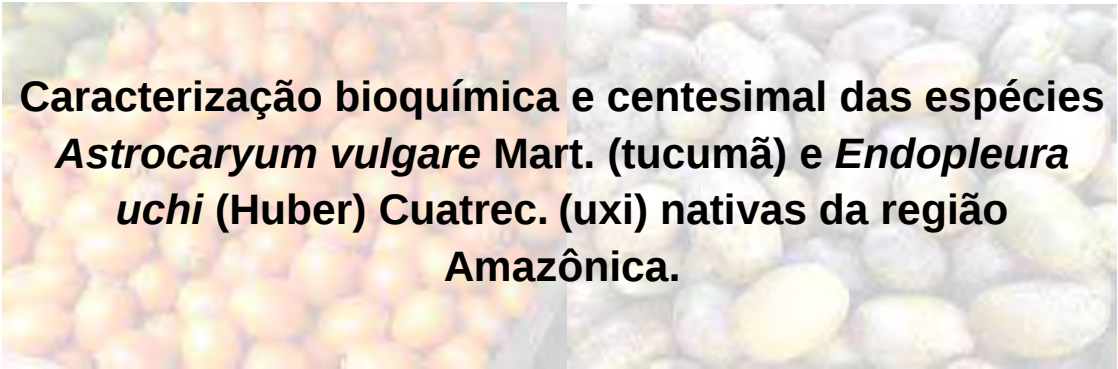




ANAIZA BITTENCOURT DE ARAGÃO



**Caracterização bioquímica e centesimal das espécies
Astrocaryum vulgare Mart. (tucumã) e *Endopleura
uchi* (Huber) Cuatrec. (uxi) nativas da região
Amazônica.**

ANAIZA BITTENCOURT DE ARAGÃO

**Caracterização bioquímica e centesimal das espécies
Astrocaryum vulgare Mart. (tucumã) e *Endopleura uchi*
(Huber) Cuatrec. (uxi) nativas da região Amazônica.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Química,
Universidade Estadual Paulista, como requisito
parcial para obtenção do título de mestra em
biotecnologia (área de concentração: Bioquímica).

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira

Araraquara-SP
2013

ANAIZA BITTENCOURT DE ARAGÃO

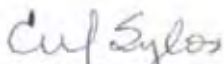
Dissertação apresentada ao Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Biotecnologia.

Araraquara, 29 de agosto de 2013.

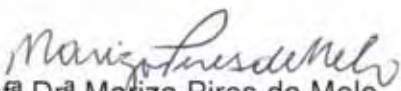
BANCA EXAMINADORA



Profª Drª Olga Maria Mascarenhas de Faria Oliveira (Orientadora)
Instituto de Química – UNESP, Araraquara



Profª Drª Celia Maria de Sylos
Faculdade de Ciências Farmacêuticas – UNESP, Araraquara



Profª Drª Mariza Pires de Melo
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP, Pirassununga

DEDICATÓRIA

A minha mãe Rosa Regina Bittencourt...

*Teus braços sempre se abrem quando preciso de um abraço.
Teu coração sabe compreender quando preciso de uma amiga.
Teus olhos sensíveis se endurecem quando preciso de uma lição.
Tua força, teu amor e tua dedicação me dirigiram pela vida,
E me deram as asas que eu precisava para voar longe!*



Mãe você me ensinou a ser alguém..., alguém que luta pelo que quer; alguém que procura ser diferente para fazer a diferença, alguém que não precisa ser hipócrita para se levantar, alguém que não deixa um sonho deixar de valer a pena, alguém que não deixará todos os valores da vida que você me ensinou deixar de existir.

Com muito amor e gratidão, dedico!

OFERECIMENTO

A minha avó Maria Helena Ferreira de Aragão (in memoriam)...

“Nunca permita que alguém corte suas asas, estreite seus horizontes e tire as estrelas do teu céu. Nunca deixe seus medos serem maiores que a tua vontade de voar. O valor da vida está nos sonhos que lutamos para conquistar, nos desafios que nos engrandecem, nos horizontes que desbravamos e, especialmente, na nossa capacidade de vencer os nossos próprios medos e dúvidas. Afinal de contas, os melhores voos são aqueles que nos levam para a nossa própria eternidade e que nos acordam por dentro”.

(Carla Bardanza).



Vó as suas sábias palavras sempre me fizeram acreditar que perder em alguns momentos na vida é também ganhar um pouco, que cada dificuldade que enfrento é um aprendizado, uma etapa a ser vencida, uma experiência adquirida para que eu possa amadurecer e superar o erro cometido erguendo a cabeça e dando a volta por cima.

Eu sei que tudo seria diferente se estivesse presente. Mas sei também, que jamais me abandonastes!

Ao meu Avô Pedro Bittencourt (in memoriam)....

Meu velho um dia Alegrou-me! Um dia disseste não chores, pois um dia irás sorrir; sentado na sua cadeira de embalo era ranzinzo, porém acolhedor, amigo, amoroso e protetor. Um dia acordei e não o vi... Um dia sofri, foste embora e nunca mais te vi, porque que toda vez que penso em ti choro? Será que choro de alegria por ter feito parte da minha vida, pelas lembranças de momentos fraternos ou por tristeza por teres partido no dia que menos esperava? Quando partiste eu sair de mim, da minha realidade... Deixaste-me num mundo de incertezas e com tantas saudades.



Vô obrigada por me proporcionar a melhor mãe do mundo e pelo seu amor de PAI, pelos seus mimos de avô e pelos seus conselhos de Homem. Esteja onde estiveres quero que saiba que gosto de ser como você “não ter asas e poder voar”.

Eu sempre serei a sua menina de ouro e um dia a gente vai se reencontrar!

Com todo amor e carinho, ofereço!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A minha madre Marícely Janette Uría Toro...

“O professor medíocre conta, o bom professor explica, o professor superior demonstra e o grande professor inspira”.
(William Arthur Ward).

E você foi minha inspiração!



Mari você é e sempre será minha inspiração, minha eterna mestre, minha conselheira, minha amiga, minha 2ª mãe. Lembro de você me dando fortaleza nas horas difíceis e quando pensei em fraquejar, lembro também de você me fazendo entender que eu não poderia ser uma menina de oportunidades perdidas, lembro ainda de você falando que o mundo dá voltas e mostrando que cada dia é uma renovação, recordo de você dizendo “menos Anayza menos”, lembro ainda do dedo na ponta do nariz indicando segurança, e claro não poderia esquecer-me de contar de 1 até 10 em certas situações. Os provérbios torianos que levarei para a vida toda. Obrigada por lembrar-se de mim dentre tantos para esse momento de conhecimento, você me incentivou e acreditou que eu poderia ir mais longe, formou toda a minha base profissional da qual eu tanto me orgulho, me acolheu e fez de mim ousadamente a sua miniatura, e quem sabe a sua substituta. Sou eternamente grata por tudo isso que me proporcionaste.

Com mucho cariño de tu hija, gracias!

A minha Prof. Dr.ª. Olga María Mascarenhas de Faria Oliveira...

“O educador não deve ser necessariamente um sábio, mas sim uma pessoa diferenciada pela sua educação, costumes, valores e pelos seus modos, acessível, franco, construtivo e inspirador, enfim, o educador é aquele em que encontramos muito que imitar e pouco que corrigir”.
(Simón Bolívar).



O cooperativismo, parceria, fraternidade, generosidade e humildade faz de você uma pessoa muito humana, e não existe ciência sem humanidade. Muito obrigada por todo apoio e conhecimento compartilhado, pela confiança em mim depositada ao assumir a orientação, pelos conselhos que me fortaleceram, pelos encorajamentos que me fizeram enfrentar os desafios e medos, pela amizade, infraestrutura disponibilizada e tantas outras coisas que não cabe aqui listar que me fizeram chegar até aqui no meu objetivo final.

Com muito carinho e gratidão, Agradeço por tudo!

Agradecimentos

A Deus... Por sempre estar ao meu lado me dando fortaleza, sabedoria, foco e perseverança para superar os momentos conturbados e as injustiças do mundo. Obrigada pela coragem que tanto me fortalece para causar a desordem do sistema privilegiado. (...) “Hoje eu sei que nada é meu tudo é do pai, toda honra e toda glória é dele a vitória alcançada em minha vida. Tudo é do pai...” (Pe. Fábio de Melo).

As minhas Mãezinhas e protetoras lá do céu... Por sempre iluminarem meu caminho, derramando bênçãos em minha vida. Obrigada por fortalecer a cada dia a minha fé e esperança de lutar contra os injustos e as “autarquias” que se acham os donos do mundo. (...) “Assim que outubro chega ao Norte traz em seus altares a doce mãe de Nazaré, pronta para bordar as almas paraenses de alegrias e esperanças, a rainha da Amazônia vem chegando, vem navegando pelas ruas de Belém.” (Pe. F. Melo).

Aos meus pais Rosa Bittencourt e José Carlos... Pelos valores que constituem o meu caráter, pelo apoio, confiança e incentivo sempre. Amo vocês! (...) “Basta ser sincero e desejar profundo, você será capaz de sacudir o mundo, tente outra vez! tente! E não diga que a vitória está perdida, se é de batalhas que se vive a vida, tente outra vez!”. (Raul Seixas).

Ao meu noivo Kalel Zavitoski... “Ainda bem que você vive comigo porque senão como seria essa vida? Sei lá...” Obrigada meu amor por estar presente em minha vida e por fazer meus dias mais felizes, sem você tudo seria mais difícil. Agradeço-te príncipe por todo seu amor, carinho, amizade e apoio incondicional sempre. Essa vitória é nossa! Amo-te! (...) “De todos os loucos do mundo eu quis você; porque eu estava cansada de ser louca assim sozinha! De todos os loucos do mundo eu quis você, porque a sua loucura parece um pouco com a minha...” (Clarice Falcão).

A Dra. Kátia Maria da Silva Cerqueira Leite... Pelo conhecimento compartilhado, orientações, direcionamentos e colaboração neste trabalho. Muito obrigada!

As amigas do laboratório de enzimologia *Vanessa (Van)* pela disposição e contribuição neste trabalho, sua parceria foi fantástica! *Danielli (Dani)* por sempre está disponível a cooperar e contribuir com o trabalho em grupo. “Na ciência não há saber mais ou saber menos, há saberes diferentes!”.

Á amiga Juliana Sá (Naza)... “Conviver é uma arte! Arte de saber respeitar e de aceitar os limites e defeitos dos outros”. E você entende isso! Obrigada pela amizade sincera e leal, pelas confidências, por estar sempre presente, pelo conforto nos momentos difíceis, pelos momentos alegres e divertidos que me renderam tantas gargalhadas nas fases tensas e desanimadoras. Você é uma pessoa fantástica, justa, confiável e com caráter e postura admirável. A Naza não é só uma amiga é uma irmã e irmã é para vida toda!

Á amiga Patty Magalhães... Pela companhia, por se fazer presente mesmo estando tão longe geograficamente, pelos puxões de orelha, pelos conselhos, pelas divergências que nos fazem refletir, por uma década de amizade sincera e leal. Somos muito mais que amigas, somos irmãs! Brigamos, discordamos, nos chateamos, mas é assim... com todos os que amamos. Obrigada por fazer parte da minha vida minha maninha! “Você minha amiga de fé minha irmã camarada, sorriso e abraço festivo da minha chegada, você que me diz as verdades com frases abertas, amiga você é a mais certa das horas incertas, não preciso nem dizer, tudo isso que eu lhe digo, mas é muito bom saber que eu tenho uma grande amiga” (Roberto Carlos).

Ao meu amigo Willian Campos Ribeiro (Will)... “Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.” E você vive isso! Obrigada pela amizade, parceria, discussão científica e por sempre está disposto a me ajudar. Sua generosidade e conforto nos momentos conturbados são atitudes jamais esquecidas, é um grande amigo no qual tenho tanta afinidade, um profissional admirável e um ser humano fantástico, e é por isso e outras qualidades que você mora no meu coração.

A amiga Ângela Arenas (Angelita).... Foram tantos os momentos juntas, aqueles alegres com tantas gargalhadas, aqueles que não me “respeitaram”, mas que surgiu um grande amor, aqueles reflexivos na companhia de uma chapinha, aqueles momentos conturbados que nos afastaram e ao mesmo tempo nos uniram e aqueles loucos que nos renderam tantas histórias. Hoje amadurecemos, as conversas mudaram e as metas também... mas aquele jeito meigo mas ao mesmo tempo decidido, aquela menina ao mesmo tempo mulher continua igualzinha, a mesma essência, as mesmas virtudes, a mesma colombiana que tenho tantas afinidades. A maninha do meu coração!

Ao Prof. Dr. Miguel Jafelicci Júnior e Dra. Elisete Aparecida Batista... Pelos ensinamentos, pelo conhecimento compartilhado e pela oportunidade de aprendizado durante o meu estágio docente, foram formações acadêmicas que levarei comigo para aplicar um dia quando estiver na mesma posição que vocês. Obrigada por tudo! “O professor afeta a eternidade, ele nunca poderá dizer onde sua influência para. O educador tem o poder de mudar a vida de um aluno, tornando-o tão bom ou melhor que ele, para isso é preciso a nobreza e a disposição de ensinar” (Brooks Adams).

Ao Prof. Iguatemy Lourenço e todo seu grupo de pesquisa do laboratório de Bioquímica Clínica pela disponibilidade e colaboração neste trabalho.

Aos amigos Dra. Carla Riccardi e Dr. Márcio Luiz dos Santos... Obrigada pelas discussões científicas, pelas informações compartilhadas e pelos conselhos quando precisei na fase mais difícil desse mestrado. Nós aprendemos um com o outro e isso fez com que aprendêssemos também sobre nós mesmo.

Aos moc's Islene, Jay, Oliver, Samara e Michel pelas boas lembranças e parceria. *Aos amigos Junior, Fernanda (Fer), Selminha, Mauricio, Simone (si),* a dona do café e chá mais gostoso do IQ *Neídoca* e todas aquelas que sempre estiveram presentes com uma palavra de conforto, um gesto acolhedor e um ombro amigo quando eu precisei. Obrigada a todas vocês pelos momentos que me fizeram sorrir quando minha vontade era chorar. “Amigo é coisa para se guardar de baixo de sete chaves dentro do coração.” (Milton Nascimento).

A Prof. Dra. Sandra Sponchiado e Maria Célia Bertolini... Pela infraestrutura disponibilizada para realização de algumas atividades deste trabalho. Obrigada! “Nenhuma conduta que implique a supressão da verdade é conduta correta” (Immanuel Kant).

Aos meus Sogros Deliana Zavitoski, Mário Santana e Flávio Oliveira.... Pelo apoio, carinho e amizade, e por me proporcionar o meu presente de Deus. Muito obrigada! (...) “Quando não houver saída, quando não houver mais solução; ainda há de haver saída, nenhuma ideia vale uma vida, a sós ninguém está sozinho, é caminhando que se faz o caminho, enquanto houver sol, ainda haverá, enquanto houver sol...” (Titãs).

As Secretárias da Físico-química *Ângela e Carmem* e Secretária da Bioquímica e tecnologia Química *Luisa Theruko* pelo apoio, amizade e por sempre estarem dispostas a ajudar. Muito obrigada meninas!!!!

A seção técnica de pós-graduação: Sandra, Célia, Cintia, Paula e em especial a Wennia pela disposição, compreensão e competência. “Escapei, como um pássaro, do laço dos passarinhos; o laço quebrou-se, e eu escapei” (Salmos 124:7).

Aos Funcionários da Biblioteca do Instituto de Química (Valéria, Bel, Cris, Ritinha, etc.)... Pela competência, dedicação e disposição sempre. “Renda-se, como eu me rendi. Mergulhe no que você não conhece como eu mergulhei. Não se preocupe em entender, viver ultrapassa qualquer entendimento” (Clarice Lispector).

Aos Funcionários do Instituto em especial as meninas da limpeza e aos amigos da portaria (Rogerio Carrara, Jair, Cristiane, Valdecir, Tânia, Joaquim, Claudinha, Zé e Teodoro) que além da competência tornaram-se amigos particulares. Valeu por tantas gargalhadas proporcionadas, pelo santo cafezinho de todo dia (diga-se de passagem, agora proibido pelo todo poderoso) após uma longa jornada de trabalho, pela disponibilidade e por sempre contribuírem de alguma forma quando precisava. Obrigada a todos!!! “O mundo é como um espelho que devolve a cada pessoa o reflexo de seus próprios pensamentos e seus atos” (Luís Fernando Veríssimo).

Ao Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista-UNESP campus de Araraquara, pela disposição e oportunidade de realização do curso. “Nunca deixe que lhe diga que não vale a pena acreditar no sonho que se tem ou que seus planos nunca vão dar certos ou que você nunca vai ser alguém... Se você quiser alguém em quem confiar, confie em si mesmo porque quem acredita sempre alcança”. (Renato Russo).

A Universidade do Estado do Pará-UEPA pela parceria e colaboração neste trabalho, e por toda minha formação acadêmica durante a graduação.

A coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior-CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante toda a realização do curso.

E aqueles que contribuíram indiretamente para realização deste trabalho, muito obrigada...!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”. (José de Alencar).

Valeu á pena...

Obrigada por tudo galera!

“Eu gosto de gente que vibra, que não tem de ser empurrada, que não tem de dizer que faça as coisas, mas que sabe o que tem que fazer e que faz. A gente que cultiva seus sonhos até que esses sonhos se apoderam de sua própria realidade.

Eu gosto de gente com capacidade para assumir as consequências de suas ações, de gente que arrisca o certo pelo incerto para ir atrás de um sonho, que se permite, abandona os conselhos sensatos deixando as soluções nas mãos de Deus.

Eu gosto de gente que é justa com sua gente e consigo mesma, da gente que agradece o novo dia, as coisas boas que existem em sua vida, que vive cada hora com bom animo dando o melhor de si, agradecido de estar vivo, de poder distribuir sorrisos, de oferecer suas mãos e ajudar generosamente sem esperar nada em troca.

Eu gosto da gente capaz de me criticar construtivamente e de frente, mas sem me lastimar ou me ferir. Da gente que tem tato. Gosto da gente que possui sentido de justiça. A estes chamo de meus amigos.

Eu gosto da gente que sabe a importância da alegria e a pratica. Da gente que por meio de piadas nos ensina a conceber a vida com humor. Da gente que nunca deixa de ser animada.

Eu gosto de gente sincera e franca, capaz de se opor com argumentos razoáveis a qualquer decisão. Gosto de gente fiel e persistente, que no descansa quando se trata de alcançar objetivos e ideias.

Eu gosto da gente de critério, a que não se envergonha em reconhecer que se equivocou ou que não sabe algo. De gente que, ao aceitar seus erros, se esforça genuinamente por não voltar a cometê-los. De gente que luta contra adversidades. Gosto de gente que busca soluções.

Eu gosto da gente que pensa e medita internamente. De gente que valoriza seus semelhantes, não por um estereotipo social, nem como se apresentam. De gente que não julga, nem deixa que outros julguem. Gosta de gente que tem personalidade.

Eu gosto da gente que é capaz de entender que o maior erro do ser humano é tentar arrancar da cabeça aquilo que não sai do coração.

A sensibilidade, a coragem, a solidariedade, a bondade, o respeito, a tranquilidade, os valores, a alegria, a humildade, a fé, a felicidade, o tato, a confiança, a esperança, o agradecimento, a sabedoria, os sonhos, o arrependimento, e o amor para com os demais e consigo próprio são coisas fundamentais para se chamar GENTE.

Com gente como essa, me comprometo, para o que seja, pelo resto de minha vida... já que, por tê-los junto de mim, me dou por bem retribuído.

(Mário Benedetti).

“Impossível ganhar sem saber perder. Impossível andar sem saber cair. Impossível acertar sem saber errar. Impossível viver sem saber reviver. A glória não consiste em não cair nunca, mas em levantar-se todas as vezes que seja necessário” E isso é algo que muito pouca gente tem o privilegio de poder experimentar!

(Confúcio).

“El mundo da muchas vueltas: levanta la cabeza y se Mosca para que seas nota 10.”

(Toro, M. J. U).

RESUMO

As espécies *Astrocaryum vulgare* Mart. e *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec., popularmente conhecidas como tucumã e uxi, respectivamente, são frutos nativos da região amazônica com propriedades físico-químicas, centesimal e organolépticas de grande valor para a indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica. O tucumã é um fruto rico em compostos de pró-vitamina A, vitamina E, ácidos graxos saturados e poliinsaturados, carboidratos e fibras. O uxi também é uma fonte de ácidos graxos, fibras, esteróides, sais minerais e vitaminas C e E, ainda pouco estudado pela comunidade científica. O valor nutricional é um dos principais fatores que conduzem ao crescente interesse pelo consumo de frutas no país, embora muitas frutas nativas da região amazônica, de menor consumo nacional, ainda não tenham sido devidamente pesquisadas quanto a suas propriedades e atividades benéficas à saúde. Essas frutas possuem diferentes compostos bioativos e em decorrência disto, o objetivo deste trabalho é avaliar a composição centesimal e os teores de compostos bioativos, mais especificamente o teor de fenóis, flavonoides, vitamina C e proteínas, bem como, a determinação do potencial antioxidante do tucumã e uxi nativos da Amazônia oriental. Os resultados encontrados nesta investigação indicam que os frutos de tucumã e uxi, respectivamente, apresentam importantes propriedades nutricionais e compostos bioativos como: carboidratos (26,52%; 35,20%), carotenoides (11,7; 7,87 mgE β C.100g⁻¹), fibras (9,0%; 18,05%), lipídeos (22,94%; 13,19%) minerais em especial o cálcio (110,0 mg.100g⁻¹), fenóis (59,6; 51,2 mgEAG.100g⁻¹) e flavonoides (360,36; 555,65 mgEQ.100g⁻¹), além disso, o tucumã apresentou potencial antioxidante com duas espécies reativas de oxigênio distintas, com o radical DPPH (2,06 IC₅₀ mg.mL⁻¹) e HOCl (1,96 IC₅₀ mg.mL⁻¹). Em suma, os resultados do estudo neste trabalho permitem a valorização dos frutos como alimento funcional no âmbito nacional e oferece alternativa de atividade sustentável para as populações dessas regiões.

Palavras chaves: Bioquímica, antioxidantes, frutas, composição centesimal e compostos bioativos.

ABSTRACT

The species *Astrocaryum vulgare* Mart . and *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec., popularly known as tucumã and uxi respectively, are fruits native to the Amazon region with physic-chemical and organoleptic proximate great value for the food industry , cosmetics and pharmaceuticals. The tucumã is a fruit rich in compounds of pro-vitamin A, vitamin E, polyunsaturated and saturated fatty acids, carbohydrates and fiber. The uxi is also a source of fatty acids, fiber, sterols, minerals, and vitamins C and E, yet little studied by the scientific community. The nutritional value is one of the main factors leading to the growing interest in the consumption of fruits in the country, although many native fruits of the Amazon region, lower domestic consumption, have not been properly screened for their properties and activities beneficial to health. These fruits have different bioactive compounds and due to this, the aim of this study is to evaluate the composition and levels of bioactive compounds, specifically the phenols, flavonoids, vitamin C and protein, as well as the determination of the antioxidant potential of tucumã and uxi natives of the eastern Amazon. The results in this research indicate that fruits tucumã and uxi, respectively, have important nutritional properties and bioactive compounds such as: carbohydrates (26,52%; 35,20%), carotenoids (11,7; 7,87 mgE β C.100g⁻¹), fibers (9,0%, 18,05%) , lipids (22,94%; 13,19%), especially minerals calcium (110,0 mg 100g⁻¹), phenol (59,6; 51,2 mgEAG.100g⁻¹) and flavonoids (360,36; 555,65 mgEQ.100g⁻¹), moreover, the antioxidant tucumã presented with two different reactive oxygen species, with DPPH (2,06 IC₅₀ mg.mL⁻¹) and HOCl (1,96 IC₅₀ mg.mL⁻¹). In summary, the result of the study in this work allows the appreciation of the fruits as functional food nationally and offers an alternative activity to sustainable populations of these regions.

