nas tortas de algodão, uma vez que a gordura pode formar complexos com esses compostos. Com isso, a retirada da gordura permitiu ter uma maior ingestão de compostos fenólicos e, conseqüentemente, um aumento na atividade antioxidante das amostras.

Já frente ao radical DPPH o resultado para as tortas padrão BRS 293 e BRS Rubi foram $54,2 \pm 2,3$ mmolTrolox/1g e $98,8 \pm 11,1$ mmolTrolox/1g respectivamente e para as tortas desengorduradas BRS 293 e BRS Rubi foram $140 \pm 24,7$ mmolTrolox/1g e $166,7 \pm 27,1$ mmolTrolox/1g respectivamente. Em relação aos extratos aquosos a amostra da torta desengordurada BRS rubi apresentou melhor atividade antioxidante por ambos os métodos. Estatisticamente todas as torta padrão e desengorduradas diferiram entre si.

Entretanto, os potenciais encontrados foram bastantes similares, e este resultado coloca as quatros tortas como candidatas a boas fontes de compostos fenólicos, e propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias importantes para a saúde humana. A partir dos resultados obtidos, observa-se que a atividade antioxidante das tortas de algodão desengorduradas frente ao DPPH é maior do que a das tortas de algodão padrão. A torta padrão BRS 293, com valor médio de $54,2$ mmolTrolox/1g, é significativamente diferente das outras três amostras, que apresentam valores médios maiores. A torta BRS Rubi, com valor médio de $98,8$ mmolTrolox/1g, é diferente da primeira amostra, mas não é estatisticamente diferente das duas amostras de torta de algodão desengordurada. Já a amostra de torta de algodão desengordurada apresentou valores médios mais altos, a torta BRS 293 apresentou um valor médio de $140,0$ mmolTrolox/1g, e a BRS Rubi com um valor médio de $166,7$ mmolTrolox/1g.

4.4 Estabilidade das tortas de algodão padrão e desengordurada à luz UV-C

A análise de estabilidade de cor por luz UV é uma técnica utilizada para avaliar a resistência de um alimento causado pela luz ultravioleta, que pode levar a alterações de cor, sabor, aroma e perda de nutrientes. No caso das farinhas de oleaginosas, a estabilidade de cor é um fator importante a ser considerado, pois pode indicar a presença de compostos antioxidantes que ajudam a preservar a qualidade do produto

(YOUSIF, ALGHZAWI., 2019)

Alguns estudos demonstram que as farinhas de oleaginosas, como a de amêndoa, noz e avelã, apresentam uma alta estabilidade de cor por luz UV, o que indica a presença de compostos antioxidantes como os flavonoides e os receptores fenólicos. No caso da farinha de semente de algodão, a estabilidade de cor por luz UV pode ser colhida pela presença de compostos pró-oxidantes, como os preparados com gorduras insaturadas, que podem levar a uma maior degradação da cor (KRYSIK., SUJKA 2017).

A partir dos resultados obtidos (Tabela 4), para a torta padrão 293 observamos a coordenada L^* aumentou no decorrer dos tempos, enquanto as coordenadas a^* e c^* diminuíram. A coordenada b^* teve seu pico de degradação no tempo de 2 horas e depois diminuiu. A diferença de degradação no ΔE teve seu pico no tempo de 4 horas. O teste de Tukey indicou que houve diferenças nas médias das coordenadas de a^* , b^* e c^* no decorrer dos tempos. Já para a torta padrão rubi, observamos que em relação à coordenada L^* , a diferença entre os tempos foi significativa, sendo que ocorreu uma diferença maior entre o tempo 2h e os demais tempos. Já para as coordenadas a^* e b^* , a diferença foi significativa para todos os tempos, sendo que toda a sua degradação em relação ao ΔE ocorreu no tempo de 8h. Em relação às coordenadas c^* e h^* , não houve diferença significativa entre os tempos. As coordenadas a^* , b^* e c^* apresentaram uma tendência de diminuição ao longo do tempo. A coordenada h^* apresentou a média maior na amostra de 4h e a menor na amostra de 2h. Já de acordo com a (Tabela 5) a torta desengordurada BRS 293 a coordenada L^* apresentou uma diminuição ao longo do tempo. As coordenadas a^* e b^* tiveram variações, indicando uma mudança na cor das amostras ao longo dos tempos. A coordenada h^* apresentou diferenças apenas no tempo 2h em comparação com o tempo 0h. Não houve diferença significativa entre os tempos para a coordenada L^* . No entanto, houve diferença significativa para as coordenadas a^* , b^* e c^* . Para a BRS rubi desengordurada, houve diferença significativa entre os tempos para a coordenada L^* , sendo que a maior diferença ocorreu entre o tempo 2h e os outros tempos. Em relação às coordenadas a^* e b^* , a diferença também foi significativa para todos os tempos, sendo que o maior ocorreu no tempo de 4h. Já para a coordenada c^* , não houve diferença significativa entre os tempos, mas para a coordenada h^* houve diferença significativa entre os tempos de 0h e 8h.

