

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DA
Averrhoa carambola EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PABLO BELMONTE MACHADO

Itaqui, RS, Brasil.

2015

PABLO BELMONTE MACHADO

PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DA *Averrhoa carambola* EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao CURSO DE GRADUAÇÃO BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Fabiana Cristina Missau

Itaqui, RS, Brasil, 2015.

MACHADO

PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DA *Averrhoa carambola* EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao CURSO DE GRADUAÇÃO BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 20 de novembro de 2015.

Banca examinadora:

Professora Adjunto, Fabiana Cristina Missau , UNIPAMPA.

Professor Adjunto, Geraldo Lopes Crossetti, UNIPAMPA.

Professora Adjunto, Simone NoreMBERG Kunz, UNIPAMPA.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

M149p Machado, Pablo Belmonte

PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DA Aვეrrhoa
carambola EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATUREZAÇÃO. / Pablo
Belmonte Machado.

31 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA,
2015.

"Orientação: Fabiana Cristina Missau".

1. Extrato bruto. 2. antioxidantes. 3. carambola. I.
Título.

**“ Todos querem o perfume das flores,
mas poucos sujam as mãos para cultivá-las.”**

Augusto Cury

Aos meus pais (Fabio e Vera),
meu irmão Felipe, minha
família que sempre deram
apoio a minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTO

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a Fabiana C. Missau, que além da orientação deste TCC, me orientou para a vida. São quase quatro anos de convivência, da iniciação científica para o TCC. Obrigada professora, pela confiança, oportunidade e por todos os desafios impostos, a senhora é peça chave na minha formação profissional, com certeza será mais fácil trilhar meus caminhos daqui por diante com o que eu aprendi ao longo desses anos. Sem dúvida, é uma pessoa muito especial. Não poderia esquecer as técnicas de laboratório Adriane, Camila, Francine, Franciele e Carlos pela paciência durante 2 meses e auxiliando nesse experimento.

Agradeço também as pessoas que ao longo do tempo, desde a infância fazem parte da trajetória de vida, Rodrigo, Vinicius, Christian, Ariele. Aos amigos e parceiros de hoje, que viram meu crescimento enquanto pessoa, enquanto amigo, enquanto estudante, preocupados com minha formação acadêmica, em busca de novos sonhos e conquista, Fernanda, Inês, Augusto, Verônica, Julio, Daiane, Wanessa, Wellington, Pamela, Luana, Edmilson, Lauder, Paola, Maiza, Lislíe, Lucas, Eliandra, Wellerson, Elias, Fabiana, Jordan, Lucia, Mauricio, Carine, Ketlen, ao grupo Itaquímicos, ao Rotaract Club Itaquí .

À banca de avaliadores, que muito prontamente aceitou fazer parte desse momento tão importante na minha vida.

RESUMO

PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DA *Averrhoa carambola* EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.

Autor: PABLO MACHADO

Orientador (a): FABIANA C. MISSAU.

Local e data: Itaqui, 20 de novembro de 2015.

O mercado de frutas tropicais ou exóticas vem crescendo fortemente nos últimos anos, tanto no mercado interno, quanto no externo e a *Averrhoa carambola* (carambola) se destaca como uma opção rentável de diversificação e uma alternativa de cultivo ao fruticultor. Sendo originária da Ásia, no Brasil está em franca expansão, cujas informações sobre qualidade e composição química são escassas. O presente trabalho teve como objetivo analisar propriedades físicas, químicas e biológicas em diferentes estádios de maturação da carambola. Na propriedade física, observou-se que a maior e menor fruta são do estágio intermediário. Para a avaliação do potencial antioxidante usou-se a metodologia frente ao DPPH e com tintura de iodo. Concluiu-se com o presente estudo biológico, que a carambola no estágio verde apresentou maior ação antioxidante.

Palavras-chave: Extrato bruto, carambola, antioxidantes.

ABSTRACT

CHEMICAL, PHYSICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF *A. CARAMBOLA* IN DIFFERENT STAGES OF MATURATION.

Author: PABLO MACHADO

Advisor: FABIANA C. MISSAU

Data: Itaquí, November 20, 2015.

The market for tropical or exotic fruits has been growing strongly in recent years, both domestically, and in the export and *Averrhoa carambola* (star fruit) stands out as a cost effective option for diversification and a growing alternative to fruit grower. Being native to Asia, Brazil is increasing, with information on quality and chemical composition are scarce. This study had to analyze physical, chemical and biological properties at different stages of maturation of starfruit. The physical property, it was observed that the larger and smaller fruit is the intermediate stage. For evaluating the antioxidant potential used to method the DPPH methodology and iodine. It was concluded with the biological present study, the starfruit on green stage showed the highest antioxidant activity.