Keywords: Biochemistry, antioxidant, fruit, composition and bioactive compounds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Frutas comestíveis nativas da Amazônia Brasileira.	23
Figura 2 – Ilustração da espécie <i>Astrocaryumvulgare</i> Mart. (tucumã) nativo do estado do Pará.	24
Figura 3 – Ilustração da espécie <i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec. (uxi) nativo do estado do Pará.	28
Figura 4 – Esquema da reação onde a enzima peroxidase converte o guaiacol e o peróxido de hidrogênio em tetraguaiacol.	32
Figura 5 – Perfil de eluição da coluna cromatográfica gel sephadex G-25 utilizando o <i>blue dextran</i> como padrão de referência. Leituras a 650nm.	48
Figura 6 – Curva analítica experimental para determinação do coeficiente de absorvidade molar da soro albumina bovina (BSA).	49
Figura 7 – Curva analítica experimental para determinação do coeficiente de absorvidade do ácido gálico.	50
Figura 8 – Curva analítica experimental para determinação do coeficiente de absorvidade da quercetina.	51
Figura 9 – Curva analítica experimental para determinação do coeficiente de absorvidade da glicose.	52
Figura 10 – Caracterização centesimal dos frutos de tucumã e uxi <i>in natura</i> .	57
Figura 11 – Caracterização centesimal dos frutos de tucumã e uxi <i>in natura</i> .	58
Figura 12 – Conteúdo de vitamina C encontrado nos frutos de tucumã e uxi <i>in natura</i> .	60
Figura 13 – Conteúdo de carotenoides totais encontrado nos frutos de tucumã e uxi <i>in natura</i> .	61
Figura 14 – Concentração de açúcares totais, redutores e não-redutores do fruto de tucumã <i>in natura</i> .	62
Figura 15 – Concentração Proteica dos extratos brutos de tucumã e uxi nas proporções 1:3; 1:5 e 1:10.	63
Figura 16 – Separação do extrato de tucumã, proporção 1:10, por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.	64
Figura 17 – Separação do extrato de uxi, extração na proporção 1:10, por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.	65
Figura 18 – Perfil de eluição das frações proteicas de tucumã por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.	66

Figura 19 – Perfil do conteúdo de proteína (; método de biureto, 540nm) nas frações 13 a 21 de extrato de tucumã (1:10), correlacionando com leituras de absorção a 280nm (●). Eluição em gel sephadex G-25.	66
Figura 20 – Perfil de eluição das frações proteicas de uxi por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.	67
Figura 21 – Perfil do conteúdo proteico das frações de uxi, amostra eluída em gel sephadex G-25.	68
Figura 22 – Concentração de proteínas totais presentes no extrato de tucumã e de uxi.	69
Figura 23 – Esquema do <i>Spot test</i> qualitativo para detecção de peroxidase no extrato de tucumã e uxi, respectivamente. O teste foi realizado em triplicata.	70
Figura 24 – Perfil de eluição das frações, conteúdo de fenóis e valores da concentração em EAG $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, de amostra de tucumã por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25, comparando com o perfil geral de eluição (280nm).	72
Figura 25 – Perfil das frações contendo fenóis, obtidas pela eluição de amostra de tucumã, em coluna gel sephadex G-25.	72
Figura 26 – Perfil de eluição das frações contendo fenóis, de amostra de uxi em coluna de gel sephadex G-25.	73
Figura 27 – Quantificação das frações fenólicas de uxi eluídas por Cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.	74
Figura 28 – Concentração de fenóis presentes nos extratos brutos dos frutos de tucumã e uxi.	75
Figura 29 – Teor de flavonóides presentes nos extratos brutos dos frutos de tucumã e uxi.	76
Figura 30 – Capacidade antioxidante dos <i>pools</i> e dos extratos brutos dos frutos de tucumã e uxi via radical DPPH.	78
Figura 31 – Capacidade antioxidante dos <i>pools</i> e dos extratos brutos dos frutos de tucumã e uxi via radical HOCl/OCl ⁻ .	79
Figura 32 – Correlação entre os parâmetros teor de carotenoides ($\text{mg E}\beta\text{C} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e a capacidade antioxidante, via ensaio de DPPH dos frutos de tucumã e uxi.	80
Figura 33 – Correlação entre os parâmetros teor de carotenoides ($\text{mg E}\beta\text{C} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e a capacidade antioxidante, via ensaio de HOCl dos frutos de tucumã e uxi.	81

Figura 34 – Correlação entre os parâmetros conteúdo de fenóis e a capacidade antioxidante, via ensaio de DPPH dos frutos.	81
Figura 35 – Correlação entre os parâmetros conteúdo de fenóis e a capacidade antioxidante, via ensaio de DPPH dos frutos.	82
Figura 36 – Correlação entre os parâmetros teor de vitamina C ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e a capacidade antioxidante, via ensaio de DPPH dos frutos.	82
Figura 37 – Correlação entre os parâmetros teor de vitamina C ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e a capacidade antioxidante, via ensaio de HOCl dos frutos.	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição físico-química e centesimal do mesocarpo de tucumã <i>in natura</i> e desidratado em base úmida para cada 100g de polpa de fruto.	26
Tabela 2 – Composição centesimal do mesocarpo de uxi <i>in natura</i> para cada 100g de polpa de fruto.	29
Tabela 3 – Características físicas e físico-químicas das frutas tucumã e uxi <i>in natura</i> .	55
Tabela 4 – Caracterização centesimal e valor calórico dos frutos de tucumã e uxi <i>in natura</i> .	56
Tabela 5 – Atividade <i>enzimática</i> da peroxidase no extrato de tucumã e uxi na proporção 1:10 e 1:3, respectivamente.	71
Tabela 6 – Coeficiente de correlação linear de Pearson.	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BSA	Soro Albomina Bovina
DCPIP	2,6 – diclorofenollindofenol
DNS	Ácido 3,5-dinitrossalicílico
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EβC	Equivalente Beta Caroteno
EAG	Equivalente Ácido Gálico
EQ	Equivalente Quercetina
HOCl	Ácido Hipocloroso
IC ₅₀	Porcentagem de inibição
POD	Peroxidase
TMB	3,3',5,5' - tetrametilbenzidina

LISTA DE SÍMBOLOS

μg Micrograma

mg Miligrama

g Grama

μL Microlitro

mL Mililitro

L Litro

μmol Micromol

cm Centímetros

nm Nanômetros

MM Massa Molar

Kcal Kilocalorias

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1 FRUTICULTURA BRASILEIRA	21
1.2 FRUTOS DA AMAZÔNIA	22
1.2.1 TUCUMÃ	24
1.2.1.1 Descrição botânica e distribuição	24
1.2.1.2 Frutos de tucumã	25
1.2.1.3 Composição físico-química e nutricional dos frutos de tucumã <i>in natura</i>	25
1.2.1.4 Manejo da espécie <i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	26
1.2.1.5 Uso e aplicação do tucumã	27
1.2.2 UXI	27
1.2.2.1 Aspectos botânicos e distribuição	27
1.2.2.2 Frutos de Uxi	28
1.2.2.3 Composição físico-química e centesimal do fruto de uxi	28
1.2.2.4 Atividades biológicas	30
1.2.2.5 Manejo da espécie <i>Endopleurauchi</i> (Huber) Cuatrec.	30
1.2.2.6 Uso e aplicação do uxi	30
1.3 PROTEÍNAS	31
1.3.1 ENZIMAS	31
1.3.1.1 Peroxidase	32
1.4 CARBOIDRATOS	33
1.4.1 AÇÚCARES REDUTORES	33
1.4.2 FIBRAS	34
1.5 LIPÍDEOS	35
1.6 COMPOSTOS BIOATIVOS EM ALIMENTOS	35
1.6.1 COMPOSTOS FENÓLICOS	36
1.6.2 COMPOSTOS FLAVONÓIDES	36
1.6.3 VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)	37
1.6.4 CAROTENÓIDES	38
1.7 MINERAIS	39
1.7.1 CÁLCIO	39
1.7.2 FÓSFORO	40

1.7.3 MAGNÉSIO	40
1.7.4 SÓDIO	40
1.7.5 POTÁSSIO	40
1.7.6 FERRO	40
1.8 ANTIOXIDANTES	41
1.9 JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO	42
2. OBJETIVOS	44
3. MATERIAL E MÉTODOS	45
3.1 MATERIAL	45
3.1.1 REAGENTES E SOLUÇÕES	45
3.1.2 OBTENÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS	45
3.2 METÓDOS	45
3.2.1 LIOFILIZAÇÃO DOS FRUTOS	45
3.2.2 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS BRUTOS	46
3.2.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS <i>IN NATURA</i>	46
3.2.4 ANÁLISE CENTESIMAL DOS FRUTOS <i>IN NATURA</i>	46
3.2.4.1 Umidade	46
3.2.4.2 Cinzas	46
3.2.4.3 Teor de lipídios	47
3.2.4.4 Teor de proteínas totais	47
3.2.4.5 Fibra bruta	47
3.2.4.6 Açúcares Totais	47
3.2.4.7 Carboidratos Totais	47
3.2.4.8 Valor calórico	47
3.2.4.9 Determinação de Minerais	47
3.2.5 DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS	48
3.2.6 CROMATOGRAFIA POR EXCLUSÃO MOLECULAR EM COLUNA GEL SEPHADEX G-25	48
3.2.7 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS NOS FRUTOS	49
3.2.7.1 Determinação do conteúdo de proteínas totais	49
3.2.7.2 <i>Spot test</i> : análise qualitativa para detecção de peroxidase	49
3.2.7.3 Determinação do conteúdo de fenóis totais	50
3.2.7.4 Avaliação do conteúdo de flavonóides totais	51
3.2.7.5 Determinação de açúcares redutores	52

3.2.7.6 Determinação de Vitamina C (Ácido ascórbico)	52
3.2.8 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE	53
3.2.8.1 Captura do radical DPPH	53
3.2.8.2 Ensaio com HOCl/OCl⁻	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS DE TUCUMÃ E UXI IN NATURA	55
4.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	56
4.2.1 ANÁLISE DE MINERAIS	58
4.2.2 CONTEÚDO DE VITAMINA C	60
4.2.3 CONTEÚDO TOTAL DE CAROTENOIDES	61
4.2.4 CONTEÚDO DE AÇÚCARES TOTAIS	62
4.3 CROMATOGRAFIA POR EXCLUSÃO MOLECULAR EM COLUNA GEL SEPHADEX G-25	63
4.3.1 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS TOTAIS	65
4.3.2 SPOT TEST: ANÁLISE QUALITATIVA PARA DETECÇÃO DE PEROXIDASE	69
4.3.3 FENÓIS TOTAIS	71
4.3.4 AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE FLAVONÓIDES TOTAIS	75
4.3.5 DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE AÇÚCARES REDUTORES E VITAMINA C	76
4.4 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE	77
4.4.1 CAPTURA DO RADICAL DPPH	77
4.4.2 ENSAIO COM HOCl/OCl ⁻	78
4.5 CORRELAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES DOS FRUTOS	79
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
PESQUISAS FUTURAS	85
REFERÊNCIAS	86

1.1 FRUTICULTURA BRASILEIRA

O Brasil recebeu uma valiosa herança daqueles que formaram o nosso país, e muita coisa ainda está para ser conhecida pelos brasileiros. Uma delas é a farta variedade da fruticultura brasileira, da qual pouco se conhece principalmente aquela nativa da região Amazônica. Poucas frutas dessa região ganharam notoriedade fora do seu habitat, com exceção, do guaraná, açaí e castanha-do-Pará que por possuírem propriedades energéticas e nutricionais são largamente consumidas no país e já demandadas no exterior.

A fruticultura brasileira é uma atividade importante na fixação do homem a terra e geração de emprego e renda já que muitas frutas são importantes fontes de subsistência para as populações de baixa renda em várias regiões do país. Porém a sua importância não se restringe apenas ao setor primário da economia, estende-se também para a indústria e comércio, agregando valores aos produtos vegetais (SILVA JUNIOR; BEZERRA; LEDERMAN, 2008).

O Brasil destaca-se por ser o terceiro maior produtor de frutos, com 6% da produção mundial. Os últimos dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que se referem a 2011, mostram que houve aumento de 6,77% na colheita de frutas em relação a 2010, atingindo quase 45 milhões de tonelada, mas a fruticultura Amazônica representa menos que 0,2% desse total (ANUÁRIO, 2013).

As frutas constituem uma das mais ricas fontes de elementos nutritivos para a alimentação humana. Nos últimos anos o interesse por frutas tropicais e exóticas tem crescido consideravelmente devido á busca por novos produtos e sabores no mercado e pela necessidade do consumo de nutrientes e compostos bioativos com ações benéficas (BORGUINI, 2006) como os antioxidantes, a vitamina C, os polifenóis e os carotenoides (LEONG; SHUI, 2002). Além disso, algumas frutas têm ainda grande potencial combustível, agroindustrial, forrageiro, medicinal e ornamental (ROGEZ et al., 2004; CARVALHO NETO, 2009).

Estudos epidemiológicos também mostraram que o consumo elevado de frutas e hortaliças está relacionado com uma menor incidência de determinados tipos de cânceres e feitos benéficos sobre doenças cardiovasculares, diabetes,

obesidade e catarata (STEINMETZ; POTTER, 1996). Com isso, o Ministério da Saúde e da Agricultura do Brasil tem estimulado a implementação de programas de educação alimentar para incentivar o consumo de alimentos ricos em vitamina A e outros nutrientes. Muitos destes alimentos, como as frutas nativas, apresentam custo acessível viabilizando o consumo das populações mais carentes. A consolidação do desenvolvimento sustentável destas frutíferas nativas para assegurar produtos de boa qualidade pode ser uma excelente opção para melhorar a saúde da população brasileira e para agregar valor aos recursos naturais disponíveis na Amazônia. Outra alternativa é a agroindustrialização das frutas para a produção de doces, sucos, sorvetes e outros derivados (VIEIRA, 2000).

Apesar da importância econômica, nutricional e terapêutica das frutas, e do incentivo governamental nessa vertente, há uma carência de pesquisas que visem à geração de tecnologias para a exploração racional de atividades e propriedades bioativas de frutas e de outros vegetais que segundo alguns estudos podem auxiliar no tratamento de doenças tropicais, infecções, inflamações, patologias relacionadas ao sistema imunológico e tratamento psiquiátrico.

1.2 FRUTOS DA AMAZÔNIA

A Amazônia é rica em biodiversidade, se destacando pelas condições ambientais (clima e solo) e recursos naturais (fauna e flora), possuem frutas e plantas cujas propriedades fitoterápicas são utilizadas pela indústria farmacêutica e cosmética. Essa disponibilidade de recursos naturais da fauna e flora Amazônica possibilita uma gama de espécies a ser explorada no qual estariam embutidas fontes de lucro que movimentariam a economia local. Atualmente as frutas comestíveis da Amazônia (figura 1) já chegam a 220 espécies, entre as mais difundidas no país estão o açaí, guaraná, mangaba, pupunha, castanha-do-Pará e cacau, porém ainda não estão sistematizadas (CARVALHO; MUELLER, 2008).

A agricultura tradicional da região Amazônica é composta basicamente por hortaliças, raízes nativas, plantas medicinais e frutos exóticos (CLAY et al., 1999), que são utilizados tanto para o consumo *in natura* quanto para elaboração de produtos processados (SOUZA et al., 2001; ANDRIGUETO et al., 2010).

Figura 1 – Frutas comestíveis nativas da Amazônia Brasileira.



Fonte: Aragão (2010).

Nos últimos anos, houve um acréscimo na economia de produtos e subprodutos de algumas espécies frutíferas da Amazônia (YAHIA, 2010). A fruticultura representa uma das principais divisas econômicas de estados da região norte como o Pará na Amazônia oriental. Segundo a secretária de Agricultura do Pará (Sagri-PA), 85% da produção de frutas processadas no estado do Pará destina-se ao mercado nacional, ficando 15% desse total no mercado local, o restante é exportado. Essa comercialização, seja para o mercado interno ou externo é normalizada pela Instrução Normativa nº 1, de 07/01/2000, do Ministério da Agricultura, na qual se encontra a definição das frutas, composição, características físicas, químicas, microscópicas e organolépticas, aditivos, resíduos e contaminantes, higiene, pesos e medidas, rotulagem e amostragem e métodos de análises.

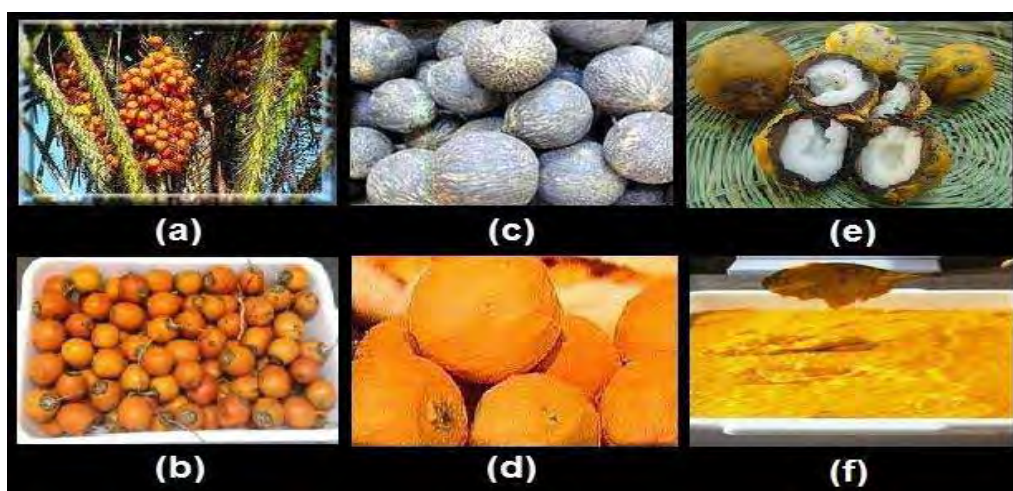
A cadeia produtiva da fruticultura na Amazônia no ano de 2010 exportou cerca de US\$ 41,75 milhões, deste total 77% corresponde ao estado do Pará, mostrando que a fruticultura tem participação significativa na economia paraense (SAGRI-PA, 2011). Neste contexto, onde a fruticultura movimenta a economia amazônica e disponibiliza grandes variedades de espécies frutíferas nativas e exóticas dessa região como fonte nutricional e terapêutica, encontram-se as espécies *Astrocaryum vulgare* Mart. (tucumã) e *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (uxi) que foram fontes de investigação neste trabalho.

1.2.1 TUCUMÃ

1.2.1.1 Descrição botânica e distribuição

A espécie *Astrocaryum vulgare* Mart. popularmente conhecida como tucumã ou tucumazeiro (figura 2) segundo a classificação botânica é pertencente ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, ordem Arecales, família Arecaceae(Palmeiras), e gênero *Astrocaryum* (VILLACHICA, 1996; CAVALCANTE, 2001; SHANLEY; MEDINA, 2005).

Figura 2 – Ilustração da espécie *Astrocaryum vulgare* Mart. (tucumã) nativo do estado do Pará.



Nota: (a) espécie *Astrocaryum vulgare* Mart. (tucumã ou tucumanzeiro) com cachos do fruto ainda em fase de amadurecimento, (b) frutos de tucumã *in natura*, (c) endocarpo do fruto de tucumã, (d) mesocarpo do fruto tipicamente fibroso e pigmentoso, (e) Semente (amendoas) do fruto (f) polpa do fruto *in natura*. Fonte: Aragão (2010).

O tucumã é comumente encontrado no leste da Amazônia brasileira, sendo a espécie investigada neste trabalho nativa do estado do Pará e encontrada em algumas regiões da Guiana Francesa e do Suriname (SHANLEY; MEDINA, 2005). Esta espécie cresce próximo dos rios, em áreas não cobertas com água, em terra firme, cobertura vegetal baixa e em campo limpo podendo alcançar de 10 a 15 m de altura e 15 a 20 cm de diâmetro (CAVALCANTE, 1991; CLEMENT; LLERAS; VAN LEEUWEN, 2005).

Os tucumazeiros geralmente produzem de 2 a 5 cachos de frutos anualmente, e cada cacho pesa entre 10 e 30 kg contendo de 200 a 400 frutos uma média de aproximadamente 750 frutos por palmeira (SHANLEY; MEDINA, 2005).

1.2.1.2 Frutos de tucumã

O tucumã floresce entre os meses de março a julho e frutifica na época chuvosa de janeiro a abril. No entanto, se bem manejada, essa palmeira pode frutificar o ano inteiro (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003; SHANLEY; MEDINA, 2005).

O tucumã são normalmente frutos de forma elipsoide, semente arredondada (variando de 0,6 a 2,9 cm de diâmetro), com epicarpo e mesocarpo de cor alaranjada, odor e aroma característico e grandes quantidades de óleo e fibras (CAVALCANTE, 1991; GUEDES; FRANÇA; CORRÊA, 2005). Os frutos apresentam-se com comprimento de 3 a 5 cm, e sua polpa de 2 a 4 mm de espessura com consistência pastosa-oleosa (CAVALCANTE, 1991; OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003).

1.2.1.3 Composição físico-química e nutricional dos frutos de tucumã

O tucumã é um vegetal nutritivo (tabela 1), do qual o mesocarpo é considerado uma fonte alimentícia rica em compostos pró-vitamina A (CHAVES; PECHNIK, 1947; YUYAMA, 2005) e ácidos graxos saturados e poli-insaturados, principalmente ácido oleicos, esteáricos e linoleicos (LUBRANO; ROBIN; KHAIAI, 1994; MORAES; DIAS, 2001), bem como apresenta quantidades relevantes de fibras e vitamina E (RIBEIRO; SOARES, 1995; BASTOS; ASSUNÇÃO, 1998; BROCHIER, 2000; CLEMENT; LLERAS; VAN LEEUWEN, 2005). Além disso, o tucumã também possui boas quantidades de vitamina B₁ e vitamina C (SHANLEY; MEDINA, 2005).

O fruto possui um teor vitamínico três vezes maior do que a cenoura e noventa vezes maior do que o abacate (CAVALCANTE, 1991; LIMA; MAGALHÃES; ABREU, 1996; SHANLEY; MEDINA, 2005), superando três vezes a necessidade diária de vitamina A recomendada para um homem adulto (CHAVES; PECHNIK, 1947), este teor elevado em provitamina A, principalmente dos carotenoides, confere-lhe uma capacidade antioxidante elevada. Segundo Rodriguez-Amaya (1996) este fruto encontra-se entre os de maior concentração de carotenoides (β caroteno), sendo superado somente pelo buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e estando à frente da pupunha (*Bactris gasipaes*).

Tabela 1 – Composição físico-química e centesimal do mesocarpo de tucumã *in natura* e desidratado em base úmida para cada 100g de polpa de fruto.

Análises	Tucumã	
	<i>In natura</i>	desidratado
Umidade (%)	48,46 ± 0,48	1,67 ± 0,06
pH	5,89 ± 0,10	5,71 ± 0,01
Acidez (%)	0,32 ± 0,00	0,60 ± 0,01
Açúcares totais (%)	1,99 ± 0,03	3,79 ± 0,02
Açúcares redutores (%)	1,27 ± 0,04	2,42 ± 0,01
Proteínas (%)	3,51 ± 0,00	6,70 ± 0,00
Lipídios (%)	32,29 ± 0,33	61,60 ± 0,62
Cinzas%	1,26 ± 0,09	2,40 ± 0,17
Carboidratos (%)	14,48 ± 0,40	27,63 ± 0,75
Energia (kcal.100 g ⁻¹)	362,57 ± 1,41	691,73 ± 2,80
β-caroteno (µg.100 g ⁻¹)	20286,38 ± 717,84	12063,29 ± 882,89
Vitamina A (µg.100 g ⁻¹)	857,20 ± 59,82	1005,27 ± 73,57

Fonte: Yuyama et al (2008).

O tucumã é um excepcional suprimento de vitaminas e outros elementos, além de possuir um óleo considerado comestível de cor amarela extraído do mesocarpo com características físico-químicas nutricionais e organolépticas de alto valor para a indústria alimentícia, cosmética, e farmacêutica (CAVALCANTE, 1991; ELOY, 2001). Apesar de suas potencialidades poucos estudos têm sido realizados para explorar as propriedades do tucumã e gerar tecnologias que possibilitem o seu reaproveitamento de forma sustentável.

1.2.1.4 Manejo da espécie *Astrocaryum vulgare* Mart.

As sementes de tucumã germinam muito lentamente, normalmente variando de 8 meses a 2 anos, porém, com um tratamento térmico de 40°C por 60 dias, o tempo de germinação poderá diminuir e ocorrer em até 6 meses. O crescimento é lento, demorando 8 anos para chegar à maturidade e alcançar de 5 a 6 metros de altura. O tucumazeiro por ser resistente ao fogo é frequentemente deixado nos roçados servindo para alimentação de caça, pessoas ou animais domésticos durante a plantação (SHANLEY; MEDINA, 2005).

1.2.1.5 Uso e aplicação do tucumã

O fruto é utilizado pelas indústrias alimentícias locais para produção de polpa *in natura*, suco, vinho, sorvete e picolé. Na indústria de cosmético o fruto é utilizado na produção de sabonetes, xampu, hidratantes, loções corporais e cremes faciais. O tucumã também é usado para produção de essências e aromatizantes (BRASIL, 2000; CLEMENT; LLERAS; VAN LEEUWEN, 2005; SHANLEY; MEDINA, 2005).

O óleo de tucumã é muito usado na culinária amazônica para produção de pratos típicos da região, bem como na produção de sabão, cosméticos e medicamentos fitoterápicos (LORENZI, 1966; SHANLEY; MEDINA, 2005).

O endocarpo (caroço) do fruto também é reaproveitado na confecção de biojóias como anéis, pulseiras, colares e outras. As joias de tucumã não são apenas adereços, elas também são utilizadas como proteção contra doença e mal olhado segundo os costumes e crenças de alguns povos da Amazônia (SHANLEY; MEDINA, 2005).

A palha (folha seca) do tucumazeiro é utilizada para confeccionar redes de pesca, chapéus, sacolas, tecidos e cordas. O espinho da palmeira também é usado na confecção de brincos, nos dardos e em agulhas para tecer redes de dormir (SHANLEY; MEDINA, 2005).

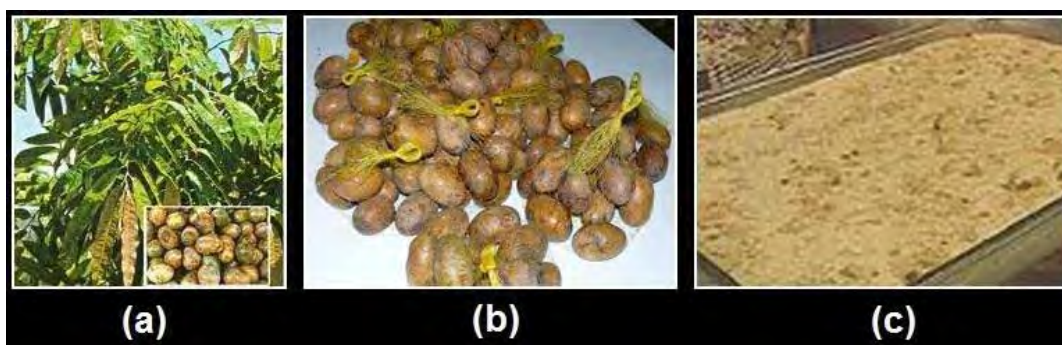
1.2.2 UXI

1.2.2.1 Aspectos botânicos e distribuição

A espécie *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. comumente conhecida como uxi ou uxizeiro (figura 3) segundo a classificação botânica é pertencente ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, sub-classe Magnoliidae, ordem Malpighiales, família Humiriaceae e gênero *Endopleura* (GENTRY, 1993; SHANLEY; MEDINA, 2005).

O uxi é uma das 50 espécies exóticas pertencentes à família Humiriaceae constituída por 8 gêneros distintos originários da Amazônia brasileira. É uma espécie tipicamente silvestre da mata alta de terra firme e ocorre nos estados do Pará e Amazonas, com mais frequência no estuário do Pará e regiões bragantinas, Guamá, capim, parte ocidental do arquipélago do Marajó e nas regiões de furo (CAVALCANTE, 1991; SHANLEY; MEDINA, 2005).

Figura 3 – Ilustração da espécie *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (uxi) nativo do estado do Pará.



Nota: (a) espécie *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (uxi ou uxizeiro) com cachos do fruto ainda em fase de amadurecimento, (b) frutos de uxi *in natura*, (c) polpa de uxi *in natura*.
Fonte: Carvalho; Shanley (2005).

O uxizeiro é uma árvore alta de 25 a 30m de altura e 1m de diâmetro, de tronco reto e liso, casca cinzenta, folhas denteadas e drupas comestíveis, com sementes oleaginosas e flores pequenas esverdeadas (SHANLEY; GAIA, 1998). O uxizeiro produz anualmente em torno de 700 a 2.000 frutos, uma média de 1.000 frutos por árvore, mas o número de frutos produzidos varia a cada ano (SHANLEY; MEDINA, 2005).

1.2.2.2 Frutos de Uxi

No Pará, o uxizeiro floresce e frutifica entre os meses de outubro a dezembro e os frutos caem entre fevereiro e maio. Porém, em áreas manejadas próximas de Belém, como Boa Vista, Víseu e Mosqueiro, algumas árvores frutificam-se novamente nos meses de julho e agosto (SHANLEY; GAIA, 1998; SHANLEY; MEDINA, 2005).

O fruto é uma drupa elipsoide de 5 a 7 cm de comprimento, 3 a 4 cm de diâmetro, com peso entre 50 e 70g e apresenta uma coloração verde-amarelada ou pardo-escuro quando maduro com uma ou duas sementes (CARVALHO; SHANLEY, 2005). É uma fonte de ácidos graxos, principalmente ácido oleico e palmítico, fibras, esteroides, sais minerais e vitaminas C e E. A polpa do fruto é farinácea, pastosa-oleosa e muito nutritiva (SHANLEY; GAIA, 1998).

1.2.2.3 Composição físico-química e centesimal do fruto de uxi

O uxi é uma excelente fonte de fibras e outros nutrientes importantes para o fortalecimento e bom funcionamento do corpo (tabela 2). Para cada 100 gramas de polpa, o fruto possui 0,13 mg de vitamina B₁ e 0,10 mg de vitamina B₂, indicando a

presença considerável de vitamina B quando comparado com outras frutas. A cada 100g de polpa tem-se também de 10 a 21g de fibras, 7,8 mg de ferro e 33,0 mg de vitamina C (SHANLEY; CARVALHO, 2005).

Esse vegetal também é uma excelente fonte de minerais, contendo 460,0 mg de potássio, 64,0 a 96,0 mg de cálcio, 53,0 a 70,0 mg de magnésio, 39,0 a 46,0 mg de fósforo e 22,0 mg de sódio por cada 100g de polpa de uxi (SHANLEY; CARVALHO, 2005).

Tabela 2 – Composição centesimal do mesocarpo de uxi *in natura* para cada 100g de polpa de fruto.

Análises	Uxi
	<i>in natura</i>
Umidade (%)	46,70
Lipídio (%)	20,20
Cinza (%)	1,20
Proteína (%)	1,30
Fibra (%)	10,80
Carboidrato (%)	30,60

Fonte: Shanley; Medina (2005).