Tabela 4: Estabilidade das tortas de algodão padrão à luz UV-C no algodão branco e colorido.

AMOSTRAS	COORDENADAS	TEMPO (h)				
		0	2	4	6	8
TORTA PADRÃO ALGODÃO BRANCO	L*	33	39,8b	37,4c	38,6b	39,6b
	a*	6,4	3,7a	3a	2,1c	3,8c
	b*	17,3	23,1b	18,9a	19,5a	23,2a
	c*	18,5	23,3b	18,9a	19,7a	22,9a
	h*	70,45	79,9a	81a	82,5a	78,6a
	ΔE		9,336488	5,78619	7,395269	9,226592
AMOSTRAS	COORDENADAS	TEMPO (h)				
		0	2	4	6	8
TORTA PADRÃO ALGODÃO COLORIDO	L*	43,1	30,1c	30,5c	30,2c	27,9c
	a*	5,6	4,1a	1,8b	3b	2,1b
	b*	24,9	16c	13b	13,2a	13,9a
	c*	25,2	16,7c	13,1a	13,5a	14,2a
	h*	75,8	75,3b	82,1a	76,7a	80,2a
	ΔE		15,82593	17,74289	17,60852	19,08638

Valores médios $\pm$ desvio padrão, com determinações em triplicata. Médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). L* (luminosidade), a* (negativo = verde, positivo = vermelho) e b* (positivo = amarelo, negativo = azul) c* (diferença de croma + mais saturada, - = menos saturada) h* diferença de tonalidade ΔE diferença total de cor.

Tabela 5: Estabilidade das tortas de algodão desengorduradas à luz UV-C do algodão branco e colorido.

AMOSTRAS	COORDENADAS	TEMPO (h)				
		0	2	4	6	8
TORTA DESENGORDURADA ALGODÃO BRANCO	L*	50,9	51a	51,3a	48,6a	48,7a
	a*	7	4,1a	4,2a	4,3a	3,6c
	b*	21,1	24,8a	22,5a	23,9a	21,1a
	c*	22,2	25,1a	22,8a	24,1a	21,1a
	h*	72,2	80,6b	80,1a	80,6a	80,5a
	ΔE		4,702127	3,155947	4,518849	4,049691
AMOSTRAS	COORDENADAS	TEMPO (h)				
		0	2	4	6	8
TORTA DESENGORDURADA ALGODÃO COLORIDO	L*	56,4	48,1a	45,4a	46,4a	45,3a
	a*	5,9	5,4a	4,9a	4,8a	3,3c
	b*	24,3	21,4b	16,9a	17,1a	19,3a
	c*	25,2	22b	17,4a	17,9a	19,5a
	h*	76,2	75,55c	75,7a	74,1a	79,5a
	ΔE		8,806248	13,29511	12,37134	12,44869

Valores médios $\pm$ desvio padrão, com determinações em triplicata. Médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). L* (luminosidade), a* (negativo = verde, positivo = vermelho) e b* (positivo = amarelo, negativo = azul) c* (diferença de croma + mais saturada, - = menos saturada) h* diferença de tonalidade ΔE diferença total de cor.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a produção de tortas de algodão padrão e desengordurada das sementes de algodão apresentam um grande potencial como aditivo alimentar, tanto para consumo humano quanto animal, considerando as técnicas de processamento que ajudam a reduzir o teor de gossipol.