Keywords: crude extract, starfruit, antioxidants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Amostras com Vita C, água e 0,1 mL de extrato respectivamente	24
Figura 2: Amostras com Vita C, água e 0,2 mL de extrato respectivamente	24
Figura 3: Amostras com Vita C, água e 0,3 mL de extrato respectivamente	24
Figura 4: Amostras com Vita C, água e 0,5 mL de extrato respectivamente	24
Figura 5: Amostras com Vita C, água e 1 mL de extrato respectivamente	24
Figura 6: Amostras com Vita C, água e 2 mL de extrato respectivamente	24
Figura 7: Gráfico com os resultados obtidos pela equação para a determinação da curva do DPPH.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Soluções para a curva do DPPH completadas a 10 mL com metanol.	18
Tabela 2: Medidas dos frutos de carambola	21
Tabela 3: Características físicas dos frutos <i>Averrhoa carambola</i> coletadas no município de Itaqui-RS	22
Tabela 4: Resultados das variâncias das medidas das frutas de carambola nos três diferentes estádios.	22
Tabela 5: Resultados do desvio padrão das medidas das frutas de carambola nos três diferentes estádios.	22
Tabela 6 - Atividade antioxidante frente ao método DPPH	23
Tabela 7 – Amostras em diferentes concentrações com tintura de iodo	24
Tabela 8– Resultados da determinação da curva do DPPH em diferentes estádios de maturação	25
Tabela 9 – Valores determinados após a medição do ph nos diferentes estádios de maturação	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÃO.....	27
6 REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A carambola (*Averrhoa carambola* L.) pertencente à família Oxalidaceae, é uma fruteira exótica, introduzida no Brasil no início do século XVIII, sendo cultivada em todo o país, principalmente nas regiões mais quentes e sem ocorrência de geadas. A caramboleira é uma frutífera tropical perene podendo alcançar até 10 m de altura. Possui folhas compostas (5 folíolos), dispostas alternadamente. As suas pequenas flores são completas, de coloração rosa e lilás. O fruto é uma baga que pode alcançar entre 5 e 25 cm de comprimento e variar na sua coloração de amarelo claro até tons alaranjados. Devido ao crescente interesse pela carambola tanto como cultura principal, ou como alternativa para diversificação em pequenas propriedades, diversos países têm desenvolvido cultivares produtivas e com características superiores de fruto. Busca-se por variedades que possuam precocidade de produção, arquitetura da copa em forma de taça (o que facilita os tratos culturais), vigor moderado e maior tolerância a estresses abióticos. Quanto aos frutos, diversas características são importantes, entre elas: tamanho, cor, formato e sabor. As variedades mais conhecidas são as cultivadas na Flórida (EUA) e sudeste asiático (Pommer et al., 2006).

A carambola atinge a maturidade fisiológica quando ligada à árvore e, após a colheita, continua seu amadurecimento para se transformar em fruto comestível e, então, passa à fase de senescência (Baldini et al., 1982). Estas fases são acompanhadas de muitas reações químicas que culminam também em transformações físicas, dentre as quais se destacam, para este fruto em particular, a excessiva perda de água e o ressecamento, ocasionados pela transpiração e armazenamento inadequado (Campbell & Koch, 1989). Trata-se, também, de um alimento muito perecível, pois possui cerca de 94% de umidade (Balbach & Boarim, 1992) o que o torna susceptível ao ataque microbiano.

Segundo Araújo et al. (2009), as raízes e folhas da carambola possuem propriedades como: sedante, antihipertensiva, antianêmica e antidiabética. O uso de suas folhas também é recomendado para o tratamento de afecções da pele (erupções, pruridos intensos e eczemas) e contra picada de insetos. A carambola é uma planta promissora como ferramenta para o tratamento do processo inflamatório e válida, em parte, a indicação do uso popular para afecções da pele (Moresco et al., 2006).

O sumo das sementes é utilizado para remover manchas diversas, as flores são consumidas em saladas e pratos exóticos, e as folhas fazem parte da farmacopeia indiana. O suco da carambola, além de um refrigerante saudável, também pode ser utilizado como febrífugo, antiescorbútico e antidisentérico (Teixeira et al, 2001).

Segundo Araújo et al. (2009), o fruto da *A. carambola* contém toxinas denominadas caramboxina e ácido oxálico que são tóxicos para pacientes renais.

Nestes indivíduos, o rim não filtra a toxina ingerida, ficando então acumulada no sangue, podendo atingir os neurônios e provocar soluços e convulsões.

Poucos países têm produção comercial de carambola. Taiwan é o primeiro produtor, com 2.875 ha; o segundo é a Malásia, com 896 ha. Existe também produção nas Filipinas, Índia, Tailândia, Austrália e Israel. Nas Américas, o maior produtor, em 1989, era a Guiana; outros países americanos produzem para um incipiente mercado interno, como os Estados Unidos (Flórida e Hawaii), a Colômbia e alguns países do Caribe (Crane, 1994). No Brasil, estima-se que a área plantada seja de aproximadamente 300 ha, localizada predominantemente na região Sudeste, particularmente no Estado de São Paulo, onde a quantidade comercializada tem crescido a cada ano, com decréscimo apenas no ano de 1999. Em 1996, a quantidade comercializada na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP – foi de cerca de 356 t. Em 2005 esse valor foi de 3.308 t, tendo ocorrido, portanto, aumento de 830% em 10 anos, o que evidencia o interesse crescente pela fruta. Por ser sazonal, no período de outubro a dezembro há menor volume comercializado, alcançando assim os maiores preços (Bastos, 2004; CEAGESP, 2006).

Segundo Araújo et al. (2009), o fruto da *carambola* contém toxinas denominadas caramboxina e ácido oxálico que são tóxicos para pacientes renais. Nestes indivíduos, o rim não filtra a toxina ingerida, ficando então acumulada no sangue, podendo atingir os neurônios e provocar soluços e convulsões.

Devido à pouca expressão comercial desta fruta no Brasil, são raros os trabalhos sobre carambolas nacionais. Desta forma, faz-se necessário um estudo dessa natureza, para que o cultivo dessa fruta exótica e de fácil adaptação em solo brasileiro seja intensificado. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo a caracterização física, química, e biológica de carambola em três estádios de maturação (maduros, intermediários e verdes).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Averrhoa carambola*

Classificação Botânica:

- Divisão: Magnoliophyta
- Classe: Magnoliopsida (Dicotiledônea)
- Subclasse: Rosidae
- Ordem: Geraniales
- Família: (Averrhoacea Hutch Geraniaceae)
- Gênero: *Averrhoa*
- Espécie: *Averrhoa carambola*

A espécie *Averrhoa carambola* L., pertence à família Oxalidaceae e é conhecida popularmente como carambola ou star fruit. As oxalidaceae caracterizam-se como ervas, arbustos ou raramente árvores compreendendo de 7 a 8 gêneros e cerca de 800 espécies. A *A. carambola* é uma árvore perenifólia, de 4-6 m, de copa densas arredondadas e baixas, originárias possivelmente da Índia e Malásia. Folhas compostas pinadas, com 5-10 folíolos cartáceos, quase glabros, de 4-6 cm de comprimento. Flores pequenas, de cor purpúrea ou róseas dispostas em racemos axilares curtos. Os frutos são bagas alongadas formadas por cinco gomos salientes, de cor amarelada ou alaranjada, contendo polpa carnosa aromática e agridoce (Corrêa, 1984, Panizza, 1998).