O uxi possui um óleo comestível e de boa qualidade obtido da polpa com coloração amarelo-citrina ligeiramente esverdeado rico em fitoesteróis (1.4 g/100 de óleo). A presença de fitoesteróis em alimentos reduz o nível de colesterol no sangue (SHANLEY; MEDINA, 2005). As características físico-químicas e organolépticas do óleo de uxi são similares com as do óleo de oliva, diferenciando-se pelos índices de iodo e de refração que são menores proporções no uxi (CAVALCANTE, 1991; VILLACHICA, 1996).

Estudos com essa espécie vegetal revelaram a presença de açúcares redutor, glicosídeos cardíacos, purina, lactonas e taninos (PINHEIRO; ROSARIO, 2006; POLITI, 2009). Além desses compostos foi descrito na literatura a presença de derivados do ácido gálico C-glicosídeos (RAMAIAH et al., 1979; HERZNER et al., 2002; ZAMARRUD et al., 2006) e constituintes químicos como isocumarinas, triterpenóides pentacíclicos e ácido masílinico (LUNA et al., 2000).

1.2.2.4 Atividades biológicas

Os relatos da comunidade científica sobre a investigação de atividades biológicas na espécie *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. demonstraram atividade anti-inflamatória (POLITI et al., 2007a), antimicrobiana (POLITI et al., 2007b; POLITI, 2009), imunológica (MOREIRA et al., 2007) e efeito na diminuição da motilidade intestinal (HUBINGER et al., 2007).

1.2.2.5 Manejo da espécie *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec.

O uxizeiro apresenta algumas limitações que o tornam difícil de ser manejado. Sua produção é feita através de sementes que germinam somente entre o 9^a e o 16^a mês, crescem lentamente e levam de 7 a 15 anos para frutificar. Apesar disso, existem centenas de famílias perto da cidade de Belém plantando, manejando e comercializando uxi. Os produtores escolhem as mudas de árvores que nascem naturalmente e que produzem frutos graúdos, doces e com pouco refugo para serem comercializados (CAVALCANTE, 1991; SHANLEY; MEDINA, 2005).

1.2.2.6 Uso e aplicação do uxi

O uxi como fruto é muito conhecido na região amazônica e utilizado pelas indústrias locais para fabricação de picolés, sorvetes, vinhos, suco e óleo. A polpa do uxi é carnosa, farinácea e oleosa, com sabor e aroma peculiar e muito agradável. É consumida no estado natural ou com farinha de mandioca, constituindo um importante complemento na alimentação. O fruto está sendo valorizado atualmente no mercado local e sua polpa também é utilizada para fabricação de melados, licores e doces em pasta. O principal mercado para esta fruta é a capital Belém e região metropolitana, mas seu agradável sabor e aroma podem lhe conceder o mercado externo (CAVALCANTE, 1991; VILLACHICA, 1996).

A casca do uxizeiro é utilizada para fins medicinais e comercializada em feiras, mercados e farmácias de manipulação na região norte do país. Sua utilização como remédio é prescrita na forma de maceração ou chá para ser usada no tratamento de artrite, reumatismo, colesterol, diabetes, redução/eliminação de miomas em mulheres e anti-inflamatório (CORRÊA, 1984 apud POLITI, 2009; SHANLEY; MEDINA, 2005).

O óleo de uxi é comestível e de boa qualidade, utilizado na culinária local e como remédio para dores musculares. A semente do fruto é utilizada para fabricação

de biojóias, artesanato, incensos de defumação e amuletos (SHANLEY; MEDINA, 2005).

1.3 PROTEÍNAS

A proteína na dieta alimentar fornece o nitrogênio para ser utilizado na síntese de proteínas corpóreas e de outras substâncias contendo nitrogênio, sendo envolvida numa variedade de funções metabólicas importantes (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997).

As frutas apresentam, em geral, uma baixa concentração de proteína, as de maior expressão presente nas frutas são as de papel fisiológico. Essas proteínas exercem um papel fundamental sobre a fisiologia e post-mortem das frutas. Em sua maioria, elas estão localizadas nos tecidos vegetais, especialmente na parede celular (DUCKWORTH, 1966; RODRIGUES, 2009).

Os frutos podem sofrer a ação de enzimas durante seu amadurecimento e processamento industrial por isso, o estudo dessas proteínas é de fundamental importância para garantir a estabilidade e qualidade do produto final. A maioria das mudanças químicas que ocorrem nos tecidos vivos é mediada por enzimas e o número de sistemas enzimáticos encontrados nas frutas e vegetais é diversificado. Essas proteínas são de importância imensurável frente à proporção com que elas são encontradas nos frutos (DUCKWORTH, 1966; RODRIGUES, 2009).

1.3.1 ENZIMAS

As enzimas são proteínas que catalisam com eficiência ciclos metabólicos em diversas frutas com função específica, sob diferentes condições de pH, temperatura, meio iônico, concentrações, entre outros. Todas as enzimas possuem um centro ativo constituído geralmente por resíduos de aminoácidos de cadeia proteica e de um grupo não proteico (metaloenzimas), onde ocorre a catálise (DUCKWORTH, 1966; FATIBELLO FILHO; VIEIRA, 2002).

As reações enzimáticas são importantes em alimentos, quando elas são responsáveis pela formação de compostos desejáveis. Um exemplo de ação benéfica de enzimas em frutas e vegetais é a obtenção de aromas e outras características organolépticas devido à ação enzimática sobre substratos específicos precursores dessas propriedades (BOBBIO, 1992; RODRIGUES, 2009). Na indústria

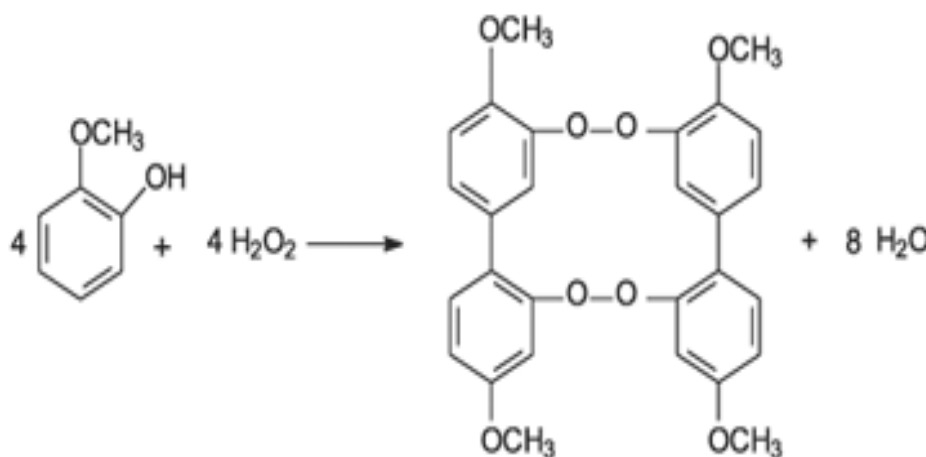
de alimentos, a inativação e a ativação enzimática são recursos utilizados no processamento e armazenamento de vários produtos (EVANGELISTA, 1998).

Porém, existem também aquelas reações enzimáticas que podem provocar alterações indesejáveis no alimento *in natura* e durante seu processamento e armazenamento. As reações de escurecimento enzimático, por exemplo, em tecidos de frutas e vegetais danificados, ou em fase após o amadurecimento, são decorrentes da oxidação de compostos fenólicos enzimáticos ou não que podem gerar produtos ou reações secundárias que alteram a cor do produto final, diminuindo a qualidade e o tempo de vida útil do mesmo (BOBBIO, 1992; RODRIGUES, 2009).

1.3.1.1 Peroxidase

A peroxidase (POD; EC: 1.11.1.7) é uma importante enzima presente em vegetais, capaz de catalisar um grande número de reações oxidativas e de biodegradação utilizando o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) como pseudo-substrato, o poder oxidante de peróxidos orgânicos ou em alguns casos, oxigênio como um aceptor de hidrogênio (FATIBELLO FILHO, VIEIRA, 2002).

Figura 4 – Esquema da reação onde a enzima peroxidase converte o guaiacol e o peróxido de hidrogênio em tetraguaiacol.



Fonte: Fatibello Filho; Vieira (2002)

Em vegetais, a peroxidase provoca mudanças indesejáveis no *flavour*, cor, textura e qualidade nutricional dos alimentos durante o processamento e armazenamento. É considerada uma enzima resistente altas temperaturas e sua inativação tem sido frequentemente usada como índice de efetividade do branqueamento (CAMPOS; SILVEIRA, 2003).

O controle da atividade da peroxidase é de suma importância para a tecnologia de alimentos, uma vez que esta é responsável pelo escurecimento em frutas e vegetais *in natura* e seus produtos processados (CLEMENTE; GALDINO, 2008).

A peroxidase é uma enzima útil e de grande potencial em varias aplicações industriais e analíticas, devido a sua capacidade de redução de peróxidos por substratos doadores de elétrons. Outro campo de aplicação dessas enzimas muito utilizado atualmente é o emprego de biosensores eletroquímicos para determinação de substancias química em amostras alimentícias, farmacêuticas e ambientais com a imobilização da peroxidase (FATIBELLO FILHO, VIEIRA, 2002; REGALADO, 2004).

1.4 CARBOIDRATOS

Os carboidratos são classificados em monossacarídeos, dissacarídeos, polissacarídeos (oligossacarídeos e frutooligossacarídeos), amido e fibras. Os carboidratos regulam o metabolismo proteico, impedindo que as proteínas sejam utilizadas para a produção de energia e podem auxiliar na oxidação lipídica para que esta seja mais eficiente (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997).

1.4.1 AÇÚCARES REDUTORES

O açúcar é o principal produto da fotossíntese, encontrado em todas as frutas e vegetais. Os açúcares são sintetizados pelas plantas para armazenar energia que é essencial para o seu crescimento e desenvolvimento e para formação de complexos responsáveis pela formação dos componentes estruturais da planta. (DUCKWORTH, 1966; RODRIGUES, 2009).

Os açúcares complexos compõem a maioria dos alimentos, mas o paladar não reconhece o sabor doce desses açúcares mais complexos. No entanto, quando ingeridos o organismo começa a decompô-los em açúcares mais simples, fornecendo a energia que o copo humano necessita. Nas frutas essa decomposição do açúcar também acontece durante o processo de maturação, onde parte do amido se converte em moléculas mais simples, conferindo a elas o gosto doce que lhes é peculiar (DUCKWORTH, 1966; RODRIGUES, 2009).

A sacarose, juntamente com a glicose e a frutose são os principais açúcares redutores encontrados em plantas. Os monossacarídeos, glicose e frutose possuem um grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidarem na presença de

agentes oxidantes em soluções alcalinas. Todos os monossacarídeos são redutores e o mecanismo de óxido-redução está relacionado com a formação de um enediol, que apresenta função fortemente redutora em meio alcalino e que transforma aldoses e cetoses. (DEMIATE et al., 2002; SILVA et al., 2003, RODRIGUES, 2009).

A sacarose apresenta-se com a ligação glicosídica o comprometimento das duas funções anoméricas, a aldeídica da glicose e a cetônica da frutose; assim um resíduo é a função aglicona do outro, e o dissacarídeo não apresenta capacidade de oxidação. Essa ligação é relativamente lábil, podendo ser hidrolisada em meio levemente ácido e assim liberar os dois monossacarídeos, então redutores (DEMIATE et al., 2002).

Os sucos de frutas são exemplos de alimentos naturais que contêm a mistura desses três açúcares solúveis. O conjunto desses açúcares com os ácidos orgânicos é que estabelece a qualidade sensorial e organoléptica da fruta (BOBBIO, 1992; DEMIATE et al., 2002; CHITARRA, 2006).

1.4.2 FIBRAS

A fibra é o conjunto de substâncias existentes em alimentos de origem vegetal que o organismo é incapaz de digerir. São polissacarídeos não amiláceos constituídos por moléculas de açúcares (pentoses, hexoses, 6-Deoxyhexoses ou ácidos úricos). São polímeros com mais de 11 unidades dessas moléculas de açúcares unidas por ligações glicosídicas. As cadeias laterais ou ramificações da estrutura básica são responsáveis pela solubilidade das fibras alimentares. A inter-relação entre estrutura e propriedades físicas e químicas, determina o efeito nutricional e as propriedades funcionais da fibra. Embora a fibra não forneça nutriente ao organismo, sua falta afeta a saúde (CÂNDIDO; CAMPOS, 1995; BODINSKI, 2001).

As características físico-químicas concernentes à solubilidade, viscosidade, gelificação, capacidade de incorporar substâncias moleculares ou minerais, determinarão as diferenciações entre as fibras. A solubilidade caracteriza-se pela estrutura molecular, tamanho de cadeia e composição de partículas, e relaciona-se de forma indireta com a viscosidade. De forma semelhante a gelificação, que é o potencial de retenção de água, propriedade incrementada nas pequenas partículas, possui relação indireta com a incorporação de minerais e substâncias moleculares (RAMOS, 2002).

A fibra tem a capacidade de absorver líquidos, formar géis e ligar substâncias entre. As fibras absorvem a água disponível, aumenta, de volume, distendem a parede do colón e facilitam a eliminação do bolo fecal. Devido a sua insolubilidade, elas não são fermentadas pela flora intestinal, portanto, não sendo praticamente metabolizadas. Uma importante observação a respeito das fibras dietéticas é que ao reterem a água, estas também absorvem eventuais agentes cancerígenos, auxiliando na prevenção do câncer de cólon (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997).

1.5 LIPÍDEOS

Os lipídeos são uma fonte concentrada de calor, energia e ácidos graxos essenciais. Além disso, impedem que as proteínas sejam utilizadas para a produção de energia, conferem sabor e palatabilidade á dieta, promove a absorção de vitaminas lipossolúveis e fornece um componente estrutural de membranas celulares, secreções digestivas e hormônios. Os lipídeos também têm a função de isolamento e controle de temperatura corpórea (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997; BODINSKI, 2001).

1.6 COMPOSTOS BIOATIVOS EM ALIMENTOS

Os alimentos fornecem não somente nutrientes essenciais necessários para a vida, mas também moléculas orgânicas denominadas como compostos bioativos que promovem efeitos benéficos ou não á saúde. Muitos desses compostos contribuem para a redução de incidência de doenças degenerativas e crônicas não transmissíveis. Esse efeito protetor tem sido atribuído, em grande parte, a propriedades biológicas ditas promotoras da saúde, tais como atividades antioxidantes, anti-inflamatória e hipocolesterolêmica de nutrientes como as vitaminas C, A e E, e de compostos fenólicos como os flavonóides. Além dos compostos fenólicos e das vitaminas, os carotenoides, presentes de forma abundante em alguns frutos, também têm demonstrado um importante papel como antioxidantes (RICE-EVANS et al., 1996; SILVA, 2001; SEIFRIED et al., 2007).

Compostos bioativos provenientes de alimentos podem auxiliar na eficácia do sistema endógeno de defesa e promover proteção, prevenção ou redução dos efeitos causados pelo estresse oxidativo (PIETTA, 2000; HUONG et al., 2005).

1.6.1 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são a principal classe de metabolitos secundários presentes em plantas que estão envolvidos na defesa e resistência a microrganismos e pragas e radiação ultravioleta. Englobam moléculas simples e com alto grau de polimerização, estão presentes na forma livre ou ligados a açúcares e proteínas (BRAVO, 1998).

Quimicamente os compostos fenólicos são definidos como compostos que possuem anel aromático com um ou mais grupo hidroxilas ligados ao anel, incluindo seus grupos funcionais (GIADA; MANCINI FILHO, 2006).

Os compostos fenólicos são importantes constituintes de varias frutas e hortaliças e podem influenciar o valor nutricional, propriedades organolépticas (cor, textura, aroma e adstringência) que conferem a qualidade dos alimentos e estabilidade oxidativa (PELEG; BODINE; NOBLE, 1998; NACZK; SHAHIDI, 2004). A quantificação dessas substâncias revela informações sobre a atividade antioxidante e benefícios á saúde (EVERETTI, 2010). Entre os antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos. As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de sequestrar espécies reativas de oxigênio, como os radicais livres (DECKER, 1997; ATOUI et al., 2005).

Os compostos fenólicos podem retardar os processos da oxidação em certos sistemas, mas isso não significa que eles possam proteger as células e os tecidos de todos os tipos de danos oxidativos (DECKER, 1997).

1.6.2 COMPOSTOS FLAVONÓIDES

Os flavonoides são um dos grupos mais importantes e amplamente distribuídos nos alimentos vegetais em diferentes formas e concentrações, sendo, portanto, componentes da dieta humana (MACHADO et al., 2008).

Os flavonoides são compostos de baixo peso molecular doadores de elétrons, caracterizados estruturalmente como difenil propanos ($C_6-C_3-C_6$) com 15 átomos arranjados em três anéis de carbono, ricos em grupos hidroxilas, que têm potenciais ações antioxidantes por reagirem e inativarem ânions superóxido, oxigênio singleto, radicais peróxido de lipídios e/ou estabilizando radicais livres envolvidos no processo oxidativo através da hidrogenação ou complexação com espécies oxidantes (MACHADO et al., 2008; JIMÉNEZ et al., 2009; SCALBERT et al., 2005; RICE-

EVANS et al., 1996). São compostos estáveis e resistentes a altas temperaturas e moderadas variações de acidez (ROSS; KASUME, 2002; MACHADO et al., 2008).

Diversas funções são atribuídas aos flavonóides nas plantas. Entre elas, pode-se citar a proteção contra a incidência de raios ultravioleta, proteção contra microrganismos patogênicos, ação antioxidante, ação alopática e inibição enzimática (HARBORNE; WILLIAMS, 2000). Esses compostos também têm sido de interesse biológico devido algumas atividades observadas *in vitro* tais como limpeza de radicais livres, modulação da atividade enzimática, atividade anticarcinogênica, doenças cardiovasculares e inibição de proliferação celular, bem como sua utilidade potencial como antibióticos, antialérgicos, agentes antidiarreicos, antiúlcera e anti-inflamatória (ROSS; KASUME, 2002; SEINFRIED et al., 2007; WILLIAMS et al., 2004).

1.6.3 VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)

O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel que pode ser sintetizado pelas plantas a partir da D-glicose ou D-galactose. Essa molécula é considerada um potente antioxidante natural, e pode ser oxidada reversivelmente ao ácido desidroascórbico pela retirada de dois átomos de hidrogênio, na presença de íons metálicos, luz, calor ou em condições levemente alcalinas com perda parcial da atividade vitamínica (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004). É um sequestrador eficaz de radicais como: o ânion superperóxido, radical hidroxila, peróxido de hidrogênio e oxigênio singlete (WEBER; BENDICH; SCHALCH, 1996).

A vitamina C é um nutriente essencial na alimentação humana que protege contra o câncer por vários mecanismos, incluindo o seu papel na promoção do colágeno e na inibição dos compostos de *N*-nitrosos no estômago, participa na síntese e manutenção dos tecidos e ajuda na formação dos ossos, dentes e sangue (LEE; KADER, 2000). Atua na absorção de ferro, cálcio, glicose e açúcares pelo organismo, agindo na prevenção do envelhecimento precoce da pele, doenças cardiovasculares e gripes e resfriados por agir no sistema imunológico (LEE; KADER, 2000). Além da importância fisiológica pela participação na formação do tecido conjuntivo, produção de hormônios e anticorpos e biossíntese de aminoácidos (BENDICH; LANGSETH, 1995).

Em plantas, também desempenha um papel protetor contra espécies reativas de oxigênio que são formadas a partir da fase fotossintética e processos

respiratórios. O ácido ascórbico também atua como cofator para muitas enzimas. (BYERS; PERRY, 1992; SILVA; NAVES, 2001; BARATA-SOARES et al., 2004).

O mecanismo dessa reação no corpo humano ocorre em ambos os lados da reação de óxido-redução, que acrescenta ou retira átomos de hidrogênio de uma molécula. Quando se oxida forma o ácido desidroascórbico pela retirada, por agentes oxidantes, de dois átomos de hidrogênio. E quando se Reduz acrescenta dois átomos de hidrogênio, formando novamente o ácido ascórbico (ANDERSON et al., 1988; Pauling, 1988 apud ARANHA et al., 2000).

A vitamina C também é muito utilizada na indústria alimentícia e constitui um agente antioxidante natural e muito utilizada no processamento de cerveja, bebidas não alcoólicas e outros processamentos como um aditivo de ação antioxidante (STADLER, 1999).

1.6.4 CAROTENÓIDES

Os carotenóides são pigmentos naturais lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos presentes em muitas frutas e hortaliças com papel importante na fisiologia dos vegetais. Seu teor nas frutas depende da variedade genética, estágio de maturação, armazenamento pós-colheita, processamento e preparo (CAPECKA; MARECZEC; LEJA, 2005). Muitos desses carotenóides apresentam grande quantidade de pró-vitamina A e forte atividade antioxidante (RODRIGUEZ-AMAYA, 2004; CHITARRA; 2005).

Quimicamente, os carotenóides são tetraterpenoides C₄₀ formados pela união cauda-cabeça de oito unidades isoprenoides C₅, exceto na posição central, onde a junção ocorre no sentido cauda-cauda, invertendo assim a ordem e resultado numa molécula simétrica. Ciclização, hidrogenação, desidrogenação, migração de duplas ligações, encurtamento ou alongamento da cadeia, rearranjo, isomerização, introdução de funções com oxigênio ou a combinação destes processos resultam na diversidade de estruturas dos carotenoides (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2004; UENOJO; JUNIOR; PASTORE, 2007; RODRIGUES-AMAYA; KIMURA e AMAYA-FARFAN, 2008). Em testes *in vitro* e *in vivo* foi mostrado que os carotenoides podem capturar radicais do oxigênio singlete, sequestrando e inibindo os radicais livres. Também podem sequestrar radicais peroxila por interação química. Os carotenóides apresentam caráter lipofílico, grande quantidade de pró-vitamina A e forte atividade

antioxidante sobre as lipoproteínas LDL e HDL (RODRIGUEZ-AMAYA, 2004; CHITARRA; 2005; PODSEDEK, 2007).

Em carotenoides naturais apresentam apenas três elementos: C, H e O. O oxigênio pode estar presente como grupo hidroxila, metóxi, epóxi, carboxila ou carbonila. Entre os carotenoides, podemos distinguir dois grupos: os carotenos, que são hidrocarbonetos e xantofilas, que têm oxigênio em sua molécula (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2004; RODRIGUES-AMAIA, KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

O β -caroteno é o carotenóide que possui maior atividade de provitamina A e é o mais abundante e comumente encontrado em diversos vegetais (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008). O processo de hidroxilação de α -caroteno e β -caroteno resultam na formação da luteína e zeaxantina, respectivamente, que possuem atividade de provitamina A. Com a maturação dos frutos, ocorre a conversão da luteína e da zeaxantina, resultando na diminuição dos níveis de α -caroteno e β -caroteno (SANTOCONO et al., 2007; MARINOVA; RIBAVORA, 2007).

O mecanismo pelo qual os carotenoides protegem os sistemas biológicos dos radicais depende da transferência de energia do oxigênio excitado para a molécula do carotenóide, em que a energia é dissipada por meio de rotações e vibrações do carotenóide no meio solvente. Existe evidência de estudos realizados que esse mecanismo atribui um importante papel em relação à prevenção e tratamento do câncer (MAIO, 2010).

1.7 MINERAIS

Os minerais como cálcio, fósforo, magnésio, sódio, potássio e ferro, apresentam papéis essenciais como íons dissolvidos em fluídos corpóreos e como constituintes de moléculas essenciais (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997; KRAUSE, 2000).

1.7.1 CÁLCIO

O consumo de cálcio na dieta alimentar é importante para o crescimento ósseo, desenvolvimento da rigidez dos dentes e funcionamento de algumas enzimas. A ingestão adequada desse mineral auxilia no combate ao retardo do crescimento e raquitismo em crianças, osteoporose em adultos, ossos finos e frágeis, coagulação sanguínea precária e menopausa (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997).

1.7.2 FÓSFORO

O fósforo está envolvido na estrutura de dentes e ossos, está presente no núcleo de todas as células, auxiliando na oxidação de carboidratos e gorduras, e na ação de enzimas envolvidas no metabolismo energético (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997).

1.7.3 MAGNÉSIO

A deficiência de magnésio é rara, pois a função renal auxilia na manutenção dos níveis apropriado de magnésio no organismo. Juntamente com outros minerais, o magnésio é um componente de ossos e dentes, sendo vital para o metabolismo de adenosina trifosfato (ATP) e desempenhando papel nos processos metabólicos e contrações musculares (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997).

1.7.4 SÓDIO

O sódio é um eletrólito e está envolvido na transmissão de impulsos nervosos, no controle de contrações musculares e na regulação da permeabilidade da membrana celular (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997).

1.7.5 POTÁSSIO

O potássio é um eletrólito que auxilia na regulação dos impulsos nervosos e contrações musculares, sendo um mineral necessário para reações enzimáticas intracelulares, bem como para a síntese de proteínas (PECKENPAUGH; POLEMAN, 1997).

1.7.6 FERRO

O ferro foi reconhecido como nutriente essencial há mais de um século. A deficiência nutricional de ferro é a anemia, que permanece comum até hoje, apesar da ampla disponibilidade de alimentos ricos em ferro. As funções do ferro resultam de sua habilidade em participar das reações de oxidação e redução. A ingestão do ferro adequada é essencial para a função normal do sistema imunológico (KRAUSE, 2000).

1.8 ANTIOXIDANTES

Antioxidantes são substâncias sintéticas ou naturais que previnem, retarda ou diminuem danos oxidativos á lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos, causados por espécies reativas de oxigênio e espécies reativas de nitrogênio incluindo os radicais livres. Essas espécies quando reagem ou são sequestradas por compostos bioativos reduzem os efeitos maléficos ao organismo vivo. A ação dos compostos dos compostos bioativos frente a substancias antioxidantes presentes em alimentos podem auxiliar na diminuição de doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares, inflamações, disfunções cerebrais e retardamento do envelhecimento precoce (COUTO; CANNIATTI-BRAZAC, 2010).

Os antioxidantes podem ser classificados em primários e secundários. Os antioxidantes primários são aqueles que interrompem a cadeia de reações envolvidas na oxidação lipídica doando elétrons ou hidrogênio aos radicais livres convertendo-os em produtos mais estáveis termodinamicamente. Os antioxidantes secundários são aqueles que atuam na redução o retardamento da taxa inicial da oxidação por decomposição de hidroperóxidos (SHAHIDI; NACZK, 2006).

O mecanismo de ação antioxidante inclui eliminar a formação de espécies reativas pela inibição enzimática ou pela transformação de elementos-traço envolvidos na produção de radicais livres, eliminar espécies reativas de oxigênio e manter o mecanismo antioxidante de defesa regulado e protegido (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1998). Os antioxidantes interferem na participação do oxigênio singlete e atuam como inibidores doando hidrogênios ou recebendo radicais livres dos ácidos graxos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

O interesse por compostos antioxidantes naturais tem aumentado consideravelmente para uso em alimentos ou materiais medicinais tendo como objetivo substituir os antioxidantes sintéticos, que estão sendo restringido devido à sua carcinogenicidade. Os produtos naturais detentores dessa atividade podem ser usados para ajudar o corpo humano a reduzir o estresse oxidativo, muitas frutas, legumes, ervas, cereais, brotos, sementes e cogumelos comestíveis têm sido investigados por suas atividades antioxidantes para aplicação na indústria alimentícia e farmacêutica por sua atribuição de qualidade ao produto final (WANG et al., 2000; ESPÍN et al., 2000; SOARES et al., 2009). Produtos de origem vegetal, como frutas, hortaliças, ervas medicinais, cereais, brotos, sementes, cogumelos comestíveis que tem sido investigado podem conter uma grande variedade de

moléculas capazes de sequestrar radicais livres, tais como compostos fenólicos, compostos nitrogenados, vitaminas, carotenoides e outros metabolitos endógenos, que exibem atividade antioxidante (CHANG et al., 2001; YU; VASANTHAN; TEMELLI, 2001; SHAHIDI; NACZK, 2004; DUENÃS; HERNÁNDEZ; ESTRELLA, 2006; SOUSA et al., 2007).