Além disso, as tortas padrão e desengorduradas produzidas a partir das cultivares BRS 293 e BRS Rubi apresentam características físico-químicas e antioxidantes satisfatórias, indicando um possível uso como fonte de compostos antioxidantes. Visto que ainda existam poucas referências bibliográficas, o estudo forneceu informações importantes sobre a constituição físico-química e o potencial antioxidante das tortas, garantido assim o desenvolvimento dessa importante cultura e para a aplicação na indústria de alimentos. Como próximos passos, seria interessante aprofundar ainda mais a pesquisa, investigando outros aspectos relevantes das tortas de algodão,

6. REFERÊNCIAS

- ABRAPA. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO**. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.
- ALCANTARA, I. R.; VEDANA, R.; FILHO, J. E. R. V. Produtividade do algodão no Brasil: uma análise da mudança estrutural. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, Rio de Janeiro, p. 29, Ago. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **Algodão no mundo**. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-nomundo.aspx>. Acesso em 22 out. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Mundo.aspx>. Acesso em: 04 nov. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **Algodão no mundo**. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-nomundo.aspx>. Acesso em 09 nov. 2022.
- ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **História do algodão**. Disponível em: http://www.sincti.com/clientes/ampa/site/qs_historia.php. Acesso em: 09 nov. 2021.
- ALVES, G. S.; Da Silva Alves, G.; De Lima Tartaglia, F.; Rosa, J. C., Ferreira, M. M.; De Carvalho, J. S.; De Albuquerque Alves, W. W.; **Crescimento, produtividade e qualidade de fibra de algodão colorido influenciados pela população de plantas**. Ceres, v. 64, n. 1, 2017.
- BARROS, M. M. M. A Indústria Têxtil do Nordeste Brasileiro: Desenvolvimento e Modernização nas Províncias da Bahia e Maranhão. **Revista História em Reflexão**, 12(24), 79-93, 2018.
- BARRETO, P. S. **A expansão da cotonicultura no oeste baiano e o programa de incentivo a cultura do algodão (PROALBA)**. Univeridade Federal da Bahia. Salvador, p. 67. 2008.
- BÉLOT, J. L.; BARROS, E. M.; MIRANDA, J. E. Riscos e oportunidades: o bicudo-do-algodoeiro. In: AMPA – Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão; Aprosoja-Mt – Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso; Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Desafios do cerrado: como sustentar a expansão da produção com produtividade e competitividade**. Cuiabá: Ampa, 2016.
- BERGER, P. G.; LIMA, T. C.; OLIVEIRA, R. **Algodão no cerrado: logística e operações práticas - volume 1 - do planejamento agrícola à aplicação de reguladores de crescimento**. 38. ed. Viçosa: UFV CEAD, v. 1, 2019.
- BELTRÃO, N.E.M. Industrialização do Carço do Algodão, In: FREIRE, E.C. (Org). **Algodão no Cerrado do Brasil**. 2ª ed. Brasília: Abrapa, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 49, de 22 de dezembro de 2006. **Regulamento técnico para óleos vegetais, refinados**. Brasília: **Diário Oficial da União (DOU)**, 2006.

BOLLING, B. W; DOLNIKOWSKI, G; BLUMBERG, J. B e CHEN, C.Y.O. Polyphenol content and antioxidant activity of California almonds depend on cultivar and harvest year. **Food Chemistry**, v. 122, n3, p.819-825. 2010.

BOLLING, B.W, MCKAY, D.L, BLUMBERG, J.B . A composição fitoquímica e as ações antioxidantes das nozes. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, 19(1), 117-123 2010.

CAVALCANTE, Í. H. L., OLIVEIRA, F. A. DE, DIAS, J. A., & CÂMARA, T. M. M. Crescimento radicular e nutrição de algodoeiro em diferentes épocas de semeadura no Vale do São Francisco. **Irriga**, 26(1), 85-96 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2020/21, 7º levantamento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 04 nov. 2022.

CAMPESTRE. **Óleo de algodão**. [s.n.], 2017. Disponível em: www.campestre.com.br/oleos-vegetais/oleo-de-algodao. Acesso em: 03 nov. 2022.