A caramboleira foi introduzida no Brasil, juntamente com o limão caiano (*Averrhoa bilimbi* L.) e outras plantas de origem asiática (Granato, 1919). As folhas e frutos desta espécie são empregados na medicina caseira em várias regiões do país, sendo considerados: excitante do apetite, anti-disentérica, anti-escorbútica e febrífuga. Recomenda-se o chá de suas folhas para pessoas diabéticas. O seu uso externo, na forma de cataplasma é recomendado para afecções da pele (erupções, pruridos intensos, eczemas e vermelhidão) e contra picadas de inseto (Corrêa, 1975). Recentemente foi reportado que sucos de carambola causam severos efeitos em pacientes com doenças renais crônicas. Os sintomas variam e incluem insônia, soluços, agitação, fraqueza nos músculos, confusão mental, vários graus de distúrbios da consciência e parada respiratória. A intoxicação pelo fruto é negligenciável em pessoas normais mas torna-se séria em pacientes com doenças renais crônicas. As várias subespécies de carambola contém diferentes toxinas, incluindo uma poderosa neurotoxina que suspeita-se, acumular no sangue, atravessar a barreira hematoencefálica em pacientes com doenças renais graves e eventualmente causam danos irreversíveis. (Yap et al., 2002). Contudo, alguns

autores afirmam que o oxalato é o principal agente da neurotoxicidade da carambola e que este é o responsável pelo quadro neuropatológico causado pela intoxicação pelo suco de carambola (Chen et al., 2002). O tratamento para esta intoxicação geralmente é feito com hemodiálise (Neto et al., 2003).

Quimicamente, a carambola destaca-se pela presença nas folhas, de alcalóides, saponinas, taninos, glicosídeos, ácido oxálico, enxofre e ácido fórmico e, nos frutos, ácidos orgânicos e vitamina C (Panizza, 1998). MacLeod e Ames (1990) analisaram os componentes voláteis da carambola através de cromatografia gasosa. Dos 178 componentes, cerca de 95% foram identificados e destes, 57 são ésteres e 9 lactonas, que são componentes significativos para a composição do aroma. Junto a estes compostos foram caracterizados também precursores de carotenoides.

A partir do extrato etéreo dos frutos de carambola, Lutz e Wintherhalter (1994) identificaram o álcool dihidroabscícico. Spripanidkulchai et al. (2001) publicaram um estudo no qual realizaram uma investigação da atividade diurética de algumas plantas medicinais Tailandesas, entre elas a *Averrhoa carambola*. Este estudo mostrou que os galhos de *carambola* não apresentam atividade diurética. Damasceno e colaboradores (2002) investigaram o extrato aquoso das folhas de carambola, obtidas comercialmente através de farmácias de manipulação. Segundo os autores, este extrato não controlou a hiperglicemia, hiperfagia, polidipsia e poliúria de ratas com diabetes induzida por streptozotocina. Já a infusão das folhas secas de *carambola* na concentração de 2g%, mostrou um efeito redutor sobre os níveis plasmáticos de glicose (Dalla Martha, 2002). Em estudos realizados mais recentemente, Chau et al. (2004) evidenciaram através de alguns testes *in vitro*, que as frações insolúveis ricas em fibras da carambola possuem um potencial efeito hipoglicêmico, e este efeito se deve ao fato destas fibras adsorverem a glicose, retardar a difusão e adiar a liberação da glicose a partir do amido e inibir a atividade da alfa amilase. Ainda em seu trabalho, Shui e Leong (2004) mostraram que a carambola (fruto) é uma boa fonte natural de antioxidantes e pode efetivamente capturar radicais livres.

O fruto é rico em vitamina C, que é um bom antioxidante, porém este composto contribui somente com uma pequena parte para a atividade antioxidante total. Estes autores concluíram que no fruto da carambola, a atividade antioxidante é atribuída principalmente aos compostos fenólicos presentes. Já, Luximon-Ramma et al. (2003) observaram que os frutos de carambola são ricos em compostos fenólicos totais, apresentando também elevada capacidade antioxidante, com efeito benéfico a saúde humana.

2.2. Armazenamentos dos frutos

Segundo Pommer et al., (2006) as estratégias para se aumentar a vida útil dos frutos de carambola devem focalizar os seguintes aspectos: a redução da desidratação por controle ambiental (temperatura, umidade e mudanças na

atmosfera), como colocar filmes apropriados (polietileno e outros). Deve-se, também, evitar o escurecimento por meio físico (evitando choques severos, por exemplo) ou químico e proceder ao controle de organismos patogênicos e pragas quarentenárias.

2.3. Testes Biológicos

As plantas são uma grande fonte de moléculas biologicamente ativas. Evidentemente, quando um pesquisador começa a estudar uma planta com o objetivo de isolar os princípios ativos, não poderá identificar todos os constituintes químicos, que são muito numerosos. Uma planta é uma verdadeira usina química que pode produzir milhares de substâncias diferentes, onde apenas uma ou algumas são responsáveis pela atividade terapêutica ou tóxica (Hamburger & Hostettmann, 1991). Portanto, é necessário dispor de testes biológicos relativamente simples para localizar a atividade procurada no extrato da planta e nas numerosas frações obtidas nas diferentes etapas de purificação e separação. Estes testes devem ser, também, específicos para um determinado alvo biológico.