1.9 JUSTIFICATIVAS DO ESTUDO

Cobiçada por suas riquezas, a Amazônia é uma fonte de pesquisa para cientistas brasileiros e estrangeiros. A crescente demanda de produtos destinados à alimentação, o alto custo, as peculiaridades do ecossistema e as dificuldades de conexão com economias externas, são fatores que estimulam a busca de substitutos das fontes alimentares tradicionalmente utilizadas. O tema abordado neste trabalho possui grande relevância na atual conjuntura de desenvolvimento da biotecnologia, visto que a potencialidade de algumas espécies nativas da Amazônia ainda é pouco explorada, apesar de suas propriedades terapêuticas e nutricionais. Algumas espécies com grande potencial agroindustrial, nutricional e farmacêutico que até pouco tempo atrás era restrita a região Norte do Brasil, hoje vem chamando atenção da comunidade científica e pesquisadores de universidades renomadas Brasileiras e internacionais, bem como, de órgãos de fomentos que começaram a criar programas voltados para essa região, tornando-se fortes aliados na investigação de novos compostos bioativos benéficos a saúde, principalmente de espécies frutíferas.

Atualmente verifica-se um interesse das autoridades governamentais, quanto à exploração racional dos recursos naturais, em virtude disso, foi criado recentemente na região norte do país o Centro de Biotecnologia que investiga as potencialidades de matérias-primas das Amazônia para aplicação industrial e tecnologias para agregação de valor às frutas dessa região e, difusão das mesmas para outras localidades do país e fora dele. A evolução da Ciência e Tecnologia de Alimentos aumentaram as evidências científicas da correlação entre dieta e saúde. Com isso, os especialistas, profissionais de saúde e autoridades do Ministério da Agricultura e da Saúde têm discutido e implementando ferramentas para incentivar o consumo de alimentos ricos em nutrientes como potencial protetor da saúde. Os programas de educação alimentar incentivados pelo governo federal recomendam a ingestão de alimentos ricos em fibras, pobres em gorduras saturadas e alimentação rica em frutas e verduras. A partir destas recomendações, iniciou maior interesse por

alimentos que, além de satisfazer requisitos nutricionais e sensoriais básicos, desempenham efeitos fisiológicos benéficos.

Em virtude disso, as pesquisas de espécies frutíferas nativas e exóticas da região amazônica estão ganhando notoriedade pelas perspectivas apresentadas por algumas espécies.

A Amazônia apresenta inúmeras espécies nativas de plantas frutíferas que apresentam potencial econômico, terapêutico e nutricional, que vem despertando o interesse de estudos científicos em diversas áreas de conhecimento.

Considerando a importância alimentar dos frutos de tucumã e uxi para região amazônica, esse trabalho objetiva a caracterização bioquímica e centesimal de extratos concentrados, compostos primários e secundários, dessas espécies frutíferas, com potencial industrial, cosmético e farmacêutico. Assim, a proposta do trabalho:

- Determinação das características físico-químicas;
- Determinação da composição centesimal dos frutos;
- Avaliação do conteúdo de compostos bioativos:
 - dosagem de fenólicos;
 - compostos flavonoides;
 - vitamina C;
 - proteínas;
 - Carotenóides;
- Avaliação da capacidade antioxidante: DPPH, HOCl.

3.1 MATERIAL

3.1.1 REAGENTES E SOLUÇÕES

Todos os reagentes utilizados foram de grau de pureza analítica, adquiridos no comércio especializado. Todas as soluções foram recém-preparadas com água destilada e deionizada (Sistema Mili-Q de purificação de água, Millipore Inc., USA), resistividade maior que 18 MΩ/cm.

3.1.2 OBTENÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS

Os frutos *Astrocaryum vulgare* Mart (tucumã) e *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. foram adquiridos no distrito de Mosqueiro, localizado na Região metropolitana de Belém do Pará entre os meses de março e abril de 2013. Os mesmos foram transportados em condições adequadas de temperatura e acondicionamento até o local de trabalho.

3.2 MÉTODOS

As análises de caracterização centesimal foram desenvolvidas em parceria com o Laboratório de Alimentos da Universidade do Estado do Pará – UEPA. A caracterização Bioquímica foi realizada no laboratório de enzimologia do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus de Araraquara. Para as análises foram utilizados os métodos clássicos de caracterização bioquímica em triplicata com condições de ensaios definidas e ajustadas ao caso específico de cada fruto investigado.

3.2.1 LIOFILIZAÇÃO DOS FRUTOS

Os frutos foram lavados em água corrente e despolpados para separação da polpa bruta (mesocarpo e casca), sementes e resíduos. A polpa bruta dos frutos foi submetida ao congelamento com nitrogênio líquido e liofilizada com vácuo de 50-200 µHg, a temperatura de -98°C . Após a liofilização, as amostras foram imediatamente acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas a -18°C até a realização das análises.

3.2.2 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS BRUTOS

Para a obtenção dos extratos bruto de cada fruto, a extração das polpas liofilizadas foi realizada em solução tampão fosfato de sódio $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ pH 7,0 na proporção 1:3, seguindo-se de filtração a vácuo e centrifugação (5 minutos, $32258 \times g$, 4°C). Os extratos brutos obtidos foram armazenados em temperatura de -18°C até a realização das análises.

3.2.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS *IN NATURA*

Foram realizadas determinações da massa, volume, densidade, rendimento de polpa, pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) ($^{\circ}\text{Brix}$) e medidas de comprimento e diâmetro segundo as metodologias descritas por AOAC (1997) em triplicata. Os frutos foram pesados, o volume foi determinado pela técnica de deslocamento de volume de água, utilizando cilindro graduado contendo água. Os sólidos solúveis totais por refratômetro e a acidez por titulometria com álcali padrão. O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado por um pHmetro, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7, com variação de 0,02.

3.2.4 ANÁLISE CENTESIMAL DOS FRUTOS *IN NATURA*

As análises foram realizadas em triplicata, de acordo com as metodologias preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (2007) e AOAC – Association of Official Analytical Chemistry (2005). Os resultados foram obtidos pela determinação das medias aritméticas dos valores encontrados analisados através do delineamento em blocos com três repetições para cada amostra com análise de variância.

3.2.4.1 Umidade

Foi determinada pelo método gravimétrico a uma temperatura de 105°C pelo acompanhamento da perda de massa das amostras por gravimetria, até massa constante.

3.2.4.2 Cinzas

Determinou-se pelo método gravimétrico de carbonização em mufla a uma temperatura de 550°C até peso constante.

3.2.4.3 Teor de lipídios

O método utilizado foi a extração direta no extrator de SOXHLET, utilizando como solvente o éter de petróleo.

3.2.4.4 Teor de proteínas totais

O método utilizado foi a de micro-KJELDAHL na determinação de nitrogênio total, utilizando o fator empírico geral de 6,25 para transformar a porcentagem de nitrogênio encontrado em porcentagem de proteínas totais.

3.2.4.5 Fibra bruta

Para determinação de fibra utilizou-se o método de digestão ácido-base com refluxo em solução ácida e básica por gravimetria e carbonização.

3.2.4.6 Açúcares Totais

É o método baseado no poder redutor dos açúcares mais simples por titulometria.

3.2.4.7 Carboidratos Totais

Calculado pela diferença percentual, considerando-se a somatória dos valores de proteína, lipídeo, umidade e cinzas.

$$\% \text{ Carboidratos totais} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ lipídeo} + \% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas}).$$

3.2.4.8 Valor calórico

O valor calórico foi obtido pela somatória dos valores de carboidratos e proteínas e lipídeos multiplicados pelo coeficiente de Atwater (Torres et al., 2000).

$$\text{Valor calórico (Kcal)} = (\% \text{ proteína} \times 4) + (\% \text{ carboidrato} \times 4) + (\% \text{ lipídeo} \times 9).$$

3.2.4.9 Determinação de Minerais

Os minerais cálcio, magnésio e fósforo foram determinados por complexometria e os minerais ferro, sódio e potássio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e chama.

3.2.5 DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS

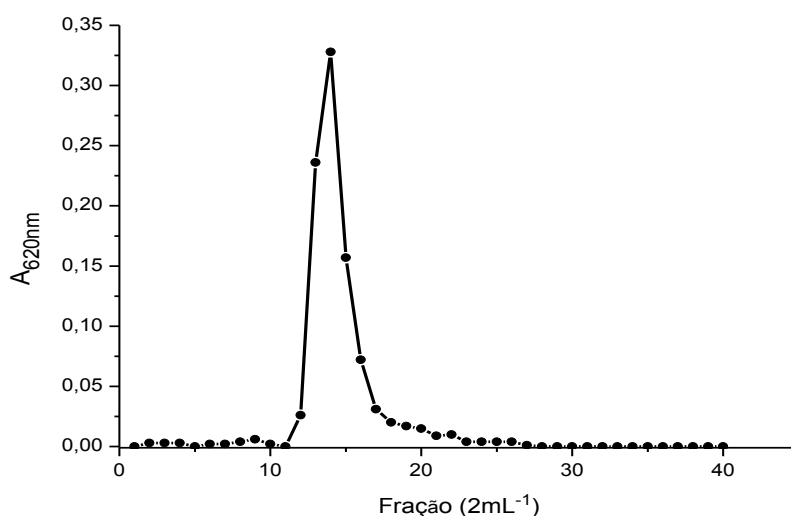
Os carotenoides totais foram extraídos com solventes e quantificados por espectrofotometria na região visível com leituras a 453 nm (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1994).

Os carotenoides totais foram calculados através da expressão matemática descrita por Davies (1976), considerando o coeficiente de absorção de $2620 \text{ }_{1\text{cm}}\text{E}^{1\%}$. Os resultados foram expressos em mg, em equivalente de β -caroteno por 100 gramas de fruto ($\text{mg E}\beta\text{C} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de fruto).

3.2.6 CROMATOGRAFIA POR EXCLUSÃO MOLECULAR EM COLUNA GEL SEPHADEX G-25

Os extratos brutos liofilizados de tucumã e uxi foram submetidos à cromatografia em coluna de gel Sephadex G-25 (50 x 1,2 cm), previamente equilibrada com solução tampão fosfato de sódio $0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, pH 7,0. As amostras foram eluídas com o mesmo tampão, coletando-se frações de 2,0 mL por cada tubo de ensaio. Os eluatos foram monitorados por espectroscopia de UV/VIS, com leitura da absorbância em 280 nm para detecção de proteínas, 750 nm para determinação de fenóis e 540 nm para determinação de açúcares redutores. Antes da eluição da amostra o perfil de eluição da coluna cromatográfica foi checado com a eluição do padrão *blue dextran*, com leituras a 620 nm (Figura 5).

Figura 5 – Perfil de eluição da coluna cromatográfica gel sephadex G-25 utilizando o *blue dextran* como padrão de referência. Leituras a 650nm.



Fonte: Autora.

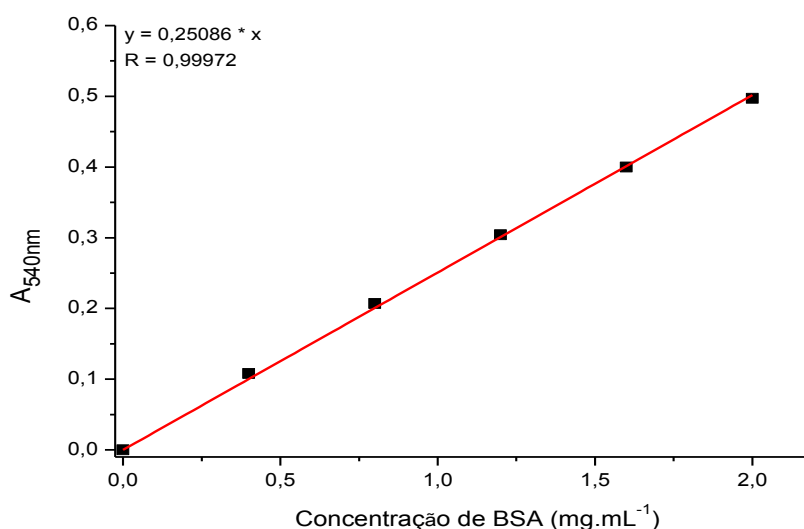
3.2.7 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS NOS FRUTOS

3.2.7.1 Determinação do conteúdo de proteínas totais

A concentração de proteínas totais foi determinada pelo método de biureto (GORNALL; BARDAWILL; DAVID, 1949). Neste método os íons Cu^{2+} em solução alcalina complexa com grupos amina de proteínas e peptídeos com três resíduos de aminoácidos (duas ligações peptídicas), resultando em coloração vermelha com absorção máxima a 540 nm.

A absorbância é diretamente proporcional à concentração de proteína, até o limite da lei de Lambert-Beer. O cálculo do valor da concentração proteica das amostras foi realizado utilizando o coeficiente de absortividade, determinado por regressão linear da curva analítica (Figura 6) de padrão proteico, soro albumina bovina (BSA), a saber: $0,25086 \text{ mg.mL}^{-1}$.

Figura 6 – Curva analítica experimental para determinação do coeficiente de absortividade molar da soro albumina bovina (BSA).



Fonte: Autora.

3.2.7.2 Spot test: análise qualitativa para detecção de peroxidase

Para esse teste foi utilizado o extrato bruto do tucumã e uxi em solução tampão fosfato de sódio $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ pH 7,0 na proporção 1:10 e 1:3 respectivamente. Em tubos de ensaio foi adicionado 20 μL do extrato brutos do fruto, 50 μL de guaiacol $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ e 10 μL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em etanol 0,1%, volume final de 2,0mL completos com solução tampão fosfato de sódio $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ pH 7,0. Incubaram-se as amostras por 40 minutos para acompanhamento da

reação enzimática a cada 5 minutos, até a formação ou não de coloração no tubo. O controle negativo foi feito somente com solução tampão fosfato de sódio, guaiacol e extrato bruto. Para esse momento foram feitos testes com vistas a verificar a presença ou não da POD.

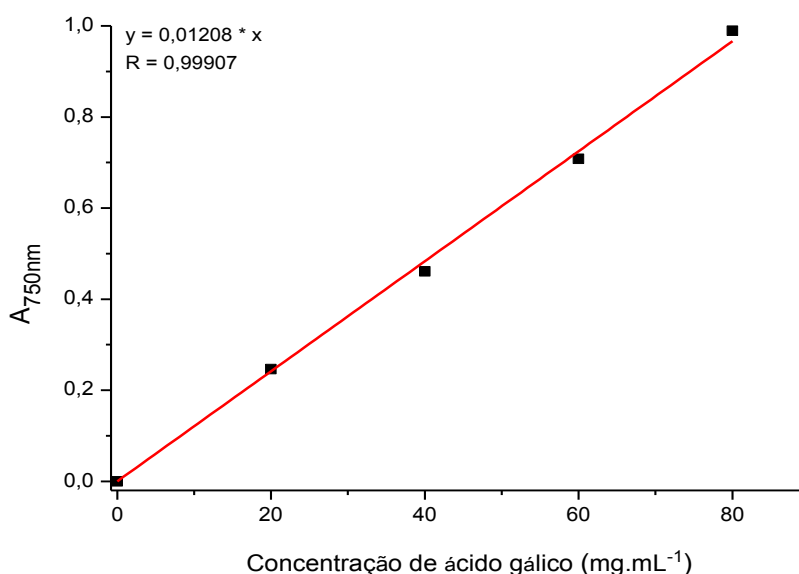
Assim, a avaliação dos resultados foi feita de modo qualitativo, a olho nu, com o objetivo de verificar a presença da POD. A formação de uma cor marrom avermelhada representa a presença de atividade de peroxidase, designando uma reação positiva (+). Uma não alteração de cor representa sem atividade de peroxidase, caracterizando uma reação negativa (-).

3.2.7.3 Dosagem de fenóis

A dosagem de fenóis nos frutos foi determinada pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, utilizando ácido gálico como padrão de referência (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTOS, 1999; WANG, et al., 2008). Esse método baseia-se na oxidação dos fenolatos pelo reagente de Folin-Ciocalteu formando um complexo de coloração azul no meio reacional, com banda de absorção máxima a 750 nm.

Os resultados obtidos foram expressos em equivalente de ácido gálico (EAG) e a quantidade de fenóis totais foi calculada utilizando o coeficiente de absortividade obtido da curva analítica do ácido gálico (Figura 7): $0,01208 \text{ mg.mL}^{-1}$.

Figura 7 – Curva analítica experimental para determinação do coeficiente de absortividade do ácido gálico.



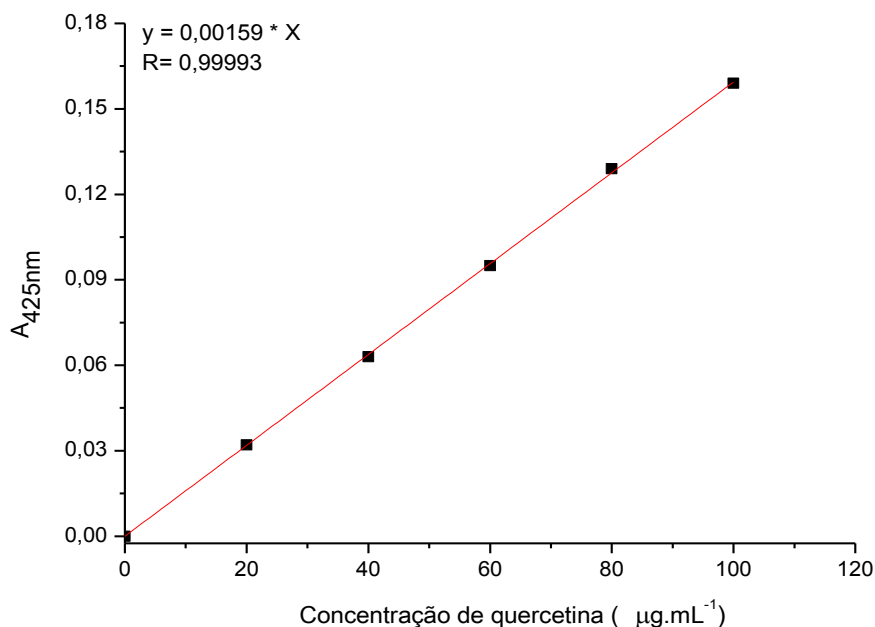
Fonte: Autora.

3.2.7.4 Avaliação do conteúdo de flavonóides totais

A determinação de flavonóides totais presentes nos extratos dos frutos foi realizada pelo método descrito por Chang et al (2002); Woisky e Salatino (1998) e Markham (1982) utilizando a técnica de espectroscopia ultravioleta. Esse método baseia-se na utilização de cloreto de alumínio, onde esse cátion forma complexos estáveis com os flavonoides, ocorrendo na análise espectrofotométrica um desvio batocrômico para maiores comprimentos de onda e maior intensidade de absorção de luz. Apesar dos compostos fenólicos formarem complexos com Al^{+3} , os mesmos possuem banda de absorção em comprimentos menores que os complexos flavonoides, portanto, não interferindo nas análises.

Os resultados obtidos foram expressos em equivalente de quercetina (EQ) e a quantidade de flavonoides totais presentes em cada fruto calculados utilizando o coeficiente de absorvidade obtido na curva analítica da quercetina com variação das concentrações (Figura 8): $0,00159 \mu\text{g.mL}^{-1}$.

Figura 8 – Curva analítica experimental para determinação do coeficiente de absorvidade da quercetina.



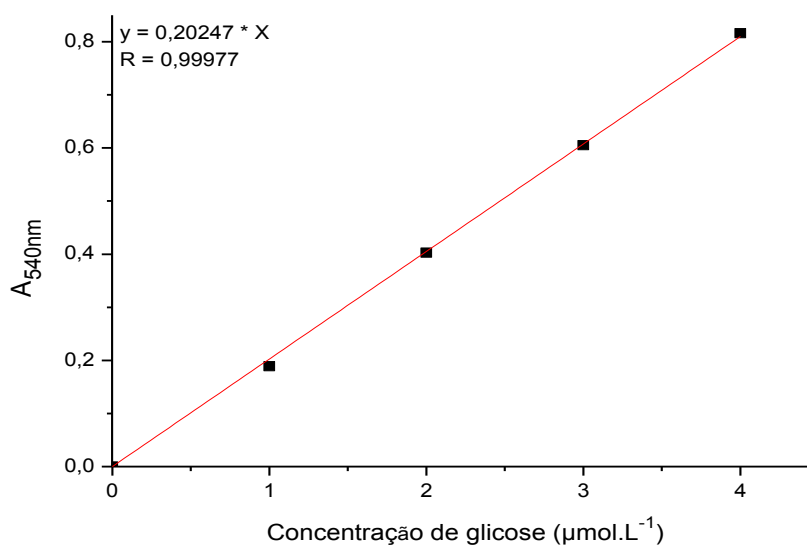
Fonte: Autora.

3.2.7.5 Determinação de açúcares redutores

O teor de açúcares redutores foi determinado pela metodologia descrita por Miller (1959), utilizando-se o ácido 3,5-dinitrossalicílico (DNS) e quantificação por espectroscopia de ultravioleta UV/VIS, empregando uma solução de glicose como açúcar redutor padrão de referência. Esse método baseia-se na redução do ácido 3,5-dinitrossalicílico a ácido 3-amino-5-nitrossalicílico, com oxidação do carbono anomérico do açúcar redutor, ocorrendo o desenvolvimento da coloração avermelhada com banda de absorção máxima a 540 nm. O cálculo do valor da concentração de açúcares redutores presentes nas amostras foi realizado por regressão linear baseando-se na curva analítica padrão de glicose, com obtenção do coeficiente de absortividade.

O cálculo do valor da concentração de açúcar redutor das amostras foi realizado utilizando o coeficiente de absortividade, determinado por regressão linear da curva analítica da glicose (Figura 9): $0,20247 \mu\text{mol.L}^{-1}$.

Figura 9 – Curva analítica experimental para determinação do coeficiente de absortividade da glicose.



Fonte: Autora

3.2.7.6 Determinação de Vitamina C (Ácido ascórbico)

Para determinação do teor de vitamina C foi utilizado o método titulométrico baseado no processo de oxiredução do sal sódico 2,6-diclorofenollindofenol (DCPIP) pelo ácido L-ascórbico, segundo a metodologia descrita por AOAC nº 43605 de 1984 e adaptada por Benassi (1990). O método de titulação oxidativa utilizado consiste

em medir o volume da solução de DCPIP necessário para oxidar completamente a solução de ácido ascórbico, até seu ponto equivalente, que é visualizado quando o meio deixa de ser incolor e se torna rosa. Com o valor do volume determinou-se a concentração de vitamina C no meio, considerando relação 1:1 com o DCPIP. Os resultados obtidos foram comparados com os dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2011).

3.2.8 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE

3.2.8.1 Captura do radical DPPH

A atividade antioxidante determinada nos *pools* fracionados e nos extratos brutos dos frutos liofilizados foi baseada no método descrito por Brand-Willians et al. (1995), utilizando o radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) que sofre redução pelos antioxidantes com mudança de coloração violeta para amarela, proporcional à substância redutora da amostra. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro com leitor de microplacas em comprimento de onda de 734 nm com incubação no escuro.

Os resultados neste ensaio foram expressos através do índice IC₅₀, que significa a menor concentração de amostra necessária apresentado pela reação para inibir 50% do radical DPPH. A queda das absorbâncias das amostras foi correlacionada com o controle, estabelecendo-se o percentual de atividade antioxidante (inibição) do radical DPPH conforme a equação:

$$\% \text{ Atividade antioxidante} = \frac{(A_{\text{controle}} - A_{\text{amostra}})}{A_{\text{controle}}} \times 100$$

Para o cálculo do índice IC₅₀ foi utilizada a equação da reta, substituindo o valor de y por 50 para obtenção da concentração da amostra com capacidade de reduzir 50% do DPPH.

3.2.8.2 Ensaio com HOCl/OCl⁻

O ensaio foi realizado de acordo com Costa, Ximenes e Fonseca (2004). Esse método baseia-se na habilidade da amostra investigada em capturar o HOCl, impedindo que o mesmo oxide a 3,3',5,5'- tetrametilbenzidina (TMB). A oxidação do TMB gera um composto de coloração azul com banda de absorção máxima em 652nm.

Os resultados neste ensaio foram expressos através do índice IC₅₀, estabelecendo-se o percentual de atividade antioxidante (inibição) do ácido hipocloroso (HOCl) conforme a equação:

$$\% \text{ Atividade antioxidante} = \frac{(A_{\text{controle}} - A_{\text{amostra}})}{A_{\text{controle}}} \times 100$$

Para o cálculo do índice IC₅₀ foi utilizada a equação da reta, substituindo o valor de y por 50 para obtenção da concentração da amostra com capacidade de reduzir 50% do HOCl.

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS DE TUCUMÃ E UXI *IN NATURA*

As frutas estudadas neste trabalho são procedentes da região Amazônica e obtidas diretamente do produtor rural. As características físico-químicas dos frutos são de grande importância tanto para o seu consumo *in natura* quanto para o seu processamento industrial. Na tabela 3, encontram-se os valores médios obtidos para a caracterização dos frutos de tucumã e uxi. Os parâmetros analisados foram: massa, volume, densidade, rendimento de polpa, pH, acidez, sólidos solúveis totais (°Brix) e medidas de comprimento e diâmetro.

O fruto de tucumã apresenta valores de massa, comprimento e diâmetro semelhantes aos citados por Moraes e Dias (2001) para a mesma espécie. No entanto, o rendimento da polpa de 49,5% é muito superior ao reportado pelos mesmos autores. No estudo realizado por Yuyama (2005) o valor de pH foi 5,89 similar ao encontrado neste trabalho, porém, o percentual de acidez (0,32%) citado pelo autor foi duas vezes inferior ao valor determinado neste trabalho (Tabela 3).

Tabela 3 – Características físicas e físico-químicas das frutas tucumã e uxi *in natura*.

Características	Tucumã		Uxi	
	<i>In natura</i>	Moraes e Dias (2001)	<i>In natura</i>	Villachica (1996)
Massa do fruto (g ⁻¹)	31,17	28,55	58,6	56,9
Semente (g ⁻¹)	5,47	n.d	8,95	n.d
Volume (mL ⁻¹)	41,5	n.d	106,93	n.d
Densidade (g.mL ⁻¹)	0,751	n.d	0,548	n.d
Massa da polpa (g ⁻¹)	5,43	n.d	11,97	n.d
Rendimento de polpa (%)	49,5	29,65	20,42	32,92
pH da polpa	5,9	n.d	4,45	n.d
Acidez (%)	0,77	n.d	0,41	n.d
SST (°Brix)	10,0	n.d	9,0	n.d
Diâmetro (cm ⁻¹)	4,0	3,4	4,8	n.d
Comprimento (cm ⁻¹)	4,4	4,1	5,34	n.d

Nota: as análises foram realizadas com 3 unidades de cada fruto (n = 3) a 25 °C. n.d = valor não determinado.

Na literatura não foi encontrado dados completos de caracterização físico-química do uxi, para uma correlação. Estudo realizado por Villachica (1996), partindo de massa similar de fruto deste trabalho, mostrou um rendimento da polpa de fruta

(32,92%) maior que o valor determinado neste trabalho (20,42%). Fatores sazonal e local de cultivo (terra e tratamento) podem levar a variações na composição entre frutos de diferentes fontes.