CAMARGO, A. D. **Perfil bioativo e potenciais aplicações de resíduos de laranja e uva isolados e fermentados**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Biotecnologia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Tabela de levantamento**. Brasília: CONAB, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos>. Acesso em: 05 nov. 2022.

COSTA FILHO, D. V. et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER-PDVAgro 2017**. ISSN: 2526-7701.Oral. João Pessoa: Pernambuco, 2017, p. 1–8, 2017.

CARVALHO, EM; GUIMARÃES, RF. Algodão: Da produção ao benefício. **Revista E-Commerce Brasil**, São Paulo, v. 17, n. 5, pág. 92-96, 2021.

CARVALHO, L. P., SALGADO, C. C., CORREIA FARIAS, F. J.,& CARNEIRO, V. Q. Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de algodão de fibra colorida quanto aos caracteres de fibra. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, 2015.

CARVALHO, P. P. **Manual do algodoeiro**. Lisboa: Ministério da Ciência e da Tecnologia, Instituto de Investigação Científica Tropical, 1996.

CAMPESTRE. **Óleo de algodão**. Disponível em: < <http://www.campestre.com.br/oleo-de-algodao.shtml> >. 2015 Acesso em 03 de novembro de 2022.

CÔELHO, J. D. Algodão: Produção e mercados. **Caderno Setorial ETENE**, n. 226, p. 9, mai 2022.

COUTINHO, E.F, FERNANDES, D.M, SILVA, C.C, & VIEIRA, H.D. O Algodão no Brasil e no Mundo: Uma Revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 23(11), 795-801, 2019.

COSTA, E. N. **Caroço de algodão em dietas de vacas lactantes**. Itapetinga, BA: CHANDEL, A. K.; SINGH, O. V. Weedy lignocellulosic feedstock and microbial metabolic engineering: Advancing the generation of “Biofuel”. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 89, n. 5, p. 1289–1303, 2011.

COSTA, N. P., et al. Variabilidade genética e correlações fenotípicas entre características morfológicas em germoplasma de algodão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 22(11), 735-741, 2018.

DIAZ, A. B.; BLANDINO, A.; CARO, I. Value added products from fermentation of sugars derived from agro-food residues. **Trends in Food Science and Technology**, v. 71, p. 52–64, 2018.

UESB, 2017. 80p. Tese. (doutorado em zootecnia, Area de Concentração em Produção de Ruminantes).

EMBRAPA. Algodão Colorido: Tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil”. **Folder**. Campina Grande/PB, 2011.

EMBRAPA. Cultivar BRS 293: Maiores Produtividades em Condições de Altitude. **Folder**. Campina Grande/PB, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Algodão Irrigado**, 2014. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 05 de nov. de 2022.

EMPAER- Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária. Disponível em: <http://empaer.pb.gov.br/noticias/interesse-da-industria-textil-e-produtores-fez-aumentar-a-producao-de-algodao-colorido>. Acesso em: 28 de out. de 2022.

FERREIRA, B. N. et al. Cadeia produtiva do algodão no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. 25, 2022.

FERREIRA, P. H. C. M. Ciência e tecnologia:o renascimento da produção de algodão. **Campo & Negócios**, 2022. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/ciencia-e-tecnologia-o-renascimento-da-producao-de-algodao/>>. Acesso em: 14 novembro 2022.

FERREIRA, D.N.M.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; PALHARES, L.O.; COELHO, A.H.s.C.; LOURENÇO-SILVA, M.I.; MELO, R.L.C.. Desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento alimentados com torta de algodão e complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 71, n. 5, p. 1616-1622, out. 2019.

FRAGA, A. C. **Semente de Algodão: fonte de riqueza industrial**. Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras, 2017.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê Óleos. **Revista Food Ingredients**, v. 31, p.

38-55, 2014.

FRAGA, A. C. **Semente de Algodão: fonte de riqueza industrial**. Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras, 2017.

GARCIA, S.; BERNINI, D. D. S.; NÃÃS, I. A.; VICENS-SALORT, E. Algodão colorido e agroecológico pode ser a solução sustentável para a future indústria textile. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v.10, n.1, p.87-100, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15675/gepros.v10i1.1176>

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4ª ed. 1ª ed. Digital, 1020p., São Paulo, 2008.

INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Cotton this month**, [S.l.; s.n.], 2021. Disponível em: https://icac.org/Content/PublicationsPdf%20Files/4b1e0c03_e012_4e94_abf2_e1afd5404b2d/cotton-this-month-e1_18.pdf.pdf. Acesso em: 13 set. 2022.

KRYSIAK, W., SUJKA, M. (2017). A influência da luz ultravioleta na cor e teor de clorofila da farinha de canola. **Journal of Food Science and Technology**, 54(3), 725-733.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Culturas: Algodão**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>>. Acesso em: 08 de novembro de 2022.

MENESES, J. M.D. **Catalisadores heterogêneos suportados em carvão ativado destinados à síntese de biodiesel de óleo de algodão**. 145 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós- Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, 2015.

MELO, P. T. N. B.; BELLEN, H. M. V. O desenvolvimento dos municípios nordestinos dedicados à cotonicultura em diferentes paradigmas produtivos no período 2000-2010. **Desenvolvimento em questão**, v. 17, n. 47, 2019.

NASCIMENTO, P. S.; ALVES, L. S.; PAZ, V. P. S. Performance of colored cotton under irrigation water salinity and organic matter dosages. **Revista Ambiente e Água**, v. 14, e 2369, 2019.

NEVES, M.F.; PINTO, M.J.A. **A cadeia produtiva do algodão brasileiro: desafios e estratégias**. Brasília-DF: Markestrat, 2012.

OCDE-FAO. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015- 2024**. Agricultura brasileira: Perspectivas e Desafios, 2015.

OLIVEIRA, E. N. C. **A economia do algodão no Nordeste brasileiro**. VI Congresso Sergipano de História & VI Encontro Estadual de História da ANPUH/SE. Aracaju: Anais Eletronico da ANPUH/SE. 2018. p. 18.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; MARTINS, J. N.; BEZERRA, L. C. N. M. Obtenção e caracterização de margarina convencional e light à base de óleo de pequi. **Revista B. CEPPA**, v. 29, n. 2, p. 293-304, 2011.

PEREIRA, Elzânia S. et al. Valor nutritivo da torta de algodão em dietas para ruminantes: revisão de literatura. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 61, n. 3, pág. 291-298, 2018.

ROYO, J. **Algodão contribui para 5% do biodiesel brasileiro**, 2010. Disponível em: <<http://A^A^.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21674esecao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos>>. Acessado em: 22 out de 2020.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; TEIXEIRA, D. A. B.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 5, p. 665-670, 2004.

RAMIRES, I. J; ESPERANCINI, M. S. T . Rentabilidade e risco da produção de algodão nos três principais estados produtores brasileiros.. in: **anais do 60º congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural (sober). anais...natal(rn) ufrn**, 2022. disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/sober2022/483582-rentabilidade-e-risco-da-producao-de-algodao-nos-tres-principais-estados-produtores-brasileiros>>. acesso em: 16/01/2023

RAHMAN, M., ISLAM, M. S., & HASANUZZAMAN, A. F. M. . Characterization of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties through morphological and molecular analysis. **Plant Gene**, 17, 100183, 2019.

SAMPAIO, RA, SOARES, AG, SANTOS, LBA, & CAMPOS, LA . Cultivo de algodão no cerrado brasileiro: uma análise comparativa de sistemas produtivos. **Revista Agrogeoambiental**, 9(2), 79-92, 2017.

SANTOS, J.C.C. A cotonicultura no Brasil: evolução e perspectivas. **Revista Fórum Identidades**, v. 3, n. 3, pág. 62-76, 2019.

SANTOS, E. M et al. Caracterização química e físico-química de tortas de algodão colorido e branco. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 3, pág. 24-30, 2019.

SANTOS, C. (2021). **Cotonicultura no Brasil: produção e exportação**. Disponível em https://www.agrolink.com.br/noticias/cotonicultura-no-brasil--producao-e-exportacao_443536.html. Acesso em: 30 jan. 2023.

SADH, P. K.; DUHAN, S.; DUHAN, J. S. Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2018.