A escolha das plantas pode ser baseada no fato destas serem utilizadas na medicina popular. Logo, o estudo destas plantas por ser de uso popular e auxiliar a taxonomia vegetal. O isolamento de moléculas bioativas pode levar ao desenvolvimento de novos fármacos. Essas moléculas ainda podem servir de estrutura base para o desenvolvimento de fármacos semi-sintéticos e sintéticos, e estes últimos podem ser mais seletivos e/ou ativos que a molécula original. A orientação dessa síntese é feita através de estudo baseados na relação estrutura e atividade (Franke, 1984; Kubingi, 1993; Cordel, 1995).

2.3.1. Potencial Antioxidante

A literatura tem mostrado que inúmeros metabólitos secundários de plantas, tais como flavonóides, taninos ou mesmo extratos vegetais podem ser utilizados como captadores ou inibidores de radicais livres e/ou espécies reativas de oxigênio (Bouchet et al., 1998). Espécies reativas do metabolismo do oxigênio (ERMO) tal como o oxigênio singlete (O_2) peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ânion superóxido ($O_2^{\cdot-}$) e radicais hidroxil ($\cdot OH$) são frequentemente gerados como subprodutos de reações biológicas ou de fatores exógenos (Cerutti, 1991). Evidências indicam que radicais livres causam danos oxidativos a lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. Portanto, antioxidantes inibem ou retardar a oxidação de um substrato oxidável na cadeia de reação, seria muito importante na prevenção de certas doenças (Ames et al., 1993; Aruoma, 1998; Jacob & Burri, 1996; Steinberg, 1991; Maxwell & Lip, 1997; Pratico & Delantiy, 2000; Wang et al., 1996). Os radicais livres são de grande interesse no desenvolvimento de novos fármacos, levando substâncias de origem natural, com ação antioxidante, a receber atenção especial (Potterat, 1997). Muitos métodos analíticos foram propostos para determinar e avaliar a atividade antioxidante total de extratos biológicos (Cao et al., 1996; Kantha et al., 1996; Furuta et al., 1997). Um método utilizado para determinar a capacidade

sequestrante de radicais livres de uma amostra vegetal envolve a medida espectrofotométrica do cromóforo 1,1-difenil-2-picrilhidazil (DPPH), Bouchet et al., 1998; Cavin et al., 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instrumentação

3.1.1 Determinação do pH da carambola em diferentes estádios de maturação.

Para obtenção do teor de pH das amostras utilizou-se o aparelho Phmetro na marca TECNOPON MPA 210 do laboratório de Graduação de Química da Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui.

3.1.2 Determinação da leitura do DPPH

Para a leitura das amostras de carambola utilizou-se o aparelho espectrofotômetro marca FENTO modelo 800 XI do laboratório de Graduação de Biologia da Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui.

3.1.3 Extrato bruto

Para a realização do extrato bruto das carambolas utilizou-se um Rotavapor da marca FISATOM 801 do laboratório de Química 2 da Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui.

3.2 Determinação da curva do DPPH

Para a obtenção da curva de DPPH usou-se balões volumétricos de 10 mL, com as soluções da amostra variando de 10 μM a 50 μM conforme a tabela 1.

Tabela 1- Soluções para a curva do DPPH completadas a 10 mL com metanol.

Solução de DPPH (mL)	Concentração final de DPPH (μM)
0	0
1,7	10
3,3	20
5,0	30
6,7	40
8,3	50
10	60

Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de aproximadamente 4 mL de cada solução de DPPH (10 μM , 20 μM , 30 μM , 40 μM , 50 μM e 60 μM) para cubetas de vidro e realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm. Utilizou-se álcool metílico como branco, para calibrar o espectrofotômetro.

3.3 Obtenções do extrato bruto etanólico

O presente trabalho foi realizado nos laboratórios de Química e de Biologia, da Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui. Para a realização, foram coletadas 45 frutas de carambola da mesma árvore, casualmente, sendo 15 frutas no estágio verde, 15 no estágio intermediário e 15 no estágio maduro. As frutas foram lavadas em água corrente, pesadas, as medições da largura e comprimento foram realizadas com auxílio de um paquímetro nos três diferentes estádios de maturação e posteriormente mantidas em refrigeração na temperatura de 0°C. Após, as carambolas foram cortadas com auxílio de uma faca de cozinha em pedaços pequenos, e estes foram separados em 3 erlenmeyer de 500 mL por estágio de maturação, acrescentados 300 mL de álcool etílico PA 95% em cada um e identificados como CV3 (verde), CI3 (intermediário) e CM3 (maduro). Após esse processo a espécie vegetal foi deixada em repouso por 15 dias com três reposições de solvente para a obtenção do extrato bruto etanólico.

Após o período de repouso, cada solução de estágio de maturação foi filtrada com auxílio de um funil e algodão.

Para a eliminação do solvente foi utilizado evaporador, sob pressão reduzida e temperatura controlada 50°C. Para a eliminação da água restante do extrato bruto, o mesmo foi levado a estufa por 24h a temperatura controlada (50° C).

3.4 Atividades antioxidantes frente ao DPPH

Para o teste de atividade antioxidante utilizou-se o radical livre DPPH (*,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil*) diluído em metanol PA.

O volume dos extratos brutos foi de 1 mL de metanol para 10 , 20, 30, 50 e 100 microlitros de extratos de carambola.

Para a realização da leitura incubou-se 0,1 mL o extrato diluído a 3,9 mL de solução DPPH (0,06mM). Foi realizada a leitura utilizando-se o aparelho de espectrofotômetro, depois de decorridos 30 mim.