Com base nos dados obtidos, o tucumã poderia ser de melhor interesse para o processamento industrial no que se refere à relação custo/benefício, visto que o rendimento de polpa foi bem superior que o outro fruto estudado (sem análise de constituintes). A heterogeneidade encontrada entre o conteúdo dos frutos estudados e os citados na literatura com a mesma espécie está relacionada a fatores genéticos e ambientais (OLIVEIRA; COUTURIER; BESERRA, 2003).

4.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

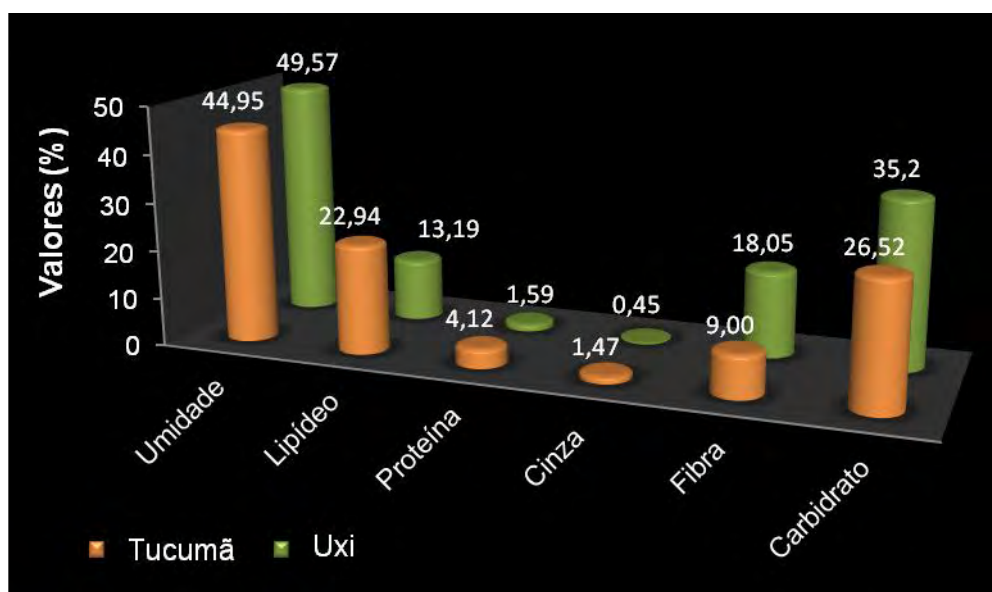
A análise da composição centesimal de alimentos brasileiros tem sido estimulada para reunir informações, atualizadas, confiáveis e adequadas à realidade nacional. A composição de alimentos é de suma importância para determinação nutricional e adequação da dieta alimentar de indivíduos, de populações e, também, para o planejamento agropecuário e na indústria de alimentos.

Os resultados obtidos na análise centesimal do tucumã e uxi estão apresentados na tabela 4 e figura 10, e encontram-se dentro dos resultados esperados quando comparados com a literatura. Para o cálculo do valor calórico utilizou-se os coeficientes de Atwater (apud TORRES et al., 2000): proteínas 4, carboidratos 4 e lipídios 9.

Tabela 4 – Caracterização centesimal e valor calórico dos frutos de tucumã e uxi *in natura*.

Análise	Tucumã		Uxi	
	<i>In natura</i>	Yuyama (2005)	<i>In natura</i>	Villachica (1996)
Umidade (%)	44,95 ± 0,56	48,46 ± 0,48	49,57 ± 0,25	46,7
Lipídeos (%)	22,94 ± 0,75	32,29 ± 0,33	13,19 ± 0,62	20,2
Proteínas (%)	4,12 ± 0,74	3,51 ± 0,00	1,59 ± 0,14	1,30
Cinzas (%)	1,47 ± 0,06	1,26 ± 0,09	0,45 ± 0,05	1,20
Fibra bruta (%)	9,0 ± 0,02	9,39 ± 0,01	18,05 ± 0,03	10,80
Carboidratos totais (%)	26,52 ± 0,01	14,48 ± 0,40	35,20 ± 0,01	30,60
Valor energético (Kcal)	293,02	325,01	193,06	266,20

Figura 10 – Caracterização centesimal dos frutos de tucumã e uxi *in natura*.



Fonte: Autora.

O percentual de umidade, cinzas, proteínas e fibra bruta encontrados no tucumã correspondem aproximadamente aos valores encontrados por Yuyama (2005), no entanto, o teor de carboidratos, lipídeos e valor energético é distinto do reportado pelo mesmo autor. Essa diferença na constituição do fruto é devido a sua heterogeneidade e fatores ambientais tais como clima, solo, temperatura de cultivo e período de frutificação que são determinantes na composição.

Os valores da composição centesimal do uxi para umidade e proteína obtidos neste estudo, mostraram-se próximos aos valores encontrados por Villachica (1996). Contudo, os valores de cinzas, lipídeos, fibra bruta e carboidratos diferem dos resultados citados pelo autor, explica-se pelas mesmas condições de heterogeneidade e ambientais descritas anteriormente.

A concentração de 22,94% de lipídio presente no tucumã mostra que este macronutriente é o principal constituinte do mesocarpo do fruto. Esta característica contribui consideravelmente para o seu elevado valor energético.

O tucumã e o uxi não apresentam quantidade proteica expressiva, quando correlacionados com o teor de outras espécies da Amazônia, como a castanha-do-Pará que apresenta em média 15,6% de proteína.

O conteúdo de fibra bruta determinados nos frutos de tucumã e uxi, de 9,0% e 18,05% respectivamente, apontam os frutos como uma importante fonte de fibra alimentar, quando comparados com outros alimentos. Considerando a recomendação de ingestão diária para um homem adulto desse macronutriente é de 20g, o consumo de 100g dos frutos suprem a necessidade diária. Além disso, as

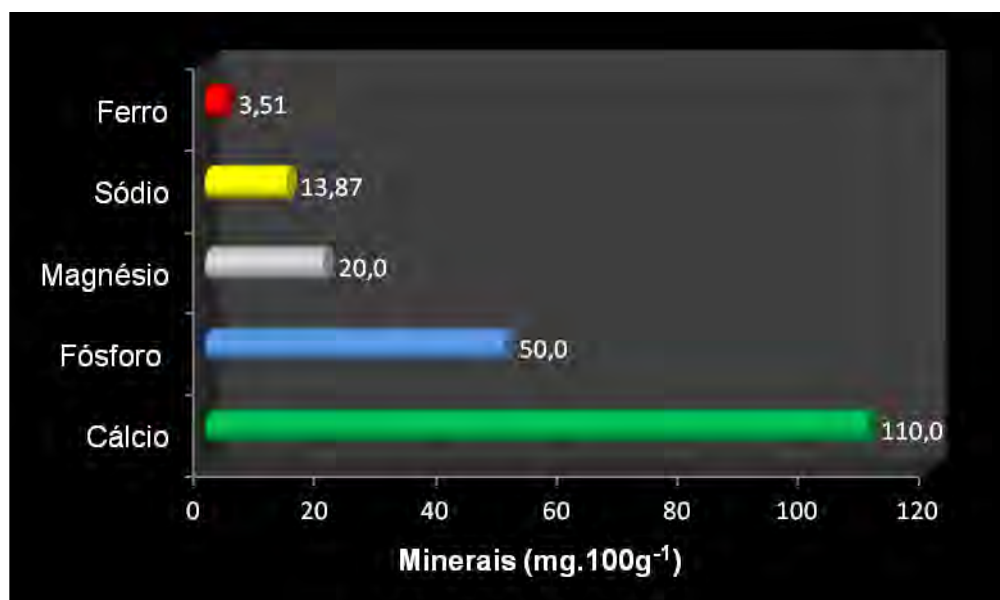
fibras alimentares apresentam diversos efeitos fisiológicos, em geral, aceleram o transito intestinal, diminuem o colesterol sanguíneo, desaceleram a hidrolise do amido, retardam a absorção da glicose e reduzem o risco de alguns problemas do colón (SILVA; MENDEZ; DERIVI, 1998; TURANO et al., 2000).

4.2.1 ANÁLISE DE MINERAIS

Os alimentos naturais são as principais fontes de minerais para o organismo. Nestes alimentos, o mineral se apresenta na forma de um complexo orgânico natural que já pode ser utilizado pelo organismo. No entanto, os alimentos nem sempre são suficientes em qualidade e quantidade para satisfazer a necessidade de minerais do organismo humano, nesse caso, é preciso muitas vezes recorrer aos suplementos minerais.

A absorção de minerais como cálcio, ferro, magnésio, fósforo e sódio é um processo natural pelo qual esses elementos inorgânicos são transformados em formas orgânicas, pela formação de complexos ou por meio de interações químicas, que podem ser perfeitamente absorvidas pelas vilosidades intestinais e passando, deste modo, à corrente sanguínea. A figura 11 apresenta a quantificação desses minerais no fruto de uxi *in natura*.

Figura 11 – Caracterização de minerais dos frutos de uxi *in natura*.



Fonte: Autora.

Os minerais cálcio, fósforo e magnésio apresentam-se em quantidades significativas na composição do uxi. Esses valores coincidem com os dados

reportados por Shanley e Medina (2005), classificando-os como uma fonte rica desses minerais.

O corpo humano é composto de 4 a 5% de minerais, sendo que o íon cálcio responde por metade deste valor. A presença desse mineral é importante na dieta alimentar, pois atua no sistema fisiológico, na transmissão do fluxo nervoso, liberação de hormônios, mediadores do sistema nervoso, fortalecimentos de dentes e ossos e, prevenção contra osteoporose.

O cálcio nos ossos deve estar em equilíbrio com o cálcio no sangue. A regulação do cálcio plasmático é controlada por um complexo sistema fisiológico hormonal envolvendo o hormônio da glândula paratireóide (PTH), ou hormônios como o calcitriol (formado biologicamente a partir da vitamina D), e a calcitonina, agindo nos rins, ossos e intestino, diminuindo ou aumentando a entrada de cálcio no meio extracelular.

Mulheres com idade acima de 50 anos geralmente sofrem alterações biológicas, interrompem o ciclo menstrual e entram na menopausa. Nessa faixa etária os ovários tornam-se inativos ocorrendo uma mínima ou nenhuma liberação de estrógeno, hormônio feminino protetor dos ossos, reduzindo a absorção de cálcio pelo intestino. Essa deficiência é devido à baixa produção de calcitonina, hormônio que inibe a desmineralização óssea e causa a fragilidade do esqueleto, pele e sistema cardiovascular (NIEVES et al., 1998).

O uxi apresentou disponibilidade de $110,0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de cálcio, podendo ser considerado uma fonte alimentícia natural desse mineral. Desse modo, o consumo desse vegetal pode contribuir para a reposição de cálcio no sistema fisiológico e reduzir o risco da osteoporose durante a menopausa.

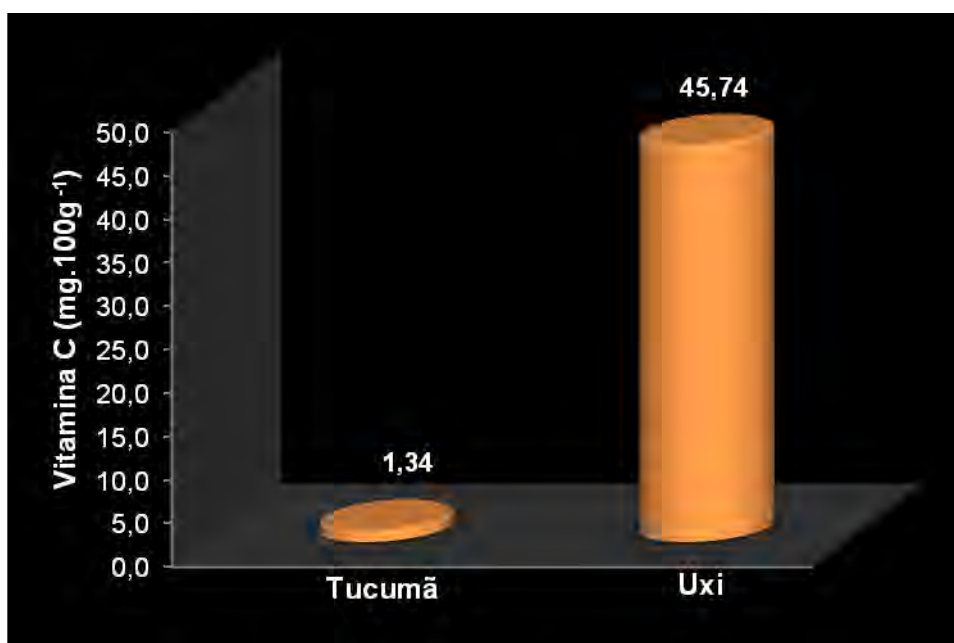
O íon fosfato se encontra disponível no organismo, na sua maioria, combinado a íons cálcio no esqueleto, e 10% nos tecidos moles, músculos, fígado e baço. Assim como o íon cálcio, o íon fosfato está sob a influência da vitamina D e do hormônio para-tireoideano. Exerce papel estrutural na célula, participa de numerosas atividades enzimáticas e desempenha papel fundamental para a célula como fonte de energia sob a forma de ATP (adenosina trifosfato). É graças ao íon fosfato (contendo o elemento fósforo) que a célula pode dispor de reserva de energia. No uxi foi quantificado a presença de $50,0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ do elemento fósforo, considerando a fruta como uma fonte alimentícia natural desse mineral.

O íon magnésio ($20,0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) também é um mineral importante, mesmo sendo menos abundante que os íons cálcio e fosfato, pois tem papel fisiológico na regulamentação da atividade de mais de 300 reações enzimáticas e, também, intervém na duplicação de ácidos nucleicos. Uma parte importante do conteúdo de íons magnésio é fixada sobre os ossos e, uma pequena parte na composição do sangue (DOSSIÊ, 2008).

4.2.2 CONTEÚDO DE VITAMINA C

A importância de novas fontes de vitamina C em frutas para inserção na dieta alimentar é de grande interesse para a área de ciência e tecnologia de alimentos, bem como para a área da saúde, visto que é um componente essencial para as funções fisiológicas do corpo humano. Além disso, a vitamina C é um componente importante para a indústria de alimentos, pois durante o processamento de sucos, obtenção de néctares e produtos como compotas, ocorre a sua degradação, sendo necessária em muitos casos a adição de vitamina C no produto final. Na figura 12, encontram-se os valores do conteúdo de vitamina C nos frutos estudados *in natura*.

Figura 12 – Conteúdo de vitamina C encontrado nos frutos de tucumã e uxi *in natura*.



Fonte: Autora.

O Tucumã apresentou o teor de vitamina C de $1,34 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa de fruta, valor muito abaixo do preconizado pela TACO (2011), onde o tucumã contém $18,0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Essa variação no conteúdo de ácido ascórbico é decorrente de diversos fatores ou estresses ambientais durante o plantio, colheita e

armazenamento. Os mais comuns são luz, temperatura, sal, presença de poluentes metais e herbicidas (DAVEY et al., 2000).

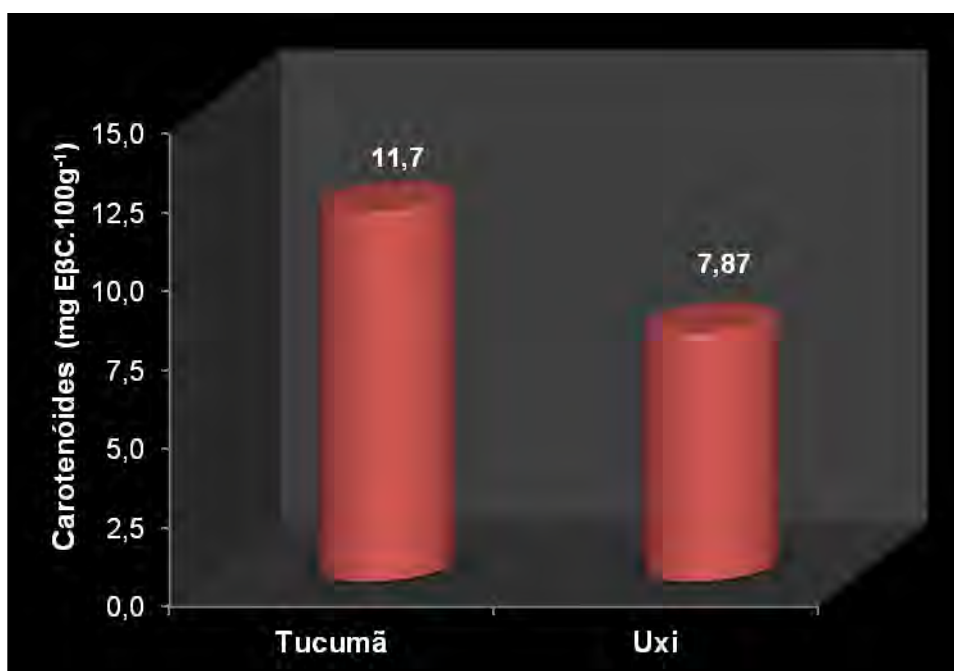
O conteúdo de vitamina C quantificado no uxi foi $45,74 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa, mostrando-se semelhante ao valor encontrado por Villachica (1996). Apesar do Uxi não se encontrar entre os alimentos descritos pela tabela TACO (2011), tal fruto apresenta quantidades significativas de vitamina C.

4.2.3 CONTEÚDO TOTAL DE CAROTENOIDES

Os alimentos variam qualitativa e quantitativamente na sua composição em carotenoides. No fruto maduro, estes micronutrientes estão localizados geralmente em cromoplastos e os hidroxicarotenóides que estão, na sua maior parte, esterificados com ácidos graxos. Embora os carotenoides sejam micronutrientes presentes em níveis muito baixos (microgramas por grama) em frutas, eles estão entre os constituintes alimentícios mais importantes. São substâncias bioativas, com efeitos benéficos à saúde, e alguns deles apresentam atividade de pró-vitamina A.

O conteúdo de carotenoides totais, com predominância de β -caroteno, determinado nos frutos de tucumã e uxi *in natura*, mostra-se pertinente aos resultados reportados na literatura. Os resultados obtidos no estudo desses frutos estão apresentados na figura 13.

Figura 13 – Conteúdo de carotenoides totais encontrado nos frutos de tucumã e uxi *in natura*.



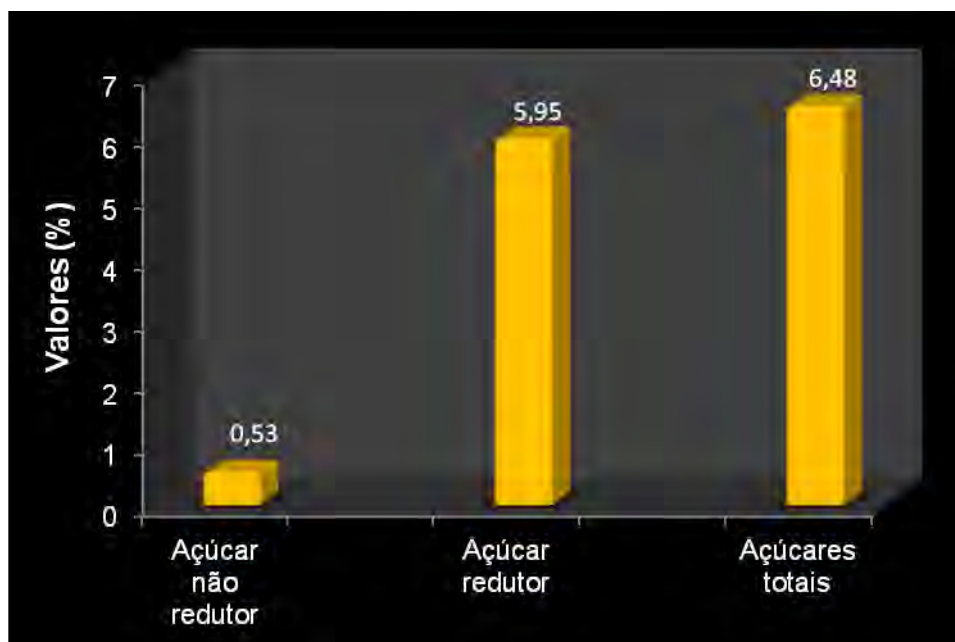
Fonte: Autora.

Os valores do teor de carotenóides nos frutos de tucumã ($11,7 \text{ mg E}\beta\text{C.100g}^{-1}$) e uxi ($7,87 \text{ mg E}\beta\text{C.100g}^{-1}$) são próximos ao determinado por Yuyama et al. (1998) de $10,3 \text{ (mg E}\beta\text{C.100g}^{-1})$ em frutos *in natura* de tucumã. Observa-se que dentre os diversos frutos da Amazônia, o tucumã constitui-se em uma das maiores fontes de β -caroteno, sendo comparado ao umari (*Paraqueiba sericea*) que apresenta de 7,9 a $15,3 \text{ mg.100g}^{-1}$ e ao buriti (*Mauritia flexuosa*) com 11,04 a $35,8 \text{ mg.100g}^{-1}$ (MARINHO; CASTRO, 2002; YUYAMA, 2008). Portanto, os resultados obtidos neste estudo apontam os frutos de tucumã e uxi, como uma importante fonte de vitamina A.

4.2.4 CONTEÚDO DE AÇÚCARES TOTAIS

A determinação da concentração de açúcares totais, redutores e não redutores (Figura 14) é de suma importância para a indústria de alimentos, visto que suas proporções podem ser determinantes na avaliação do padrão de qualidade de uma matéria-prima e, também, no preparo de uma formulação durante a elaboração de um produto.

Figura 14 – Concentração de açúcares totais, redutores e não-redutores do fruto de tucumã *in natura*.



Fonte: Autora.

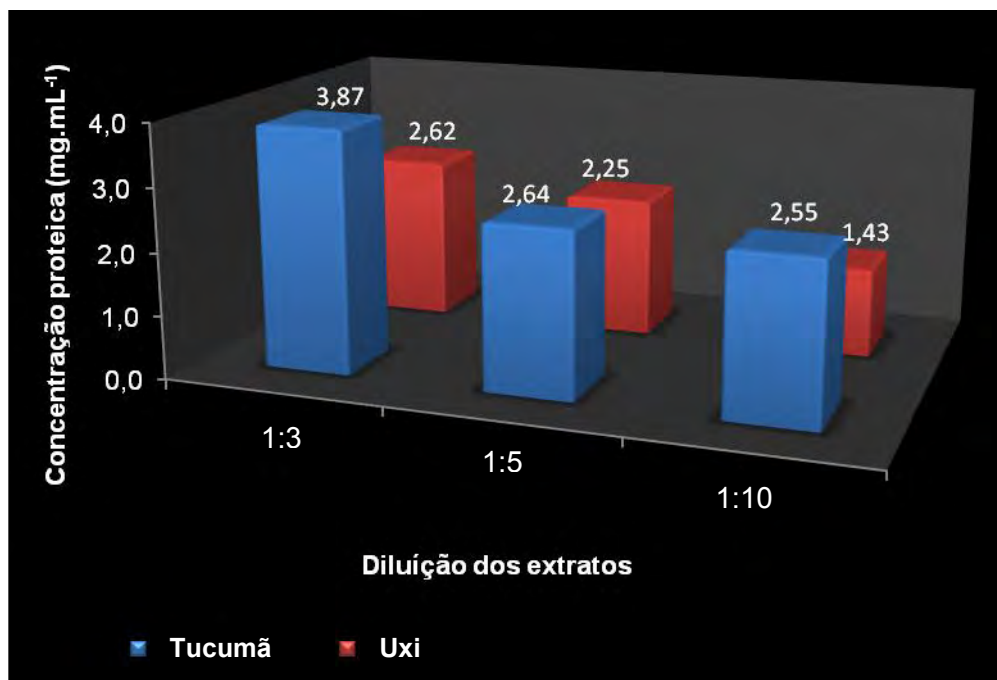
O tucumã apresentou um percentual de 6,48 % do conteúdo de açúcares totais, dentro desses valores, 5,95% encontram-se os açúcares redutores (91,8% do total de açúcar) e 0,53% os açúcares não redutores (8,2% do total de açúcar),

valores significativos e superiores quando comparados com os dados obtidos por Yuyama (2005) (açúcares redutores 63,8% do açúcar total).

4.3 CROMATOGRAFIA POR EXCLUSÃO MOLECULAR EM COLUNA GEL SEPHADEX G-25

Para a seleção da concentração de proteína de extrato bruto dos frutos de tucumã e uxi, que deve ser eluída na coluna cromatográfica em gel sephadex G-25, foram realizados testes de extração das amostras, em g.mL^{-1} de tampão, na proporção: 1:3, 1:5 e 1:10, determinando-se a dosagem proteica (g.mL^{-1}) em cada diluição de cada fruto. Os resultados obtidos para cada fruto podem ser observados na figura 15.

Figura 15 – Concentração Proteica dos extratos brutos de tucumã e uxi nas proporções 1:3; 1:5 e 1:10.



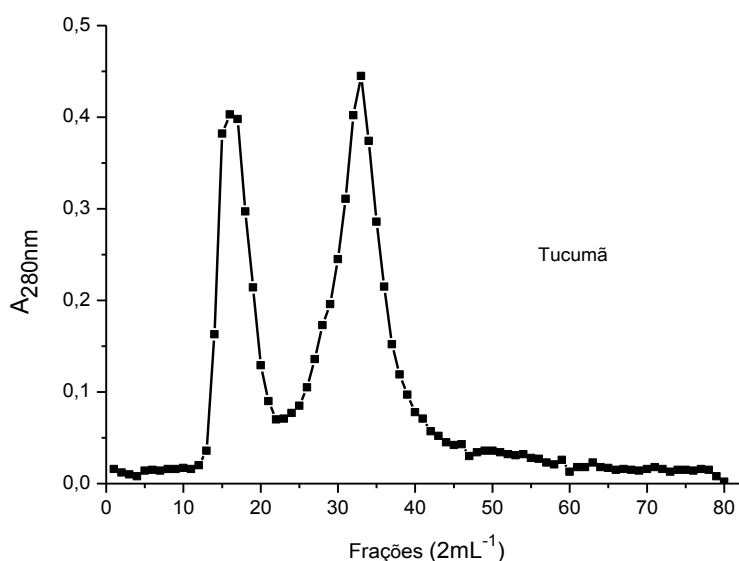
Fonte: Autora.

Pelos dados apresentados, tanto o tucumã quanto o uxi apresentou melhor extração na proporção 1:10, com concentrações proteicas de 2,55 e 1,43 mg.mL^{-1} , respectivamente, com valores de absorbância entre 0,5 e 1,0.

Os extratos de tucumã e uxi, na proporção 1:10 selecionados, foram submetidos à cromatografia de exclusão molecular em coluna de gel Sephadex G-25, previamente equilibrada com solução tampão fosfato de sódio $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$, pH 7,0 e determinação do volume “morto” de separação com *blue dextran*. Foram coletadas frações de 2,0 mL por tubo de ensaio.

O perfil de eluição do extrato de tucumã (figura 16) revelou a presença de dois picos. O primeiro, região onde se tem o “volume morto”, corresponde principalmente a presença de proteínas (macromoléculas com massa molecular - MM>> que 5000) e, o segundo corresponde a presença de moléculas com MM abaixo de 5.000 (podendo conter compostos bioativos).

Figura 16 – Separação do extrato de tucumã, proporção 1:10, por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.