SCHUTTE, A. F. D.; MOTTA, G. L. de S.; CARVALHO, L. C. de; LEAL, M. A. J.; OLIVEIRA, M. I. L.; SOARES, P. B.; M.F.COSTA, P. R.; SANT'ANA, M. C. de; ROCHA, M. E. G.; GOMIDE, R. B. **Boletim dos biocombustíveis**. 10 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/publicacoes>>. Acesso em: 30 out. 2022.

SEIBEL, N. F; RODRIGUES, D, D. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAS DE ORIGEM VEGETAL PARA ALIMENTAÇÃO

HUMANA. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**: pesquisa e práticas contemporâneas, [S.L.], p. 90-105, 2021. Editora Científica Digital.
<http://dx.doi.org/10.37885/210504550>.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT 7.7**. UFCG, Campina Grande, 2013.

SILVA, R.C; GOMES, F.S; OLIVEIRA, M.E.G. Medição do pH como indicador de segurança e qualidade de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 38, n. supl. 1, pág. 15-22, 2018.

SILVA, J, C; MEDEIROS, M, B; MORAIS, V, M, M; FERNANDES, H, F; PEREIRA, E, R, L; SILVA, E,O; COSTA, F, X; FERREIRA, A, C. Caracterização do perfil de produção e qualidade fisiológica de sementes orgânicas do algodão *Gossypium hirsutum* L. em Remígio, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S.L.], v. 7, n. 16, p. 739-748, 2020. Revista Brasileira de Gestao Ambiental e Sustentabilidade.
[http://dx.doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071620](http://dx.doi.org/10.21438/rbgas(2020)071620).

SILVA, E. S. MEDEIROS, D. A. DIAS, J. A. MALTA, A. O. ALVES DA SILVA, S. I. **Adubação foliar nitrogenada e borratada na qualidade da fibra do algodão colorido (*Gossypium hirsutum* L.)**. Pesquisa agropecuária pernambucana, Recife, v. 22, n. 3, p.1-6, 2017

SOARES, Caroline Machado. **As dificuldades de internacionalização do algodão colorido paraibano: um estudo de caso sobre a cooperativa CoopNatural**. 2016.

SOARES, NFF, SILVA, EB, VITORINO, HS (1992). **Controle de qualidade de alimentos**. Livraria Varela.

SILVA, FF, OLIVEIRA, EMM, & SILVA, TMS (2018). Gossipol em caroço de algodão e produtos: uma revisão. **Revista Brasileira de Pesquisa Veterinária e Zootecnia**, 55(1), e139086.

SILVA, E. S; MEDEIROS, D. A. DIAS, J. A. MALTA, A. O. SILVA, S. I. A **Adubação foliar nitrogenada e borratada na qualidade da fibra do algodão colorido (*Gossypium hirsutum* L.)**. Pesquisa agropecuária pernambucana, Recife, v. 22, n. 3, p.1-6, 2017

SILVA, A. S; **Avaliação de catalisadores de NiO e MoO₃, suportados em MCM-41, na obtenção de biodiesel de óleo de algodão**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande, 2011. 121 p.

SOARES, C. M. **As dificuldades de internacionalização do algodão colorido paraibano: um estudo de caso sobre a Cooperativa CooNatural**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, p. 96. 2015.

SOUSA, L. B. O algodoeiro: alguns aspectos importantes da cultura. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 19-26, out./dez. 2010.

SEVERINO, L. S.; RODRIGUES, S. M. M.; CHITARRA, L. G.; FILHO, J. L.; CONTINI, E.; MOTA, M.; MARRA, R.; ARAUJO, A. **Série desafios do**

agronegócio brasileiro. Produto: Algodão - parte 01: caracterização e desafios tecnológicos. EMBRAPA, 2019.

VENKATACHALAM, M. e SATHE, S. K. Chemical composition of selected edible nut seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n 13, p. 4705 – 4714 2006.

WENDEL, J. F., BRUBAKER, C. L., & SEELANAN, T. The origin and evolution of *Gossypium*. In **Cotton** (pp. 1-25). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16438-0_1, 2019.

YANG, J. L. R. H e HALIM, L. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. **LWT – Food Science and Technology**, v.42, n.1, p.1 – 8 2009.