Nessa leitura, foi usado como solução branca, o álcool metílico e a absorbância utilizada foi de 515nm .

Para o cálculo da atividade antioxidante usou-se a equação a seguir:

Equação:

% de inibição: $\frac{A_{\text{controle}} - A_{\text{amostra}}}{A_{\text{controle}}} * 100$

Em que:

A_{controle} : absorvância da solução de DPPH sem a amostra.

A_{amostra} : absorvância da amostra com o DPPH.

O estágio verde foi identificado como CV3, o intermediário como CI3 e maduro CM3. Para calibrar o espectrofotômetro utilizamos o álcool metílico. Para a leitura usamos o programa FentoScan.

3.5. Atividades Antioxidante com tintura de iodo a 2%

Para a realização da atividade antioxidante pelo método de tintura de iodo a 2%, usou-se cinco diferentes béqueres identificados como H₂O (1), Vita C (2), CV3 (3), CI3 (4) e CM3 (5). Em todos os béqueres, adicionou-se 100 mL de água destilada, 4 gotas de solução de iodo a 2% e 2 gramas de amido de milho. No béquer 2 adicionou-se Vita C 500 mg. Nos béqueres 3, 4 e 5 adicionou-se o extrato bruto da carambola em diferentes concentrações.

Primeiramente, adicionou-se 0,1 mL de extrato bruto nos béqueres 3, 4 e 5. Após 5 (cinco) minutos, adicionou-se mais 0,1 mL de extrato dando um total de 0,2 mL em cada béquer. Da mesma forma, realizou-se as soluções de 0,3 mL, 0,5 mL, 1,0 mL e 2,0 mL.

Verificou-se os resultados pela alteração de cor das soluções.

3.6 Características Químicas

Para verificar o pH da carambola, foi usado as amostras de extratos onde com auxílio de um phmetro portátil com imersão direta em 5 mL da amostra, após a calibração do aparelho, realizou a medida das amostras nos três diferentes estádios.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características Físicas

As características físicas dos frutos não apresentam diferenças aparentes nos diferentes estágios de maturação para nenhuma variável física estudada, conforme a tabela 2. Resultados semelhantes foram encontrados por Narain et al. (1987) em frutos cultivados no trópico semi-árido de Pernambuco cujos valores encontrados foram 7,01 cm e 4,7 cm, respectivamente. Potter (1973) menciona que o tamanho do fruto consiste em um fator importante, em função da preferência do consumidor por determinados tipos de matéria prima. O fruto apresentou peso médio nos três estádios de maturação de 44,77 gramas. No Brasil ainda não existem estudos relatando a preferência do consumidor ao peso de fruto de carambola. Entretanto, na Malásia e Taiwan, os frutos mais requeridos são os de tamanho médio (acima de 100 g) a grande (acima de 200 g) (Lederman, 2000).

Tabela 2 – Medidas dos frutos de carambola .

ESTÁDIOS	CV3	CI3	CM3	ESTADIOS	CV3	CI3	CM3
COMPRIMENTO				LARGURA			
(cm)				(cm)			
	6	7,0	7,0		4,0	5,0	5,0
	6,5	7,0	8,0		4,0	5,0	6,0
	8,5	6,5	7,0		6,0	4,5	6,5
	7,0	7,0	6,5		4,0	4,0	4,5
	8,0	7,0	7,5		5,5	5,0	4,5
	8,0	8,5	7,0		6,0	5,5	6,5
	6,5	8,5	6,5		5,0	5,0	5,5
	7,5	8,5	6,5		5,0	5,5	4,5
	8,0	7,0	6,0		4,5	5,0	4,5
	8,0	7,0	8,0		5,0	5,5	6,0
	6,5	6,5	8,5		4,0	5,0	5,5
	6,0	8,5	7,5		4,0	4,5	6,0
	6,5	7,5	7,0		4,5	5,5	4,5
	6,0	7,0	6,0		4,0	5,0	5,0

7,5	7,0	7,0	4,0	5,0	5,0
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabela 3 - Características físicas dos frutos *Averrhoa carambola* coletadas no município de Itaqui-RS.

	CV3	CI3	CM3
COMPRIMENTO	7,10cm	7,36cm	7,06cm
LARGURA	4,63cm	5,00cm	5,40cm

Tabela 4 – Resultados das variâncias das medidas das frutas de carambola nos três diferentes estádios.

VARIÂNCIAS	Largura	Comprimento
CV3	0,54 cm	0,69 cm
CI3	0,17 cm	0,54 cm
CM3	0,54cm	1,44m

Tabela 5 – Resultados do desvio padrão das medidas das frutas de carambola nos três diferentes estádios.

DESVIO PADRÃO	Largura	Comprimento
CV3	0,73 cm	0,83 cm
CI3	0,41 cm	0,73cm
CM3	0,73cm	1,20cm

4.2 Características biológicas

4.2.1 Atividade antioxidante frente ao método DPPH

Através da leitura das amostras obteve se os seguintes resultados conforme tabela 3.

Tabela 6 - Atividade antioxidante frente ao método DPPH

Amostras	10 µL	20 µL	30 µL	50 µL	100 µL
CV3	1,055	1,052	1,044	1,033	1,015
CI3	1,715	1,573	1,299	0,891	0,549
CM3	1,978	1,878	1,733	1,38	1,24

Com os dados da tabela 3, notou-se uma diferença na ação antioxidante nas amostras CV3 em relação aos demais estádios, onde este estágio é caracterizado o fruto como verde. Porém, segundo GROSS ET. AL., 1983; TEIXEIRA et. al., 2001, a cor amarela intensa da carambola indica a presença de compostos fotoquímicos, os quais podem exercer propriedades antioxidantes. A concentração de compostos antioxidantes em frutas pode ser afetada por fatores edafoclimáticos (tipo de solo e condições climáticas), grau de maturação de frutos, constituição genética da planta, efeito de defensivos agrícolas, condições de processamento e armazenamento da polpa (HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008) .