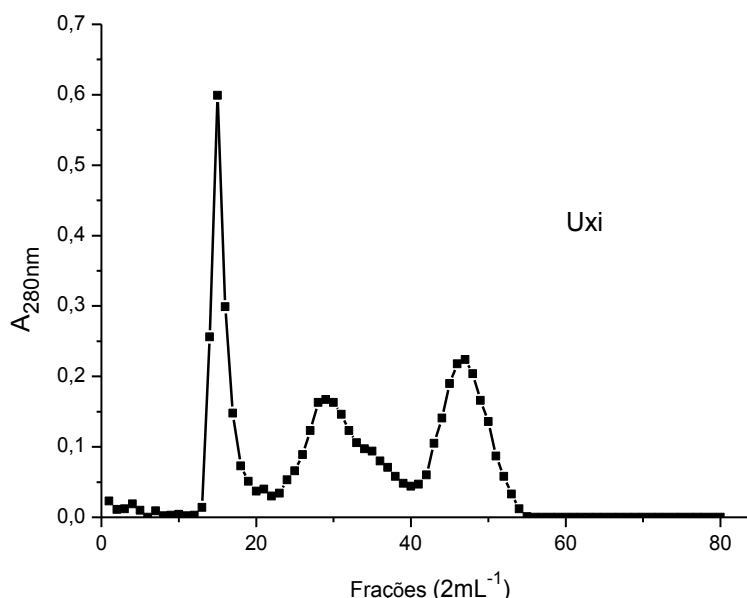


Nota: Cromatografia de exclusão molecular realizada em coluna gel sephadex G-25 previamente equilibrada com solução tampão fosfato de sódio 0,05 mol.L⁻¹ pH 7,0 e eluída com a mesma solução tampão, com coleta de 2,0 mL por fração, em um fluxo constante de 2,0 mL.min⁻¹. Os eluatos do tucumã foram acompanhados por leituras de absorbância em 280 nm. Fonte: Autora.

A eluição em sephadex G-25 propiciou uma separação bem definida entre macromoléculas e moléculas menores com MM<5000. O que possibilita determinação de compostos bioativos, como os fenólicos, sem a interferência de proteínas (dosagem de fenóis pelo método Folin-Ciocalteu).

O perfil de eluição de extrato de uxi (figura 17) identificou a presença de três picos. O primeiro corresponde á presença de proteínas, o segundo provavelmente a presença de micromoléculas de baixa MM e o terceiro pico ainda serão testados compostos para a sua possível identificação.

Figura 17 – Separação do extrato de uxi, extração na proporção 1:10, por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.



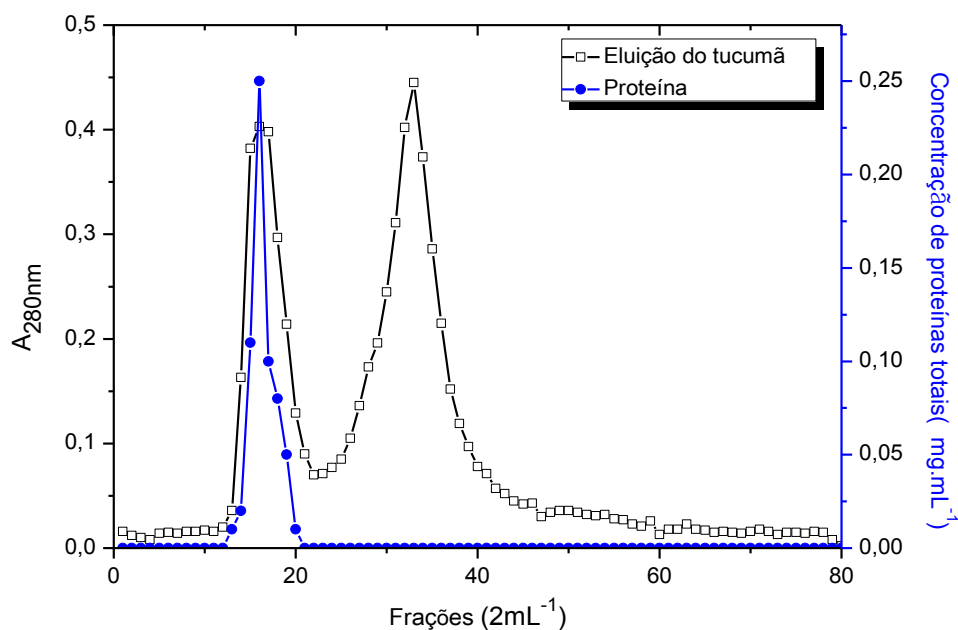
Nota: Cromatografia de exclusão molecular realizada em coluna gel sephadex G-25 previamente equilibrada com solução tampão fosfato de sódio 0,05 mol.L⁻¹ pH 7,0. Amostra eluída com a mesma solução tampão, com coleta de 2,0 mL por fração, em um fluxo constante de 2,0 mL.min. Os eluatos do uxi foram acompanhados com leituras de absorbância em 280 nm. Fonte: Autora.

Com base no perfil de eluição dos extratos de tucumã e uxi foram realizadas dosagens de proteínas, de compostos bioativos e de atividade antioxidante em cada pico revelado.

4.3.1 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS TOTAIS

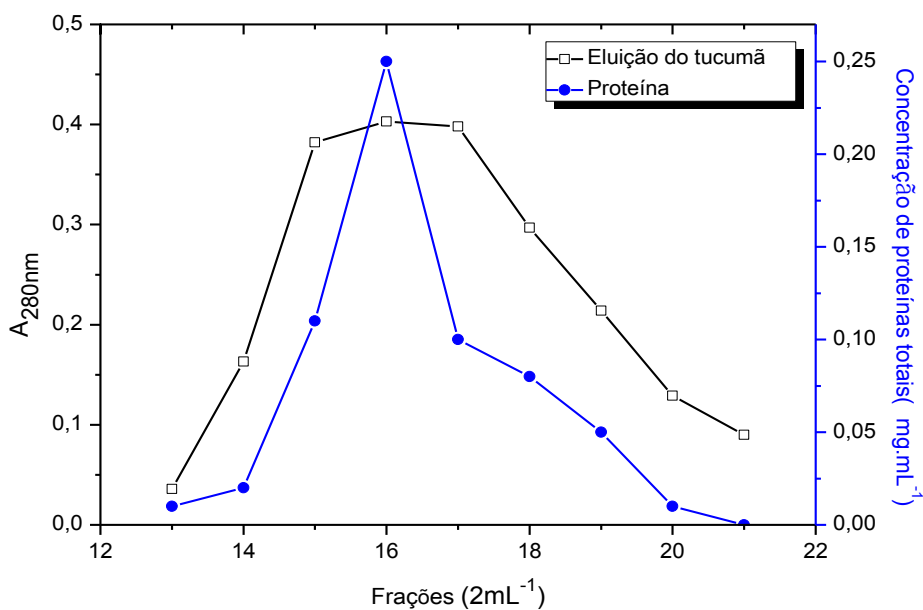
Em cada fração foi feita a dosagem de proteínas pelo método de biureto, após reação foram feitas leituras da absorbância em 540 nm. O perfil de eluição do tucumã (figura 18) revelou que a proteína foi eluída em oito frações, entre as frações 10 a 20. Para visualização das frações com maior conteúdo de proteína, os dados das frações 13 a 20 foram analisados graficamente (figura 19), destacando-se a fração 16 que apresentou maior concentração proteica com 0,25 mg.mL⁻¹.

Figura 18 – Perfil de eluição das frações proteicas de tucumã por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.



Nota: Cromatografia de exclusão molecular realizada em coluna gel sephadex G-25 previamente equilibrada com solução tampão fosfato de sódio 0,05 mol.L⁻¹ pH 7,0. Amostra eluída com a mesma solução tampão com coleta de 2,0 mL por fração, em um fluxo constante de 2,0 mL.min. As frações do tucumã foram quantificadas quanto a presença de proteínas por espectrofotômetro UV/VIS com leitura de absorbância em 540 nm. Fonte: Autora.

Figura 19 – Perfil do conteúdo de proteína (□; método de biureto, 540nm) nas frações 13 a 21 de extrato de tucumã (1:10), correlacionando com leituras de absorção a 280nm (●). Eluição em gel sephadex G-25.

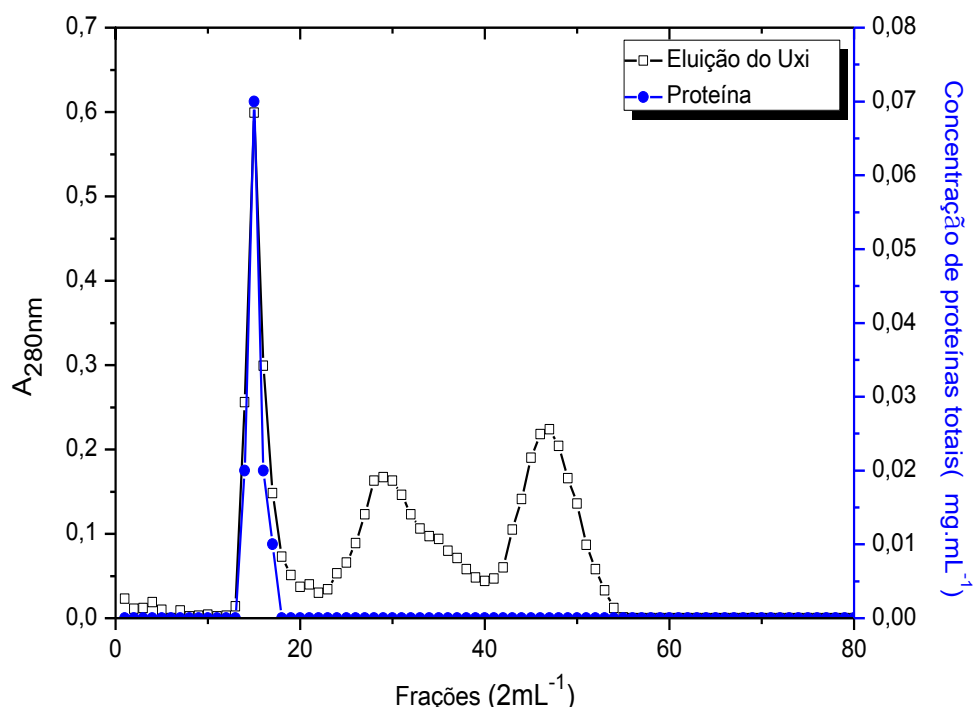


Fonte: Autora.

Os dados apresentados na figura 19 mostram que o maior conteúdo proteico se encontra nas frações 15, 16 e 17.

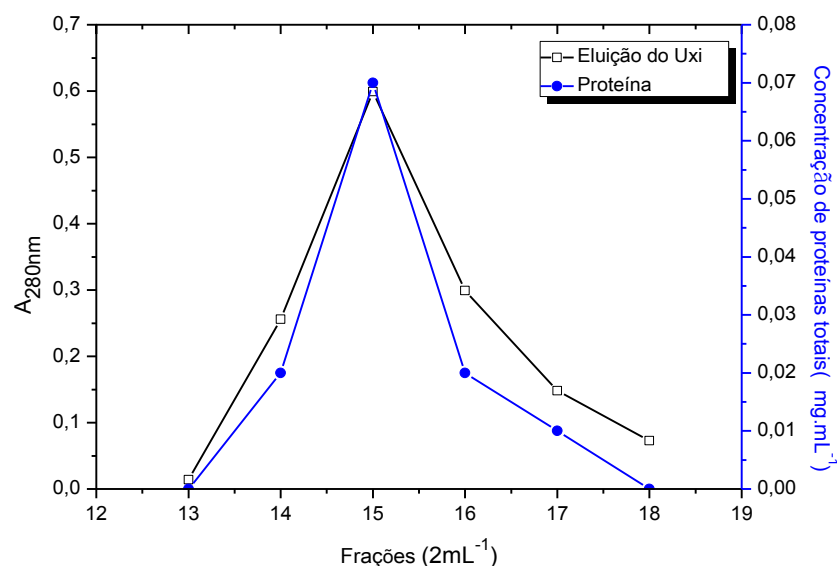
Em relação ao perfil de eluição do uxi (figura 20), obteve-se três picos bem definidos, e com conteúdo proteico (método de biureto) entre as frações 10 a 20. Para identificação das frações com maior conteúdo de proteína, tratou-se os dados em relação as frações entre 10 e 20. A figura 21 apresenta o perfil do conteúdo proteico (frações 10-20), indicando fração 15 com maior concentração proteica de $0,07 \text{ mg.mL}^{-1}$.

Figura 20 – Perfil de eluição das frações proteicas de uxi por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.



Nota: Cromatografia de exclusão molecular realizada em coluna gel sephadex G-25 previamente equilibrada com solução tampão fosfato de sódio $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ pH 7,0 e eluída com a mesma solução tampão com coleta de 2,0 mL por fração em um fluxo constante de 2,0 mL.min. As frações do uxi foram quantificadas quanto a presença de proteínas por espectrofotômetro UV/VIS com leitura de absorbância em 540 nm. Fonte: Autora.

Figura 21 – Perfil do conteúdo proteico das frações de uxi, amostra eluída em gel sephadex G-25.



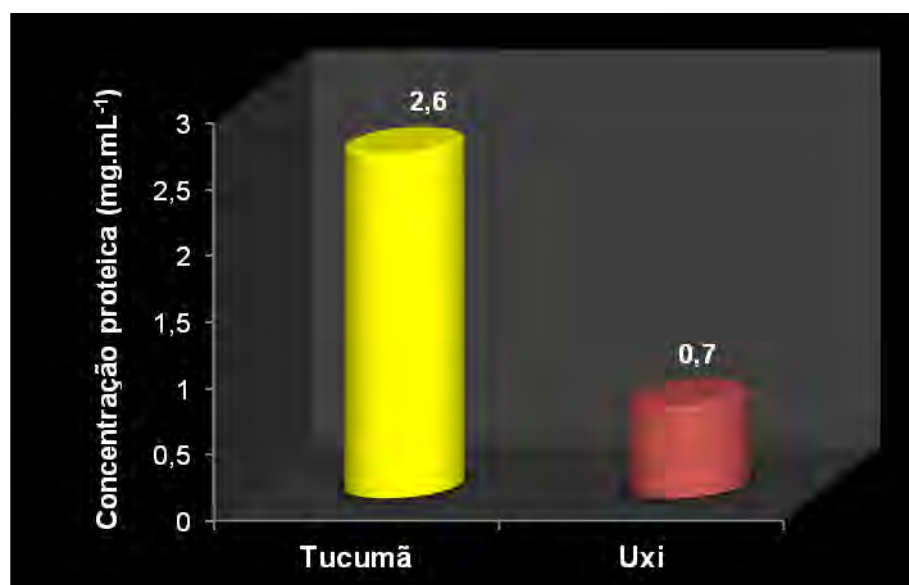
Nota: As frações do uxi foram quantificadas quanto a presença de proteínas pelo método de biureto, com leitura de absorbância em 540 nm. Fonte: Autora.

As frações contendo proteína, tanto do tucumã como do uxi foram reunidas, individualmente por fruto, formando um *pool proteico*, após foi determinado outra vez o conteúdo proteico em cada *pool*. O *pool proteico* de tucumã apresentou 0,26 mg.mL⁻¹ de proteínas, enquanto que, o de uxi apresentou 0,07 mg.mL⁻¹ de proteína. Usando valores de $2,6 \times 10^{-1}$ mg.mL⁻¹ e $0,7 \times 10^{-1}$ mg.mL⁻¹, foi feito o gráfico apresentado na figura 22.

Partindo dessas informações, foram realizadas as conversões dos valores até a obtenção da concentração de proteína presente no extrato bruto de fruto. Os resultados obtidos podem ser verificados na figura 22.

O extrato bruto de tucumã apresentou concentração proteica de 2,6 mg.mL⁻¹, ou seja, concentração similar a encontrada no estudo de dosagem proteica do extrato na proporção 1:10, mostrando que não houve degradação nem perda de proteínas durante a sua aplicação na coluna cromatográfica de gel sepharose G-25. No entanto, o uxi apresentou concentração proteica de 0,7 mg.mL⁻¹ de extrato, valor bem menor a concentração de proteína do extrato de partida, indicando perda de proteína durante a cromatografia. Os resultados obtidos tanto para o tucumã, quanto para o uxi permite classifica-los como frutos de baixa concentração proteica.

Figura 22 – Concentração de proteínas totais presentes no extrato de tucumã e de uxi.



Fonte: Autor.

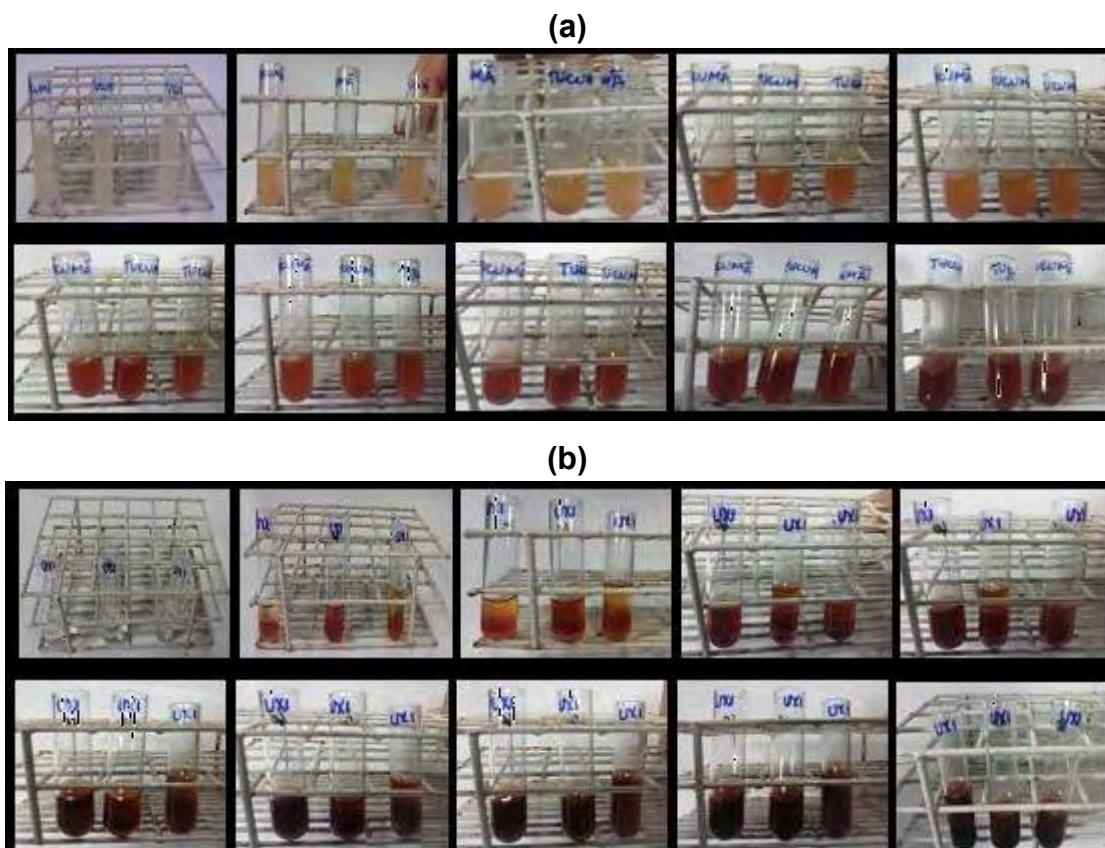
Foi realizada também a quantificação do conteúdo de proteína total pelo método de biureto, no segundo pico do cromatograma de eluição dos frutos. Neste teste 14 frações de tucumã e 16 frações do uxi, correspondentes ao segundo pico do cromatograma, foram reunidas em um *pool* de cada fruto, para detecção da presença de proteína.

No segundo pico da eluição tanto de amostra de tucumã como de uxi não foi possível detectar a presença de ligações peptídicas, ou seja, determinar o conteúdo de proteínas presente. Portanto, outro método mais sensível deverá ser aplicado para confirmar ou não esse o resultado obtido (teste com *commassie blue*).

4.3.2 SPOT TEST: ANÁLISE QUALITATIVA PARA DETECÇÃO DE PEROXIDASE

Amostra de extrato de tucumã e de uxi, em solução tampão fosfato de sódio 0,05 mol.L⁻¹ pH 7,0 na proporção 1:10 e 1:3, respectivamente, foram analisadas quanto a presença da enzima peroxidase – POD. Para isso, foram adicionados 20µL de cada amostra em tubos de ensaio, acrescentado 50,0 µL de guaiacol 0,1mol.L⁻¹ e 10 µL de peróxido de hidrogênio a 0,1% de álcool. Incubação por 60 minutos para a evolução da reação enzimática, seguindo a formação da coloração no tubo a cada 5 minutos, conforme mostra a figura 23.

Figura 23 – Esquema do *Spot test* qualitativo para detecção de peroxidase no extrato de tucumã e uxi, respectivamente. O teste foi realizado em triplicata.



Nota: Foi verificado macroscopicamente, a cada 5 minutos, até o tempo total de 45 minutos a evolução da coloração das amostras. **(a)** de extrato de tucumã e **(b)** de extrato de uxi. Em cada foto, é mostrado o teste em triplicata para cada tempo de incubação tanto para tucumã (a) como para uxi (b). Tempos em minutos: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 e 45. Fonte: Autora.

Partindo do critério de (+) quando teste positivo e (–) quando teste negativo, e no caso de (+) foram colocadas número de (+) seguindo o aumento da intensidade da cor (que representa o produto final da catálise), os dados qualitativos foram apresentados na tabela 5. Pelos resultados obtidos tanto a mostra de tucumã como a de uxi, apresentaram atividade de peroxidase. Nos dois extratos, com o aumento do período de tempo a reação enzimática tornava-se mais notável e intensa, confirmando a presença de peroxidase.

Tabela 5 – Atividade *enzimática* da peroxidase no extrato de tucumã e uxi na proporção 1:10 e 1:3, respectivamente.

Tempo	Fruta	
	Tucumã	Uxi
0 min	Branco	Branco
5 min	+	++
10 min	+	+++
15 min	++	++++
20 min	++	++++
25 min	+++	+++++
30 min	+++	+++++
35 min	++++	+++++
40 min	++++	+++++
45 min	++++	+++++

Nota: Ensaiou-se a atividade enzimática com 20 µL de extrato de tucumã ou uxi frente a guaiacol 100 mol.L⁻¹ e peróxido de hidrogênio, por até 45 minutos com visualização da coloração dos tubos a cada 5 minutos. O primeiro tubo corresponde ao controle negativo (branco); (+) é a intensidade da coloração correspondente à atividade da POD, por visualização macroscópica. Fonte: Autora.

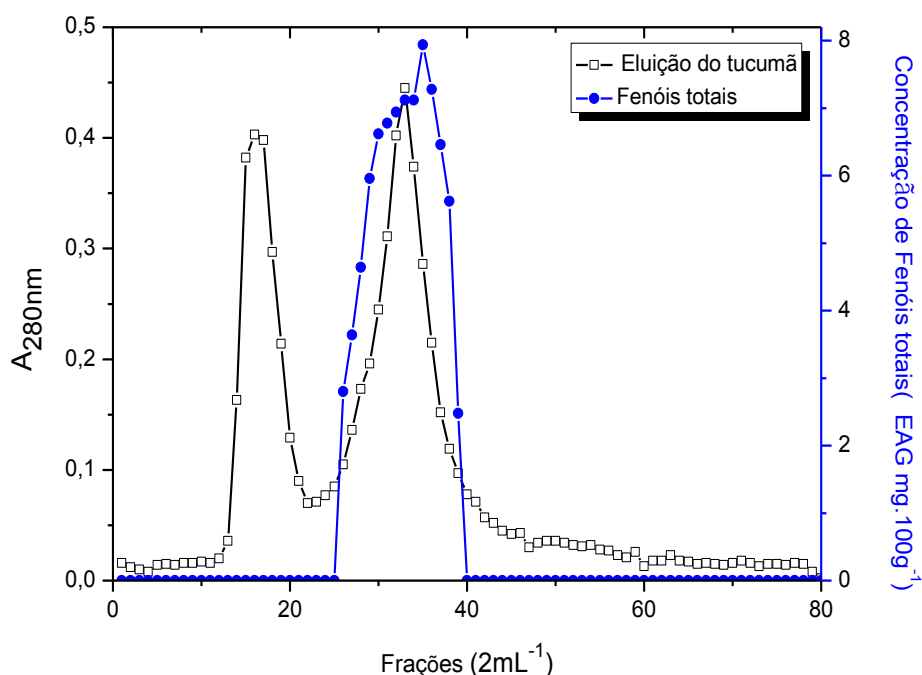
Com os resultados obtidos, mesmo qualitativamente, é possível dizer que a atividade enzimática da peroxidase é bem maior no extrato de uxi que no de tucumã. Mas para caracterizar a presença da POD, devem-se realizar estudos cinéticos da enzima, determinando os parâmetros cinéticos da ação catalítica, de cada fruto.

4.3.3 DOSAGEM DE FENÓIS

Nas frações do segundo pico (ver Figuras 16 e 17) dos cromatogramas de eluição, em gel sephadex G-25 dos frutos, foram feitas análises do conteúdo de fenóis, acompanhando a reação por meio de leituras da absorbância em 750 nm.

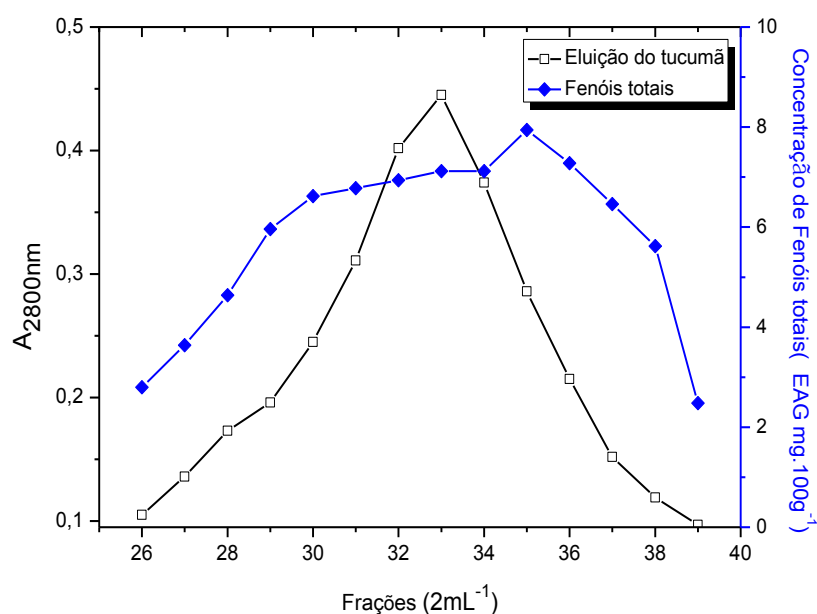
O perfil de eluição do tucumã (figura 24) revelou que os fenóis foram eluídos em quatorze frações. Essas frações foram quantificadas (figura 25) em equivalentes de ácido gálico por 100g de extrato fracionado (EAG mg.100g⁻¹), destacando-se a fração 35 com conteúdo de fenóis de 7,94 EAG mg.100g⁻¹.

Figura 24 – Perfil de eluição das frações, conteúdo de fenóis e valores da concentração em EAG $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, de amostra de tucumã por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25, comparando com o perfil geral de eluição (280nm).



Nota: Cromatografia de exclusão molecular, de amostra de tucumã, realizada em coluna gel sephadex G-25 previamente equilibrada com solução tampão fosfato de sódio $0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pH 7,0 e eluída com a mesma solução tampão, com coleta de $2,0 \text{ mL}$ por fração, em um fluxo constante de $2 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$. As frações foram quantificadas quanto a presença de fenóis totais, com leitura de absorbância em 750 nm . Após, a concentração foi calculada em EAG $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Fonte: Autora.