YOUSIF, AM, ALGHZAWI, HM (2019). Efeitos dos métodos de processamento na estabilidade de cor da farinha de amêndoa desengordurada. **Journal of Food Measurement and Characterization**, 13(1), 72-78.

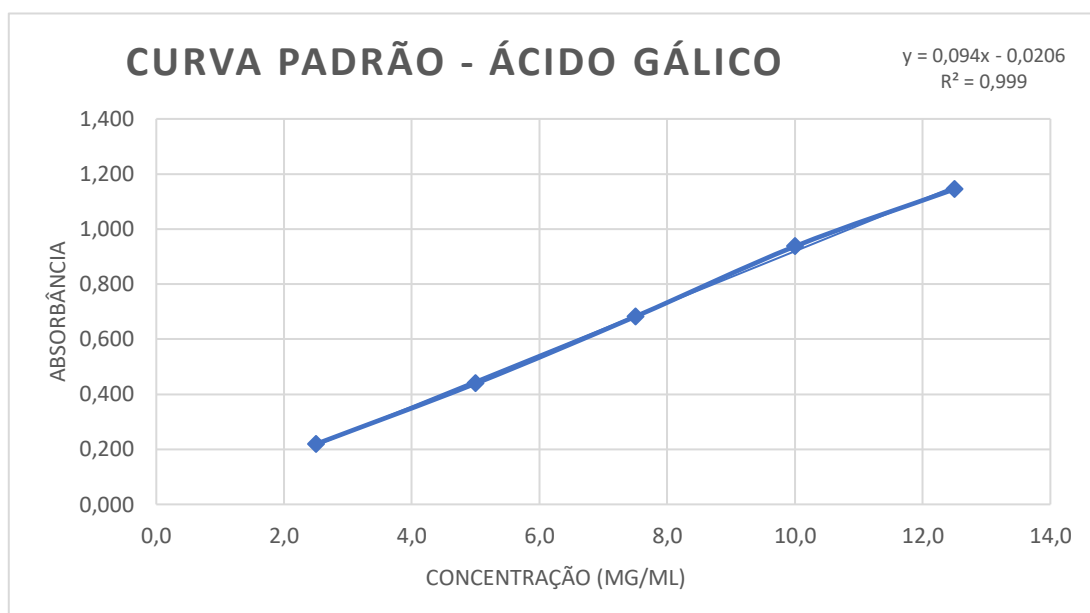
ZONTA, J. H. et al. Produtividade de cultivares de algodoeiro herbáceo sob diferentes lâminas de irrigação no Semiárido brasileiro. 2015. Trabalho apresentado no 10º Congresso brasileiro do algodão: **Cotton Expo**, Foz do Iguaçu, 2015.

ZHANG, W. J.; XU, G. R.; PAN, X. L.; YAN, X. H.; WANG, Y. B. Advances in gossypol toxicity and processing effects of whole cottonseed in dairy cows feeding. **Livestock Science**, v. 11, p. 1-9, 2007.