Não há dados nas literaturas pesquisadas referentes a atividades antioxidantes em carambola em diferentes estádios de maturação.

Outro fator é a presença de metabólitos de taninos onde são responsáveis pelas características atribuídas a estas substâncias, como adstringência e precipitação de proteínas e estão presentes em maior quantidade no estágio verde dos frutos. Encontram-se presentes principalmente na casca, pois atuam como substâncias de defesa contra agressores (Damodaran et al., 2010)

4.2.2 Atividades Antioxidantes com tintura de iodo

Considerando as alterações de cores conforme as imagens abaixo, podemos confirmar que a carambola utilizada neste trabalho, tem maior ação antioxidantes na amostra CV3 , que representa a maturação do fruto verde. Nas amostras 3, 4 e 5 usaram-se extratos em diferentes volumes conforme mostra a tabela 4. Pode-se observar que a coloração mais escura (frasco 5) apresentou menor potencial antioxidante, enquanto a fração 3 apresentou maior potencial, seguido da fração intermediária. Esse resultado foi verificado em todas as concentrações testadas.

Tabela 7 – Amostras em diferentes concentrações com tintura de iodo.

AMOSTRAS	VOLUMES					
CV3	0,1 mL	0,2 mL	0,3 mL	0,5 mL	1,0 mL	2,0 mL
CI3	0,1 mL	0,2 mL	0,3 mL	0,5 mL	1,0 mL	2,0 mL
CM3	0,1 mL	0,2 mL	0,3 mL	0,5 mL	1,0 mL	2,0 mL



Figura 1–Amostras com Vita C, água e 0,1 mL de extrato respectivamente.



Figura 2– Amostras com Vita C, água e 0,2 mL de extrato respectivamente.



Figura 3–Amostras com Vita C, água e 0,3 mL de extrato respectivamente.



Figura 4– Amostras com Vita C, água e 0,5 mL de extrato respectivamente.

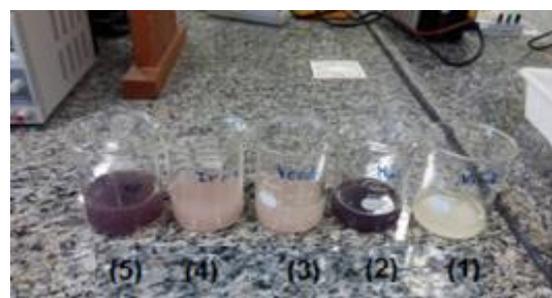


Figura 5–Amostras com Vita C, água e 1 mL de extrato respectivamente.



Figura 6– Amostras com Vita C, água e 2 mL de extrato respectivamente.

4.2.3 Determinação da curva do DPPH

Os resultados foram expressos em porcentagem, onde se verificou uma maior ação antioxidante nas amostras CV3. Aconteceu uma variação de potencial antioxidante nas amostras CI3, nos volumes 50 mL e 60 mL conforme a tabela 5. Essa variação pode ser pelas transformações químicas, perante a troca de estádios de maturação do fruto ou erro no desenvolvimento da técnica. Esses resultados podem ser observados na tabela 5 e na figura 8, nos três diferentes estádios de maturação da carambola.

Tabela 8– Resultados da determinação da curva do DPPH em diferentes estádios de maturação.

	10	20	30	50	60
CV3	32,28%	32,47%	32,99%	33,69%	34,85%
CI3	10,07%	9,60%	16,62%	42,81%	65,42%
CM3	26,95%	20,60%	11,23%	11,42%	20,41%

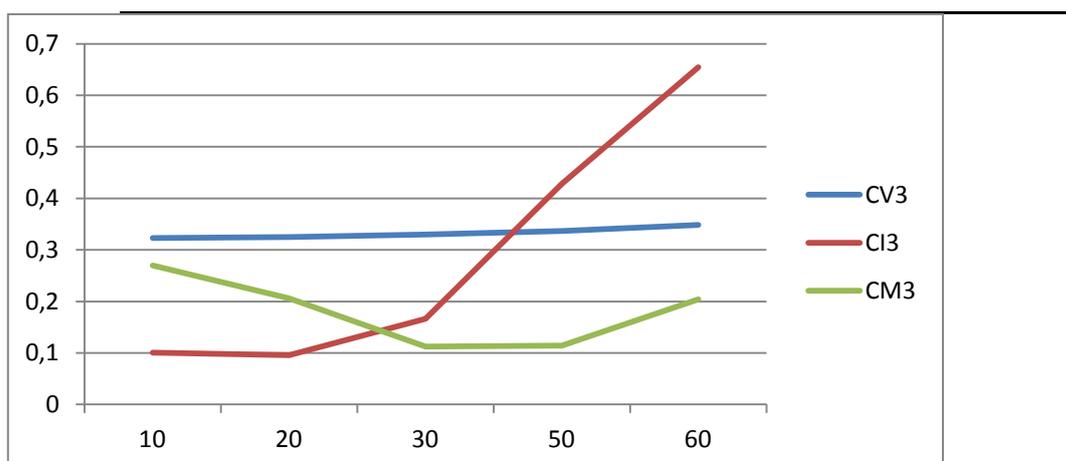


Figura 7-Gráfico com os resultados obtidos pela equação para a determinação da curva do DPPH.

4.3 Características químicas

Tabela 9 – Valores determinados após a medição do pH nos diferentes estádios de maturação.