Figura 25 – Perfil das frações contendo fenóis, obtidas pela eluição de amostra de tucumã, em coluna gel sephadex G-25.

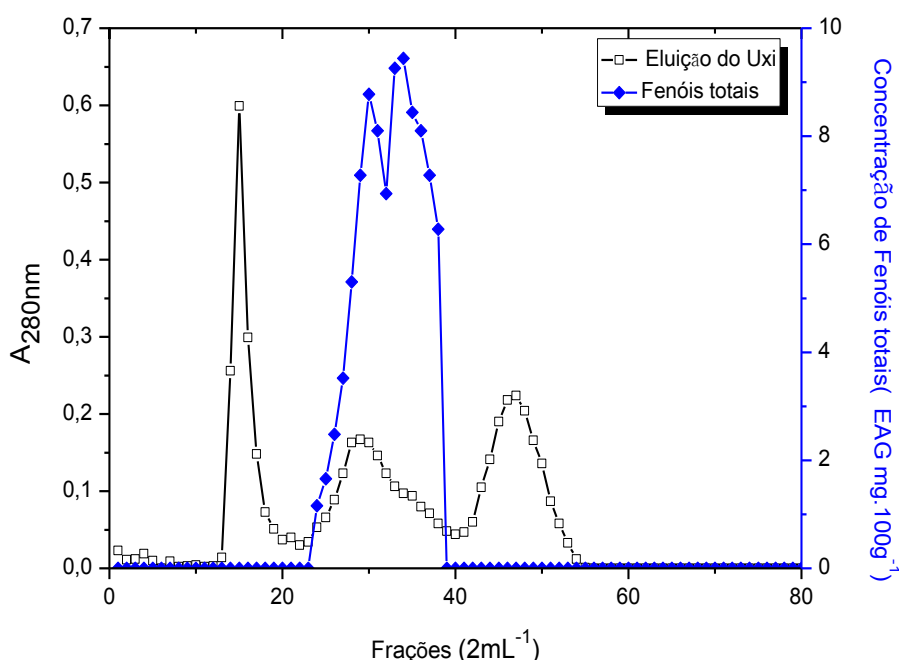


Fonte: Autora.

A figura 25 indica a presença de dois picos de fenóis, mas para continuidade dos estudos as frações foram reunidas obtendo um *pool de fenóis*, com vistas a verificação de atividade antioxidante.

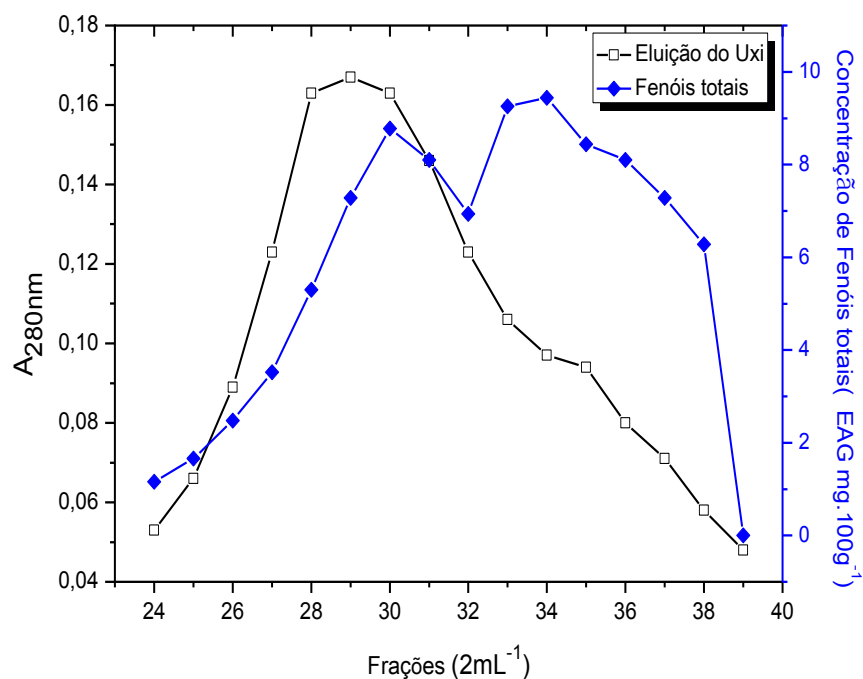
Em relação ao perfil de eluição de amostra do uxi (figura 26), em relação ao segundo pico, houve quinze frações que apresentaram conteúdo de fenóis, e essas frações foram quantificadas (figura 27) em equivalentes de ácido gálico por 100g de extrato fracionado (EAG mg.100g⁻¹), indicando as frações 33 e 34 de maior conteúdo de fenóis totais com 9,26 e 9,44 EAG mg.100g⁻¹, respectivamente.

Figura 26 – Perfil de eluição das frações contendo fenóis, de amostra de uxi, em coluna de gel sephadex G-25.



Nota: Cromatografia de exclusão molecular realizada em coluna gel sephadex G-25 previamente equilibrada com solução tampão fosfato de sódio 0,05 mol.L⁻¹ pH 7,0. Eluição da amostra com a mesma solução tampão, com coleta de 2,0 mL por fração, em um fluxo constante de 2mL.min. As frações da amostra de uxi foram quantificadas quanto ao conteúdo de fenóis totais, leituras de absorbância em 750 nm, expresso em EAG g.100g⁻¹. Fonte: Autora.

Figura 27 – Quantificação das frações fenólicas de uxi eluidas por cromatografia de exclusão molecular em coluna gel sephadex G-25.

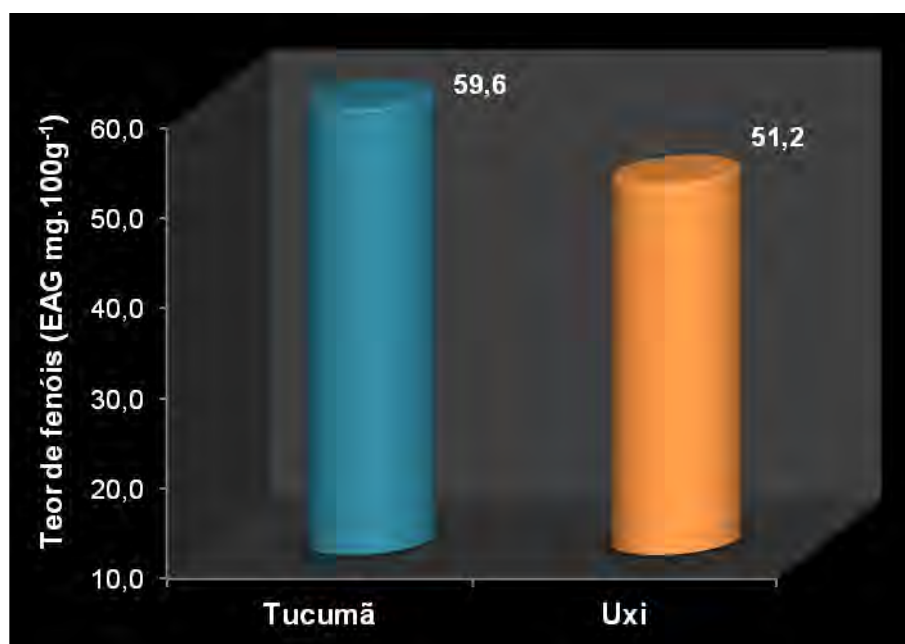


Fonte: Autora.

As frações de amostra do tucumã e do uxi foram reunidas em um *pool de fenóis*, depois determinado o conteúdo de fenóis totais presentes em cada *pool*. O *pool de fenóis* do tucumã apresentou 5,96 EAG mg.100g⁻¹, enquanto que, o do uxi apresentou 5,12 EAG mg.100g⁻¹ desse composto bioativo.

Partindo dessas informações, foram realizadas as conversões dos valores até a obtenção do teor de fenóis totais presente no extrato bruto dos frutos. Os resultados obtidos podem ser observados na figura 28.

Figura 28 – Concentração de fenóis presentes nos extratos brutos dos frutos de tucumã e uxi.



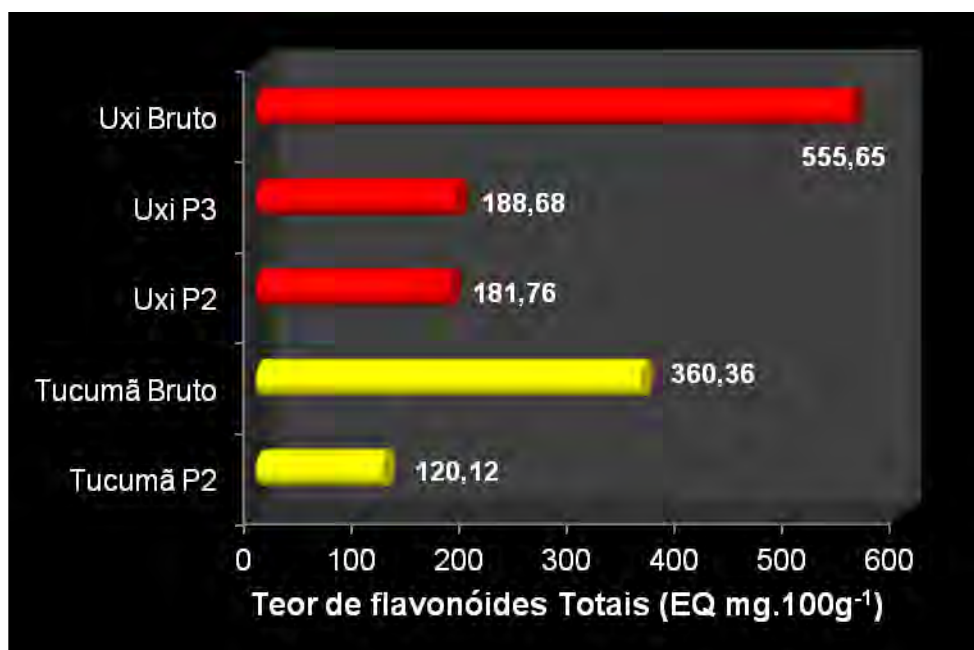
Fonte: Autora

O extrato bruto de tucumã apresentou teor de fenóis de 59,6 EAG mg.100g⁻¹, enquanto que, no extrato de uxi foi identificado 51,2 EAG mg.100g⁻¹. Os resultados obtidos tanto para o tucumã, quanto para o uxi permite citá-los como frutos de alto conteúdo de fenóis totais.

4.3.4 AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE FLAVONÓIDES TOTAIS

Os flavonóides são compostos fenólicos comumente encontrados em frutas e outros vegetais. São responsáveis pela coloração das frutas e proteção dos tecidos e metabolitos secundários contra danos causados pela radiação ultravioleta. A quercetina é uma das representantes mais comuns dos flavonóis, uma subclasse importante do grupo dos flavonóides. Quercetina e seus derivados glicosilados são encontrados em abundância em vários vegetais, neste estudo, quercetina foi detectada em todos os *Pools* de flavonóides do segundo pico (P2), terceiro Pico (P3) (ver figuras 16 e 17) e nos extratos brutos das frutas. Os valores encontrados estão expostos na figura 29.

Figura 29 – Teor de flavonóides presentes nos extratos bruto dos frutos de tucumã e uxi.



Fonte: Autora.

Foi identificado um alto teor de flavonóides no tucumã com 120,12 EQ mg.100g⁻¹ no *pool* do segundo pico e 360,36 EQ mg.100g⁻¹ no extrato bruto. O uxi também apresentou quantidades expressivas desse composto bioativo no segundo pico (181,76 EQ mg.100g⁻¹), terceiro pico (188,687 EQ mg.100g⁻¹) e no extrato bruto (555,65 EQ mg.100g⁻¹). Houve uma diferença significativa entre os teores de flavonoides nos frutos, devido a influencia de fatores extrínsecos como condições climáticas, época de plantio e colheita, maturidade e variação do conteúdo da própria fruta, o que pode explicar as diferenças encontradas.

Segundo ARABBI et al. (2004) as maiores fontes de flavonóides da dieta brasileira são laranja, alface e tomate, mas com os valores encontrados nos frutos de tucumã e uxi é possível classifica-los como uma fonte alimentícia desse composto bioativo.

4.3.5 DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE AÇÚCARES REDUTORES E VITAMINA C

Foi verificado o conteúdo de açúcares redutores pelo método de redução do ácido 3,5-dinitro-salicílico (DNS). O da vitamina C pelo método titulométrico de oxidação-redução do sal sódico 2,6-diclorofenollindofenol (DCPIP). As análises foram feitas no terceiro pico do cromatograma de eluição do fruto de uxi. Neste teste treze frações de uxi foram reunidas em um *Pool* para detecção da presença desses compostos.

No *pool* das frações do terceiro pico do fruto foi detectado $0,1 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de açúcares redutores e, $0,4 \text{ mg.g}^{-1}$ de vitamina C. Os resultados obtidos não foram significativos quanto á quantidade desses compostos.

4.4 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE

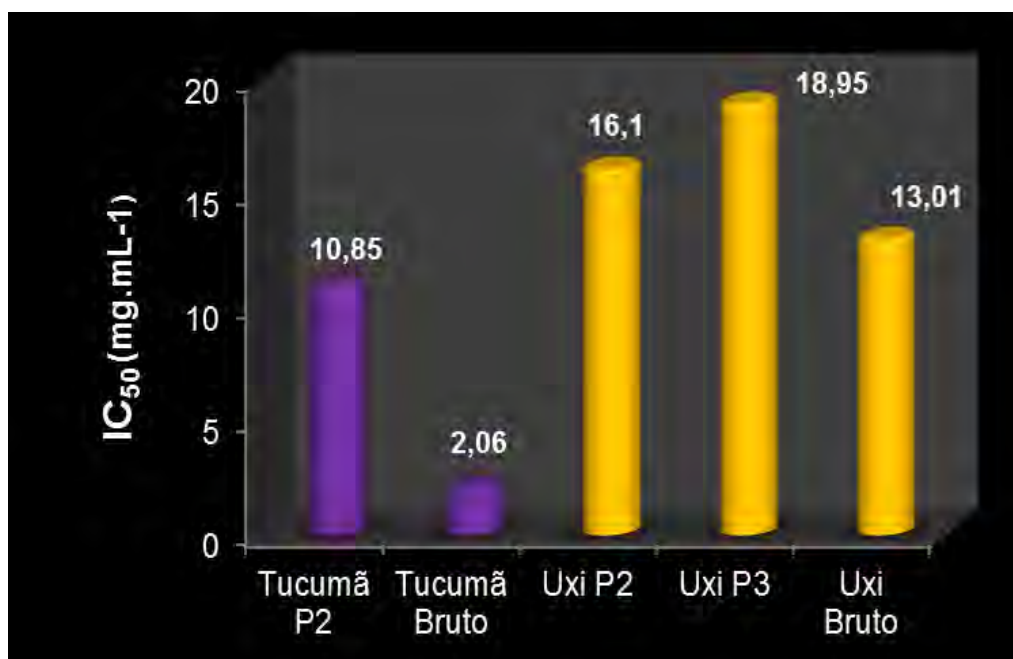
4.4.1 CAPTURA DO RADICAL DPPH

O método que determinou a capacidade de captura do radical DPPH foi baseado na transferência de elétrons de um composto antioxidante para o DPPH, convertendo-o a sua forma reduzida (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

A capacidade de sequestrar o radical DPPH dos uxi e tucumã, expressa em percentual de sequestro, foi considerada segundo a classificação estabelecida por Melo et al. (2008) que considera como forte a capacidade de sequestro aquela que atinge o percentual acima de 70%, moderada quando atinge entre 50 e 70% e fraca aquela que atinge percentual abaixo de 50%. Neste caso, no estudo realizado as amostras do *pool* do segundo pico P2 de tucumã e terceiro pico P3 do uxi apresentaram capacidade moderada de inibição, o *pool* do segundo pico e o extrato bruto das amostras de tucumã foi considerado com capacidade de inibição moderada e forte, respectivamente.

O valor de IC_{50} é inversamente relacionado com a capacidade antioxidante de uma amostra, uma vez que expressa a quantidade de antioxidantes necessária para diminuir a concentração de radicais em 50%, ou seja, quanto menor for o valor do IC_{50} maior a atividade antioxidante de uma amostra (VILLANO et al., 2007). Os valores de IC_{50} identificados nas amostras dos frutos em estudo encontram-se descritos na figura 30.

Figura 30 – Capacidade antioxidante dos *pools* e dos extratos brutos dos frutos de tucumã e uxi via radical DPPH.



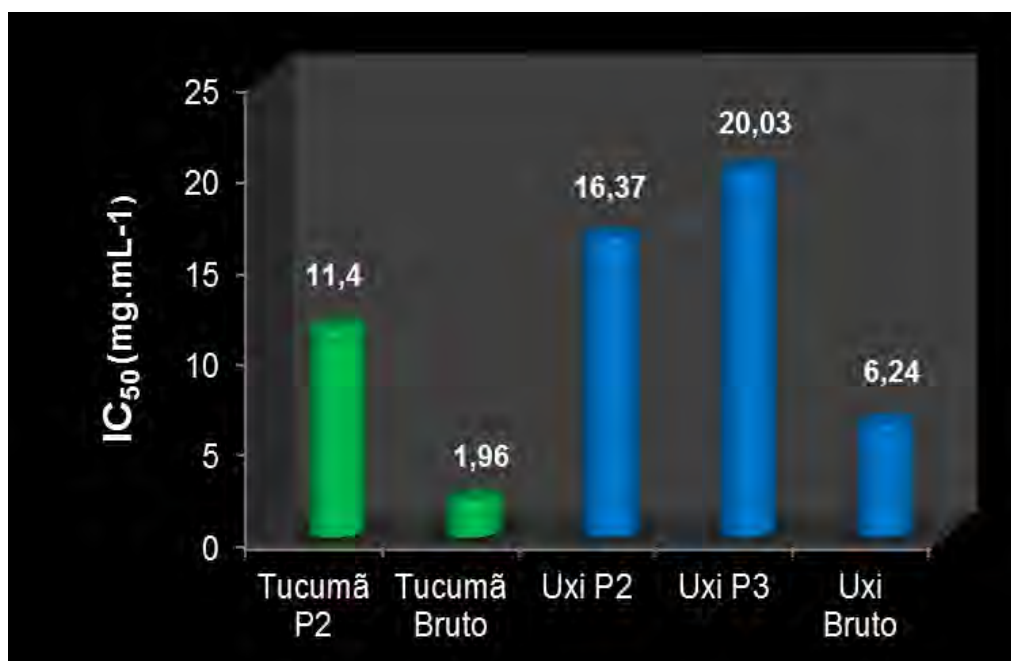
Os valores de IC₅₀ das amostras de Uxi (Pico 2, Pico 3 e Bruto) e tucumã (Pico 2) não obtiveram diferenças significativas e apresentaram moderada atividade antioxidante. No entanto o extrato bruto de tucumã apresentou um baixo IC₅₀ (2,06 mg.mL⁻¹) o que indica uma elevada atividade antioxidante dessa fruta.

4.4.2 ENSAIO COM HOCl/OCl⁻

Este foi realizado para simular a atividade antioxidante no sistema fisiológico, visto que, o HOCl é uma espécie reativa de oxigênio (ERO) formada no ser humano, via sistema enzimático por células de defesa.

A capacidade de sequestro do radical HOCl dos frutos de uxi e tucumã, expressa em percentual de inibição mostrou que as amostras do extrato bruto de uxi e do *Pool* do segundo pico P2, bem como das amostras do *pool* de tucumã P2 inibiu moderadamente esse radical. O *pool* do terceiro pico P3 das amostras de uxi apresentou fraca inibição do radical, enquanto o extrato bruto de tucumã inibiu fortemente o radical HOCl. Após a determinação do percentual de inibição do radical HOCl, os valores de IC₅₀ foram identificados nas amostras dos frutos como mostra a figura 31.

Figura 31 – Capacidade antioxidante dos *pools* e dos extratos brutos dos frutos de tucumã e uxi via radical HOCl/OCl⁻.



Os valores de IC₅₀ das amostras de Uxi (Pico 2, Pico 3) e tucumã (Pico 2) apresentaram moderada atividade antioxidante. No entanto o extrato bruto de tucumã e uxi apresentaram um baixo IC₅₀ 1,94 mg.mL⁻¹ e 6,24 mg.mL⁻¹ o que indica que as duas frutas apresentam uma elevada atividade antioxidante com destaque para o extrato de tucumã.

4.5 CORRELAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES DOS FRUTOS

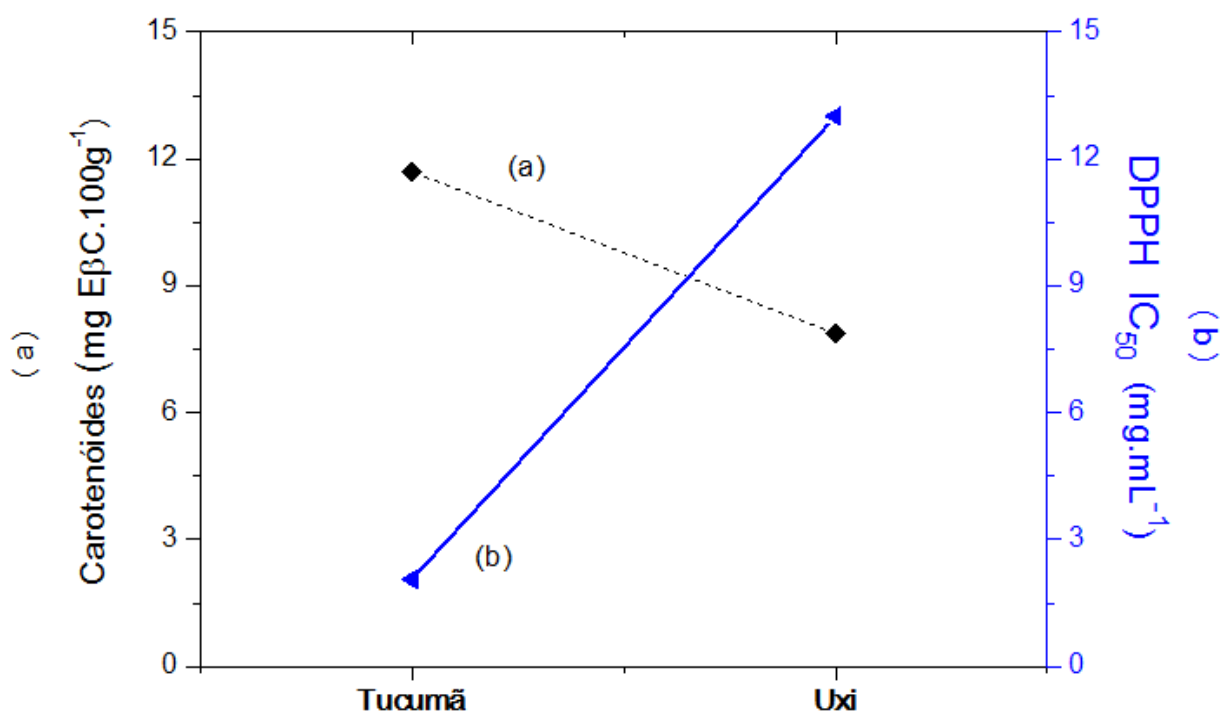
Para o estudo das correlações das análises dos frutos de uxi e tucumã foram realizadas análises estatísticas pelo método de determinação do coeficiente de Pearson. O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) é uma estatística utilizada para medir a força, intensidade ou o grau de relação linear entre duas variáveis aleatórias. O sinal do coeficiente de correlação linear de Pearson expressa o sentido da correlação, e sua intensidade são representados por um valor numérico que oscila entre -1 e 1 expressa na tabela 6.

Tabela 6 – Coeficiente de correlação linear de Pearson.

Coeficiente	Correlação	Coeficiente	Correlação
$r = 1$	Perfeita positiva	$-0,1 < r < 0$	Ínfima negativa
$0,8 \leq r < 1$	Forte positiva	$-0,5 < r \leq -0,1$	Fraca negativa
$0,5 \leq r < 0,8$	Moderada positiva	$-0,8 < r \leq -0,5$	Moderada negativa
$0,1 \leq r < 0,5$	Fraca positiva	$-1 < r \leq -0,8$	Forte negativa
$0 < r < 0,1$	Ínfima positiva	$r = -1$	Perfeita negativa
0	Nula		

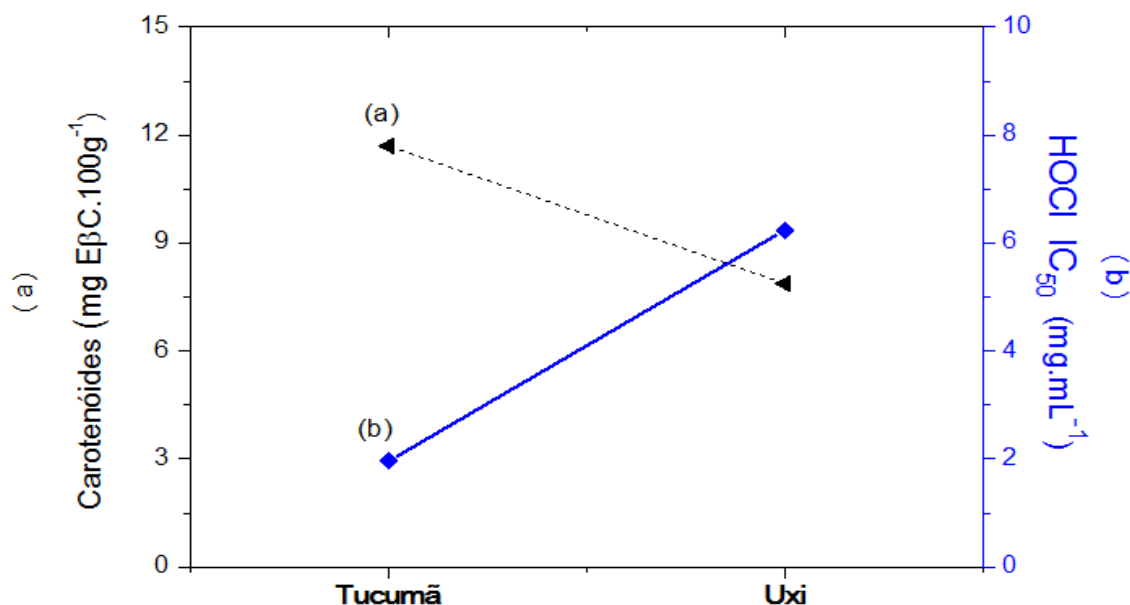
Nas amostras investigadas foi observado que o extrato bruto de tucumã e uxi apresentaram uma correlação “perfeita positiva”, com coeficiente $r = 1$, entre o teor de carotenóides e a capacidade antioxidante, via ensaio de sequestro do radical DPPH (figura 32) e HOCl (figura 33). De modo geral, a correlação significativa entre o conteúdo de carotenoides e a atividade antioxidante pelos dois métodos aplicado se deve ao fato dos dois estarem baseados em mecanismo de ação semelhantes, ou seja, na transferência de elétrons. Esse mecanismo atribuem atividades fisiológicas aos carotenóides atreladas a atividades antioxidantes, especificamente, a capacidade de sequestrar o oxigênio singlete e interagir com os radicais livres (PALOZZA; KRINSY, 1992).

Figura 32 – Correlação entre os parâmetros teor de carotenóides ($\text{mg E}\beta\text{C} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e a capacidade antioxidante, via ensaio de DPPH dos frutos de tucumã e uxi.



Fonte: Autora.