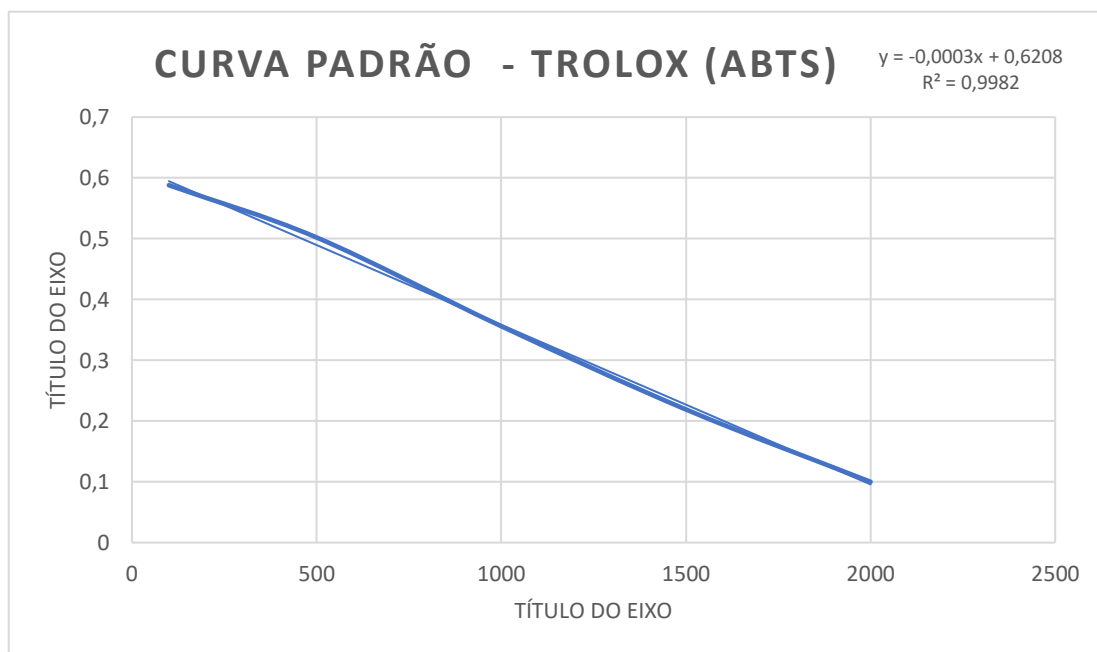
ZHANG, D., PAN, L. Remoção de gossipol do caroço de algodão: uma revisão. **Journal of Food Science**, 77(8), 135-141, 2012.

ZHANG, B., DENG, Y., ZHANG, J., ZENG, X., LI, Y. (2018). Proteína de caroço de algodão: uma revisão de suas propriedades nutricionais e aplicações alimentares. **Jornal internacional de ciência e tecnologia de alimentos**, 53 (5), 1155-1164.

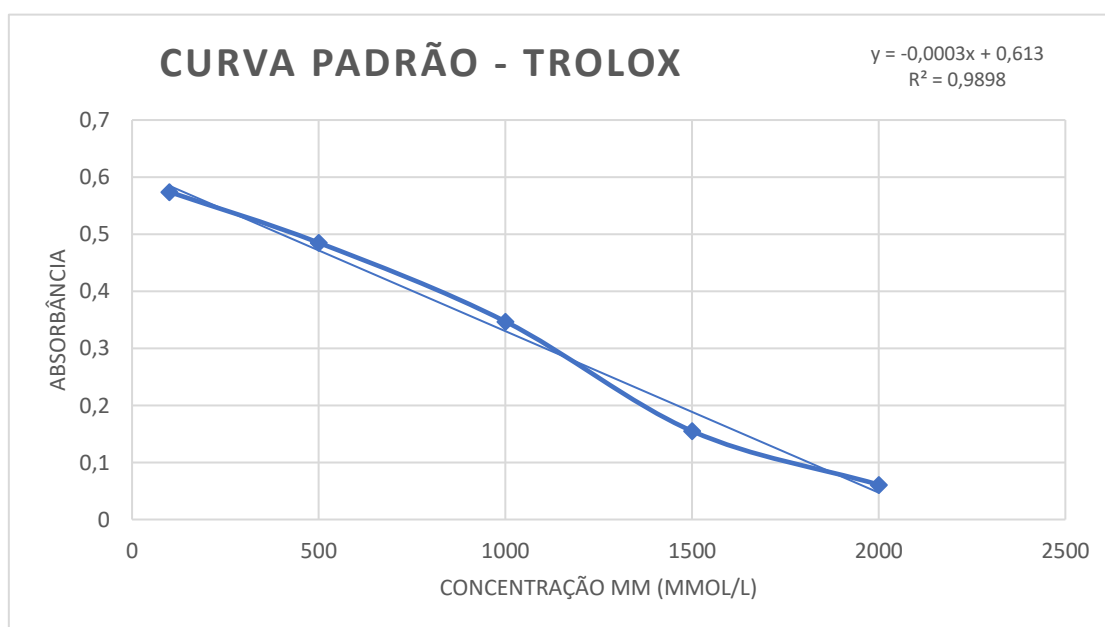
7. ANEXOS



Curva padrão – Ácido Gálico



Curva padrão - Trolox – ABTS



Curva padrão Trolox – DPPH