Estádio	pH
CV3	3,78
CI3	3,67
CM3	3,92

Miller et al.(1959), trabalhando com carambolas „Arkin“ verdes e amarelas (maduras), verificaram pH entre 3,67 e 3,88. Durante o amadurecimento de

carambola, o pH aumentou devido ao processo metabólico do fruto, resultando no decréscimo dos ácidos orgânicos (DING et al., 2007). Para Araújo (2009), os frutos de carambola apresentaram diferenças significativas, sendo a variação de 3,67 para frutas verdes a 4,03 para frutas maduras. O pH também foi influenciado significativamente pelo estágio de maturação no trabalho de Torres et al.(2003), no qual o fruto verde apresentou 3,52 e o maduro 3,69. Em carambola tipo azedo, o pH variou de 1,25 a 2,0 (LENOX et al., 1990).

5 CONCLUSÃO

Como resultado do estudo das propriedades, físicas, químicas e biológicas da *Averrhoa carambola* em diferentes estádios de maturação pode-se concluir que:

Nas propriedades físicas, obteve-se os resultados semelhantes a outras literaturas estudadas, onde o maior e menor fruto, está presente no estágio intermediário de maturação.

Os extratos brutos etanólico nos três estádios de maturação indicam que a espécie *Averrhoa carambola* apresenta fontes de compostos biologicamente ativos com propriedades antioxidantes eficaz no combate de radicais livres demonstrados através dos testes com DPPH. Porém, a ação é mais intensa nos estádios de maturação verde e intermediário.

6 REFERÊNCIAS

- AMES, B.N. **Dietary carcinogens and anticarcinogens - Oxygen Radicals And Degenerative Diseases.** *Science*, 221, p.1256-1263, 1983.
- AMES, B.N. et al. **Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging.** *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 90, p.7915-7922, 1993.
- ARAÚJO, E.R.; ALVES, L.I.F.; RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M.; CASTRO, J.P.; **SAPUCAY, M.J.L.C. Caracterização físico-química de frutos de biri-biri (Averrhoa bilimbi L.).** *Revista Biotemas*, v.22, n.4, p.225-230. 2009. <http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume224/225a230.pdf>
- ARUOMA, O.I. **Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease.** *Journal of the American Oil Chemists Society*, 75, p.199- 212, 1998.
- BALBACH, A.; BOARIM, D.S.F. **As frutas da medicina natural.** 2. ed. Itaquaquecetuba: Vida Plena, 1992. 316p.
- BALDINI, V.L.S.; DRAETA, I.S.; NOMURA, E.H. **Avaliação bioquímica de carambola (Averrhoa carambola, L.).** *Coletânea do ITAL, Campinas*, v.12, p.283-291, 1982.
- BASTOS, D.C. **A cultura da carambola.** *Revista Brasileira de Fruticultura*. 26(2):0-0,2004.
- BOUCHET et al. **Radical scavenging activity and antioxidant properties of tannins from Guiera senegalensis (Combretaceae).** *Phytotherapy research*, 12 (3), p.159-162, 1998.
- CAMPBELL, C.A.; KOCH, K.E. **Sugar/acid composition and development of sweet and tart carambola fruit.** *Journal of the American Society Horticultural Science*, Mount Vernon, v.114, n.3, p.455-457, 1989.
- CAO, G.H.; SOFIC, E.; PRIOR, R.L. **Antioxidant capacity of tea and common vegetables.** *J. Agric. Food Chem.*, 44 (11), p.3426-3431, 1996
- CARVALHO AV; MOREIRA DKT; SOUZA LQ; VASCONCELOS MAM. **Desidratação osmótica de carambola (Averrhoa carambola L.) seguida de secagem em estufa.** *Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 63. Belém, PA. 2006.
- CAVIN, A., et al. **Use of on-flow LC/H-1 NMR for the study of an antioxidant fraction from Orophea enneandra and isolation of a polyacetylene, lignans, and a tocopherol derivative.** *Journal of Natural Products*, 61, p.1497- 1501, 1998.
- CEAGESP – **Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (2006)** Contato: Fale conosco. Disponível em <<http://www.ceagesp.gov.br/servicos/>>. Acesso em 20/10/2015.

CHAU, C. et al. **Insoluble fiber-rich fractions derived from Averrhoa carambola: hypoglycemic effects determined by in vitro methods.** Lebensmittel- Wissenschaft und-Technologie, 37 (3), p. 331-335, 2004.

CHEN, C.L.; et al. **Neurotoxic effects of carambola in rats: The role of oxalate.** Journal of The Formosan Medical Association, 101 (5), p. 337-341, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: UFLA, 2005.

CORDELL, G.A. **Changing strategies in natural products chemistry.** Phytochemistry, 40, p.1585-1612, 1995.

CORRÊA, M.P. **Dicionário de Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas**, Vol. II, p. 3, Ministério The carambola. Fact Sheet HS-12. University of Florida: IFAS Extension, 1994 da Agricultura, RJ, 1984.

CRANE, J.H.. 6p. <http://university.uog.edu/cals/people/PUBS/Carambol/MG26900.pdf><acesso em 18/10/2015>.

DALLA MARTHA, R. C. et al. **Atividade hipoglicêmica de Averrhoa carambola L. usada em Manaus como antidiabético.** Newslab. Brasil, 38, p.142- 148,2000.

DAMASCENO, D. C. et al. **Estudos dos Extratos de folhas de Averrhoa carambola e Eugenia jambolana, obtidas em farmácias de manipulação, sobre o diabete experimental.** Revista Brasileira de Toxicologia, 15 (1), 2002. Disponível on-line em: <http://www.sbtox.org.br/revistaArtigo.Asp?IdArtigo=2>

DAMORADAM[N,S.**Química de Alimentos de Fennema**,4.ed.,Artmed,Porto Alegre,900p ,2010.

DING, H.; CHIN, Y.W.; KINGHORN A.D.; D'AMBROSIO, S.M.D. **Chemopreventive characteristics of avocado fruit.** Seminars in Cancer Biology, v. 17, p. 386–394, 2007.

FESKANICH, D.; et al. **Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women.** Journal of the National Cancer Institute, 92, p.1812-1823, 2000.

FRANKE, R.; **Theoretical drug design methods. Pharmacochimistry**, Elsevier, Berlin, 7, p. 412, 1984.

FURUTA, S.; et al. **Fluorometric assay for screening antioxidative activity of vegetables.** Journal of Food Science, 62 (3), p. 526-528, 1997.

GRANATO, L.; **Cultura da caramboleira.** São Paulo: Pócai & Companhia, 1919.

GROSS, J.; IKAN, R.; ECKHARDT, G. **Carotenoids of the fruit of Averrhoa carambola. phytochemistry**, New York, v.22, n.6, p.1479-1481, 1983.

- HAEGELE, A.D.; et al. **Plasma Xanthophyll carotenoids correlate inversely with indices of oxidative DNA damage and lipid peroxidation.** *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 9, p.421-425, 2000.
- HALLIWELL, B. **Antioxidants in human health and disease.** *Ann. Ver. Nutr.*, 16, p. 33-50, 1996.
- HUBER, L.S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos.** *alimentos e nutrição*, Campinas, v.19, n.1, p.97-108, 2008.
- JACOB, R.A. and BURRI, B.J. **Oxidative damage and defense.** *American Journal of Clinical Nutrition*, 63 (6), p.s985-s990, 1996.
- KANTHA, S.S.; et al. **A sensitive method to screen for hydroxyl radical scavenging activity in natural food extracts using competitive inhibition ELISA for 8-hydroxy deoxyguanosine.** *Biotechnol. Tech.*, 10 (12), p.933-936, 1996.
- KUBINGI, R.H. **QSAR: Hansch Analysis and Related Approaches**, VHC, Germany, 1993
- LENOX, A.; RAGOONATH, J. **Carambola and bilimbi.** *Fruits*, Pelotas, v. 45, n. 5, p. 497-501, 1990.
- LUTZ, A. and WINTERHALTER, P. **Dihydroabscissic alcohol from Averrhoa carambola fruit.** *Phytochemistry*, 36 (3), p. 811-812, 1994
- MacLEOD, G. and AMES, J.M. **Volatile componentes of star fruit.** *Phytochemistry*, 29 (1), p.165-172, 1990.
- MAXWELL, S.R.J. and LIP, G.Y.H. **Free radicals and antioxidants in cardiovascular disease.** *British Journal of Clinical Pharmacology*, 44, p.307-317, 1997.
- MICHELS, K.B.; et al. **Prospective study of fruit and vegetable consumption and incidence of colon and rectal cancers.** *Journal of the National Cancer Institute*, 92, p.1740-1752, 2000.
- MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar.** *Analytical Chemistry*, Washington, US, v. 31, n. 3, p. 426-428, Mar. 1959.
- MORESCO HH; IMAZU P; CABRINI DA; OTUKI MF; BRIGHENTE IMC. **Atividade antiinflamatória tópica de extratos das folhas de Averrhoa carambola (Oxalidaceae).** 29a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2006..
- NARAIN, N.; BORA, P. S.; HOLSCHUM, H. J.; VASCONCELOS, M. A. S.; SANTOS, E. M. G. **Caracterização física dos frutos da caramboleira (Averrhoa carambola L.) oriundos do trópico semi-árido da Paraíba.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA.9., 1987, João Pessoa, PB: Resumos... João Pessoa: 1987. p. 17.

- NETO, M.M.; et al. **Intoxication by star fruit (Averrhoa carambola) in 32 uraemic patients: treatment and outcome.** *Nephrology Dialysis Transplantation*; 18 (1); p. 120-125, 2003.
- PANIZZA, S. **Plantas que Curam (Cheiro de Mato)** – 3ª edição. IBRASA, São Paulo, 1998.
- POMMER CV; SOBIERAJSKI GR; YAMANISHI **Informações técnicas. O Agrônomo.** Campinas. p. 11, 2006.
- POTTER, N. N. **La ciencia de los alimentos.** México: Edutex, 1973.
- POTTERAT, O. **Antioxidants and free radical scavengers of natural origin.** *Current Organic Chemistry*, 1 (4), p.415-440, 1997.
- PRATICO, D. and DELANTY, N. **Oxidative injuri in diseases of the central nervous system: focus on Alzheimer's disease.** *American Journal of Medicine*, 109, p.577-585, 2000.
- SHUI, G.H. and LEONG, L. P. **Analysis of polyphenolic antioxidants in star fruit using liquid chromatography and mass spectrometry.** *Journal of Chromatography A*, 1022 (1-2),p. 67-75, 2004.
- STEINBERG, D. **Antioxidants and atherosclerosis: a current assessment.** *Circulation*, 84, p.1420-1425, 1991
- Teixeira, G.H.A., Durigan, J.F., Donadio, L.C., Silva, J.A.A. **Caracterização pós-colheita de seis cultivares de carambola (Averrhoa carambola L.).** *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23(3):546-550, 2001..
- Teixeira, G.H.A.T.; Durigan, J.F.; Donadio, L.C.; Silva, J.A.A. **Caracterização pós colheita de seis cultivares de carambola (Averrhoa carambola L.).** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.23, n.3, p. 1-7, 2001.
- TORRES, L. B.; FIGUERÊDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M 2003. **Caracterização química de carambolas produzidas em região semi-árida do Nordeste brasileiro.** *Revista Brasileira de produtos Agroindustriais*, vol.1: p. 43-54.
- WANG, H.; et al. **Total antioxidant capacity of fruits.** *Journal of Agriculture and Food Chem.*, 44, p.701-705, 1996.
- YAP, H.J; et al. **Star fruit: A neglected but serious fruit intoxicant in chronic renal failure.** *Dialysis & transplantation*, 31 (8), p.564, 2002