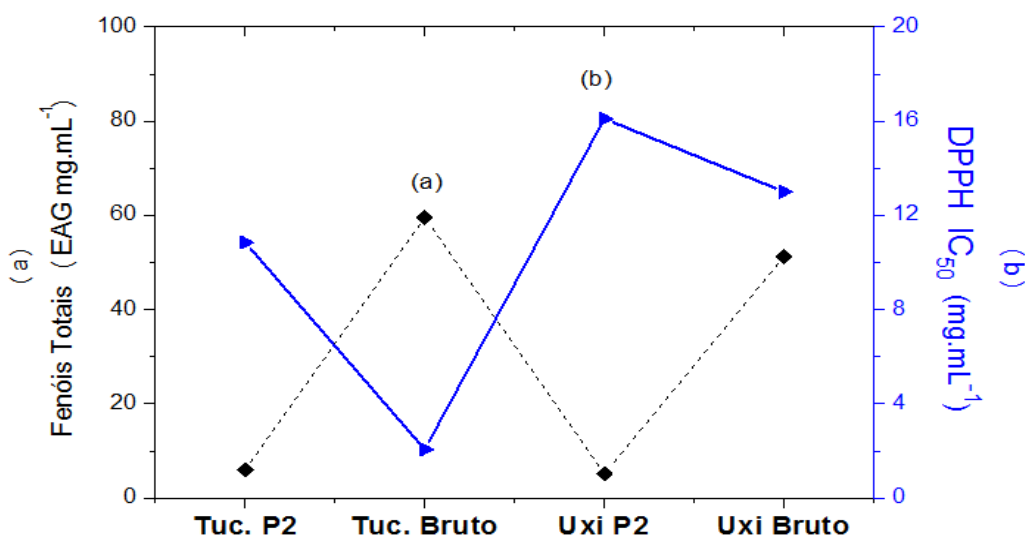
Figura 33 – Correlação entre os parâmetros teor de carotenóides (mg E β C.100g⁻¹) e a capacidade antioxidante, via ensaio de HOCl dos frutos de tucumã e uxi.



Fonte: Autora.

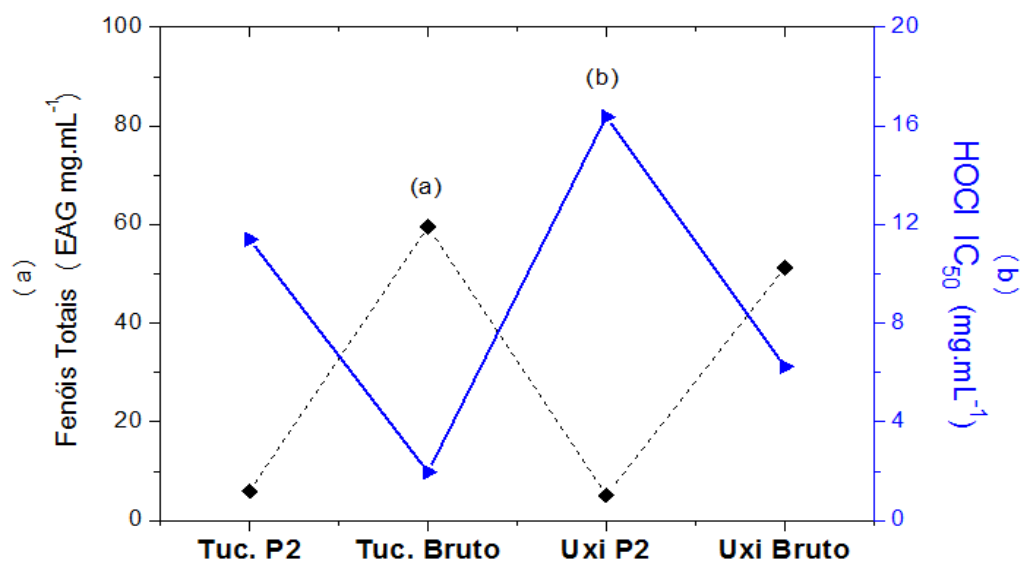
Foi observada também uma correlação “moderada negativa” ($r = -0,656$) entre a atividade antioxidante, via radical DPPH, e fenóis (figura 34). Neste mesmo contexto, a atividade antioxidante pela captura do radical HOCl e a dosagem de fenóis (figura 35) apresentaram uma correlação “forte negativa” ($r = -0,934$), ou seja, quanto maior o conteúdo de compostos fenólicos mais elevada será a capacidade antioxidante das amostras mensurada pelo IC₅₀.

Figura 34 – Correlação entre os parâmetros conteúdo de fenóis e a capacidade antioxidante, via ensaio de DPPH dos frutos.



Fonte: Autora.

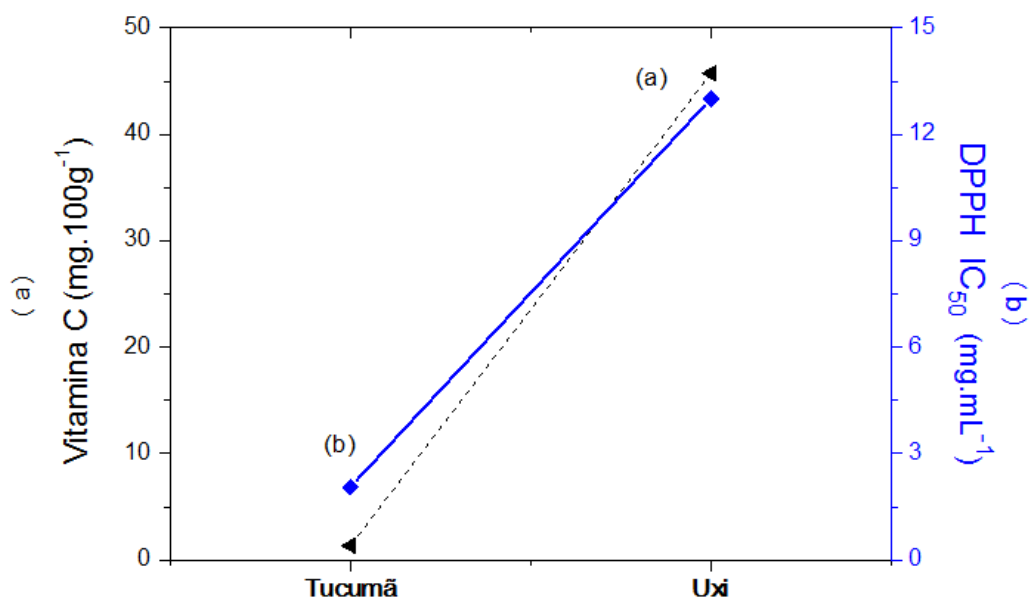
Figura 35 – Correlação entre os parâmetros conteúdo de fenóis e a capacidade antioxidante, via ensaio de DPPH dos frutos.



Fonte: Autora.

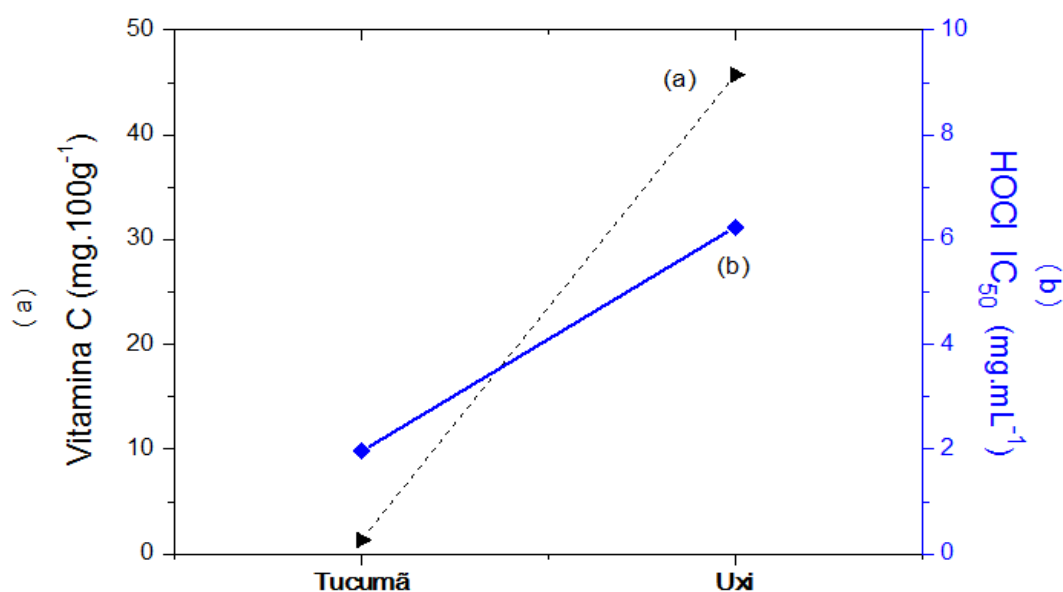
Na análise de correlação linear de Pearson entre o teor de vitamina C e atividade antioxidante, via radical DPPH (figura 36) e radical HOCl (figura 37), foi verificado coeficiente $r = 1$ tanto para DPPH quanto para HOCl, podendo-se afirmar que houve uma correlação “perfeita positiva” entre ambos métodos. Esses resultados permitem dizer que a vitamina C contribuem na atividade antioxidante total das frutas.

Figura 36 – Correlação entre os parâmetros teor de vitamina C ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e a capacidade antioxidante, via ensaio de DPPH dos frutos.



Fonte: Autora.

Figura 37 – Correlação entre os parâmetros teor de vitamina C ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e a capacidade antioxidante, via ensaio de HOCl dos frutos.



Fonte: Autora.

Os resultados obtidos na correlação das análises e expressos através do coeficiente linear de Pearson mostram que tanto o tucumã como o uxi, são frutas com significativa atividade antioxidante. Como a maioria dos alimentos que apresentam essa atividade atuam no sistema fisiológico de forma benéfica a saúde, essas frutas podem exercer essa função, mas essa hipótese só poderá ser confirmada frente a ensaios específicos de caracterização.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

- Os frutos nativos da região amazônica estudados demonstraram possuir características físicas, físico-químicas e químicas que possibilitam sua utilização na indústria cosmética e de alimentos.
- Os frutos apresentaram conteúdo de proteína, fenóis, flavonóides, vitamina C, carotenóides, açúcares redutores e, também, atividade catalítica de peroxidase.
- A análise centesimal mostrou conteúdos significativos de minerais, em especial o cálcio, fibras e lipídios, com conteúdo similares ou maiores aos das frutas tradicionalmente conhecidas como fonte desse nutriente na dieta.
- O perfil de eluição de amostras dos frutos objeto do estudo, em gel sephadex G-25, mostrou boa separação, de macromoléculas e moléculas com massa molecular menor que 5.000, com dois picos para o fruto de tucumã e três picos para o de uxi.
- As dosagens realizadas mostraram conteúdo de proteína no pico 1, fenóis e flavonóides no segundo pico dos frutos.
- No terceiro pico do fruto de uxi foram determinados o conteúdo de açúcares redutores, vitamina C e flavonóides.
- Os extratos brutos dos frutos apresentaram boa capacidade antioxidante tanto pela captura do radical DPPH quanto pelo radical HOCl.
- Em geral, este trabalho mostrou que as frutas nativas da Amazônia também podem ser consideradas boas fontes de compostos bioativos, apresentando efeitos benéficos à saúde humana, potenciais industriais e justificando a ampliação dos estudos.

PESQUISAS FUTURAS

- Isoamento parcial e realização de estudos cinéticos das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO).
- A realização de novos estudos, utilizando outros métodos e outras espécies reativas de oxigênio para determinação da atividade antioxidante, para futuras comparações de resultados.
- Estudo da Citotoxicidade dos frutos.
- Identificação de flavonoides, carotenóides e perfil ácido graxo.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. et al. **Nutrição**. 17. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. p. 119-123.

ANDRIGUETO, J. R. et al. **Produção integrada de frutas e sistema agropecuário de produção integrada no Brasil**. Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/snt/piue/Produ%E7%E3o%20Integrada%20na%20Uni%E3o%20Europ%E9ia/S%29%20Produ%E7%E3o%20Integrada%20na%20América%20Latina/S4%29%20Brasil/LIVRO%20PIFSAPI%2017%20jun%2008%20-%20Revisado.pdf>>. Acesso em: 06. jul. 2013.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. **Brazilian fruit yearbook**. São Paulo: GAZETA, 2013. 136 p.

ARABBI, P. R. et al. Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the Brazilian population. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 1124-1131, 2004.

ARAGÃO, A. B. **Obtenção e caracterização de queijo *Petit suisse* elaborado a partir de leite bubalino (*Buballus buballis*) saborizado com polpa de Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.)**. 2010. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2010.

ARANHA, F. Q. et al. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Revista de Nutrição**, v. 3, n. 2, p. 89-97, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 13th ed. Washington, DC, 1984. p. 627-845.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. Arlington, 2005.

ATOUI, A. et al. Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**, v. 89, n. 1, p. 27-36, 2005.

BARATA-SOARES, A. D. et al. Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 16, n. 3, p. 147-154, 2004.

BASTOS, A. C. L. M.; ASSUNÇÃO, F. P. Oxidação dos óleos de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart) e buriti (*Mauritia flexuosa* Mart). In: _____. **Tópicos especiais em tecnologia de produtos naturais**. Belém: Ed. UFPA, 1998. Cap. 2, p. 36-38.

BENASSI, M. T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 177 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

BENDICH, A.; LANGSETH, L. The health effects of vitamin C supplementation, a review. **Journal American College Nutrition**, v. 14, p. 124-136, 1995.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. 222 p.

BODINSKI, H. L. **Dietoterapia**: princípios e prática. São Paulo: Atheneu, 2001. 397 p.

BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 160 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRAND-WILLIAMS, W. et. al. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.-The quantitative analysis of phenolic constituents. **Lebensm Wiss Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Estudo de mercado de matéria-prima**: corantes naturais (cosméticos, indústria de alimentos), conservantes e aromatizantes, bioinseticidas e óleos vegetais e essenciais (cosméticos e oleoquímica). Belém, 2000. 207p.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

BROCHIER, J. **Hullie naturellementt riche en carotenoids (*Astrocaryum vulgare* Mart.)**. Paris: JBA, 2000. 132 p.

BYERS, T.; PERRY, G. Dietary carotenes, vitamin C, and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. **Annual Review of Nutrition**, v. 12, p. 139-159, 1992.

CAMPOS, A. D.; SILVEIRA, E. M. da L. **Comunicado técnico**: metodologia para determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas. Pelotas: EMBRAPA, 2003. 87 p.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais**: dietéticos. São Paulo: Varela, 1995. 424 p.

CAPECKA, E.; MARECZEK, A.; LEJA, M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. **Food Chemistry**, v. 93, n. 2, p. 223-226, 2005.

CARVALHO, J. E. U.; MUELLER, C. H. **Comunicado técnico**: biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. Belém: EMBRAPA, 2005. 139 p.

CARVALHO, U.; SHANLEY, P. *Astrocaryum vulgare* Mart. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR, 2005. v. 1, cap. 1, p. 147-158.

CARVALHO NETO, W. A. et al. Avaliação de seleções avançadas de pessegueiro e nectarineira para ensaios regionais visando futuros lançamentos de novos cultivares. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 3., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 2009.

CAVALCANTI, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 279 p.

- CHANG, C. C. et al. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 10, n. 3, p. 178-182, 2002.
- CHANG, S. T. et al. Antioxidant activity of extracts from *Acacia confusa* bark and heartwood. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 3420-3424, 2001.
- CHAVES, J. M.; PECHNIK, E. Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). **Química Industrial**, v. 16, n. 5, p. 184-191, 1947.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2005. 785 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. 3. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 256 p.
- CLAY, J. W. et al. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Manaus: SEBRAE, 1999. 409 p.
- CLEMENT, C. R.; LLERAS, P. E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Revista Brasileira Agrocências**, v. 9, n. 1/2, p. 67-71, 2005.
- CLEMENTE, E.; GALDINO, N. O. Palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.): composição mineral e cinética de enzimas oxidativas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 540-544, 2008.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 15-19, 2010.
- COSTA, M.; XIMENES, V. F.; FONSECA, L. M. Hypochlorous acid inhibition by acetoacetate: implications on neutrophil functions. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, v. 27, n. 8, p. 1183-7, 2004.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4th ed. Boca Raton: CRC PRESS, 2008. 1144 p.
- DAVEY, M. et al. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p. 825-860, 2000.
- DAVIES, B. H. Carotenoids. In: GOODWIN, T. W. **Chemistry and biochemistry of plant pigments**. 2nd ed. London: Academic Press, 1976. v. 2, cap. 2, p. 45-53.
- DECKER, E. A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? **Nutrition Reviews**, v. 55, n. 11, p. 396-407, 1997.
- DEMIATE, I. V. et al. Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos: comparação entre métodos colorimétricos e titulométricos. **Exact and Soil Sciences, Agrarian.S and Engeneering**, v. 8, n. 1, p. 65-78, 2002.

DOSSIÊ: os minerais na alimentação. **Food Ingredients Brasil**, n. 4, p. 48-58, 2008. Disponível em : <<http://www.revista-fi.com/materiais/52.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2013.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema b-caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

DUCKWORTH, R. B. **Fruit and vegetables**. Oxford: Pergamon Press, 1966. 306 p.

DUENÃS, M.; HERNÁNDEZ, T.; ESTRELLA, I. Assessment of *in vitro* antioxidant capacity of the seed coat and the cotyledon of legumes in relation to their phenolic contents. **Food Chemistry**, v. 98, p. 95-103, 2006.

ELOY, L. **Valorização da produção dos óleos fixos no Bailique, Mazagão e Maruanum, Amapá, Brasil**. 2001. 129 f. Monografia (Especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, Macapá, 2001.

ESPÍN, J. C. et al. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1588-1592, 2000.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2. ed., São Paulo: Atheneu, 1998. 652 p.

EVERETTI, J. D. et al. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteu reagent. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 14, p. 8139-8144, 2010.

FATIBELLO FILHO, O.; VIEIRA, I. C. Uso analítico de tecidos e de extratos brutos vegetais como fonte enzimática. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 455-464, 2002.

GENTRY, A. H. **A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa**. Chicago: The University of Chicado, 1996. 895 p.

GIADA, M. L. R.; MANCINI FILHO, J. Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v.12, n. 4, p. 7-15, 2006.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Occurrence of cis-Isomers of provitamin A in Brazilian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p. 1306-1313, 1994.

GORNALL, A. G.; BARDAWILL, C. S.; DAVID, M. M. Determination of serum proteins by means of the Biuret reaction. **Journal of Biological Chemistry**, n. 177, p. 751-766, 1949.

GUEDES, A. M. M.; FRANÇA, L. F. CORRÊA, N. C. F. Caracterização física e físico-química da polpa de Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS, 5., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência dos Alimentos, 2005.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, p. 481-504, 2000.

HERZNER, H.; PALMACCI, E. R, SEEBERGER, P. H. Short total synthesis of 8,10-di-o-methylbergenin. **Organic Letters**, v. 17, p. 2965-2967, 2002.

HUANG, D. et al. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

HUBINGER, S. Z. et al. Evaluation of the activity on intestinal motility of *Endopleura uchi* (Humiriaceae) aqueous extract. In: BRAZILIAN CONFERENCE ON NATURAL PRODUCTS, 13., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: BCNp, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos para análises de alimentos. São Paulo, 2007.

JIMÉNEZ, C. I. E. et al. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. **Revista de Faculdade de Medicina – UNAM**, v. 52, n. 2, p. 73-75, 2009.

JIMÉNEZ-ESCRIG, A. et al. Evaluation of free radical scavenging of dietary carotenoids by the stable radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1686-1690, 2000.

KRAUSE, A. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2000. 48 p.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruit in singapore markets. **Food Chemistry**, v. 76, p. 69-75, 2002.

LIMA, K. G.; MAGALHÃES, A. R.; ABREU, A. C. Atividade coagulante do leite e proteolítica de coagulante microbiológico e coalho genético - influencia do pH, temperatura e cloreto de cálcio. **Revista brasileira de farmácia**, v. 77, n. 1, p. 11-14, 1996.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil**: nativas e exóticas. São Paulo: Plantarum, 1966. 303 p.

LUBRANO, C.; ROBIN, J. R.; KHAIAT, A. Composition em acides gras, stérols et tocophérols d'huiles de pulpe de fruits de sis espèces de palmiers de guyane. **Oléagineux**, v. 49, n. 2, p. 59-65, 1994.

LUNA, J. S. **Estudo dos constituintes químicos de *Endopleura uchi* (Humiriaceae)**. 2000. 90 f. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2000.

MACHADO, H. et al. Flavonóides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia Reprodução**, v. 26, p. 33-39, 2008.

- MARINHO, H. A.; CASTRO, J. S. Carotenóides e valor de pró-vitamina A em frutos da região amazônica: pajurá, piquiá, tucumã e umari. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Vitória da Conquista: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1 CD ROM.
- MARINOVA, D.; RIBAROVA, F. HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 5, p. 370-374, 2007.
- MARKHAM, K. R. **Techniques of flavonoid identification**. London: Academic Press, 1982. 113 p.
- MARTINS, A. P. **Contribuição ao estudo bioquímico de polpa de híbridos da cultivar maracujá amarelo azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*): enzimas e compostos bioativos**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2013.
- MARX, F. et al. Studies of edible Amazonian plants. Part 5: chemical characterization of Amazonian *Endopleura uchi* fruits. **European Food Research and Technology**, v. 214, p. 331-334, 2002.
- MELÉNDEZ-MARTINEZ, A. J. et al. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 54, n. 2, p. 209-215, 2004.
- MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, p. 426-431, 1959.
- MORAES, J. D.; DIAS, M. R. P. **Elaboração do doce em massa e néctar de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.)**. 2001. 96 f. Monografia (Especialização em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.
- MOREIRA, R. R. D. et al. Avaliação da atividade imunológica *in vitro* do extrato aquoso de *Endopleura uchi* Huber (Humiriaceae) – “uchi amarelo”. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, v. 5, p. 82, 2007.
- NACZK, M.; SHAHID, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41, n. 5, p. 1523-1542, Aug. 2006.
- NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, n. 1/2, p. 95-111, 2004.
- NIEVES, J. W. et al. Calcitonin potentiates the effect of estrogen and calcitonin on bone mass: review and analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, p. 18-24, 1998.
- OLIVEIRA, M. S. P.; COUTURIER, G.; BESERRA, P. Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém-Pará, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 17, n. 3, p. 343-353, 2003.

- PADH, H. Vitamin C: never insights into its biochemical functions. **Nutrition Reviews**, v. 49, n. 3, p. 65-70, 1991.
- PALOZZA, P.; KRINSKY, N. I. Antioxidant effects of carotenoids *in vivo* and *in vitro*. **Methods in Enzymology**, v. 213, p. 403-420, 1992.
- PECKENPAUGH, N. J.; POLEMAN, C. M. **Nutrição: essência e dietoterapia**. 7. ed. São Paulo: Roca, 1997.
- PELEG, H.; BODINE, K. K.; NOBLE, A. C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chemical Senses**, v. 23, n. 3, p. 371-378, 1998.
- PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, p. 1035-1042, 2000.
- PINHEIRO, J. P.; ROSARIO, J. S. **Avaliação fitoquímica e antinociceptiva do extrato bruto aquoso liofilizado da espécie vegetal *Endopleura uchi* (Uxiámarelo)**. 2006. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.
- PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of brassica vegetables: a review. **LWT-Food Science and Technology**, v. 40, p. 1-11, 2007.
- POLITI, F. A. S. **Estudos farmacognósticos e avaliação de atividades biológicas de extratos obtidos das cascas pulverizadas de *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (Humiriaceae)**. 2009. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2009.
- POLITI, F. A. S. et al. Evaluation of the anti-inflammatory activity of *Endopleura uchi* (Humiriaceae) aqueous extract. In: BRAZILIAN CONFERENCE ON NATURAL PRODUCTS, 37., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: BCNp, 2007a.
- POLITI, F. A. S. et al. Preliminary studies of antimicrobial activity of *Endopleura uchi*. In: BRAZILIAN CONFERENCE ON NATURAL PRODUCTS, 38., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: BCNp, 2007b.
- RAMAIAH, P. A. et al. Isolation and characterization of bergenin derivatives from *Macaranga peltata*. **Journal of Chemical Society**, v. 1, p. 2313-2316, 1979.
- RAMOS, L. R. Fatores determinantes do envelhecimento saudável em idosos residentes em centro urbano: Projeto Epiposo, São Paulo. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 3, 2001.
- REGALADO, C.; GARCIA-ALMENDÁREZ, B. E.; DUARTE-VÁZQUEZ, M. A. Biotechnological applications of peroxidases. **Phytochemistry Reviews**, v.3, p. 243-256, 2004.
- RIBEIRO, C. C.; SOARES, M. S. Caracterização do fruto e elaboração de geléia da polpa de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). In: ENCONTRO REGIONAL DO NORTE E NORDESTE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 5., 1995, Fortaleza. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1995. p. 213.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Edgar Blücher, 2004. 184 p.

RICE-EVANS, C.; MILLER, R. J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology e Medicine**, v. 20, p. 933-956, 1996.

RODRIGUES, L. A. **Contribuição ao estudo bioquímico de frutas tropicais e exóticas produzidas no Brasil**: estudo de pectina, açúcar e proteína, elaboração de técnica de extração de pectina. 2009. 125 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2009.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Assessment of the provitamin A contents of foods: the brasilian experience. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 9, p. 196-230, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Harvest plus handbook for carotenoid analysis**. Washington: CIAT, 2004. 58 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenóides: tabelas brasileira de composição de carotenoides. Brasília, DF: MMA-SBF, 2008. 100 p.

ROGEZ, H. et al. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **European Journal of Research and Technology**, v. 218, p. 380-384, 2004.

ROSS, J. A.; KASUME, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annual Review Nutrition**, v. 22, p. 19-34, 2002.

SANTOCONO, M. et al. Lutein, zeaxanthin and astaxanthin protect against DNA damage in SK-N-SH human neuroblastoma cells induced by reactive nitrogen species. **Journal of Photochemistry and Photobiology**, v. 88, n. 1, p. 1-10, 2007.

SCALBERT, A. et al. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 45, p. 287-306, 2005.

SEIFRIED, H. E. et al. A review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 18, p. 567- 579, 2007.

SHANLEY, P.; CARVALHO, U. *Astrocaryum vulgare* Mart. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR, 2005. v. 1, cap. 1, p. 147-158.

SHANLEY, P.; GAIA, G. A “fruta do pobre” se torna lucrativa: a *Endopleura uchi* Cuatrec. em áreas manejadas próximo a Belém. In: ALEXIADES, M. N.; SHANLEY, P. **Produtos florestais, meios de subsistência e conservação**: estudos de caso sobre sistemas de manejo de produtos florestais da madeira. Belém: CIFOR, 1998. v. 3, cap.11, p. 219-240.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR, 2005. v. 1, cap. 2, p. 209-214.

- SILVA, C. R. de M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 2, p. 28, 2001.
- SILVA, M. B.; MENDEZ, M. H. M.; DERIVI, S. C. N. Efeito hipoglicêmico de alimentos ricos em fibras solúvel. Estudo com jiló (*Solanum gilo*, Raddi). **Alimentos e Nutrição**, v. 9, p. 53-64, 1998.
- SILVA, M. N. F. et al. Biogeografia e conservação da mastofauna na Floresta Amazônica Brasileira. In: _____. **Biodiversidade na Amazônia Brasileira, avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2001. p. 110-131.
- SILVA, R. N. et al. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003.
- SILVA JUNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E. **Recursos genéticos e melhoramento de fruteiras nativas e exóticas em Pernambuco**. 2008. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/fruteirasnativas.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2013.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.
- SOARES, A. L. et al. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 6, p. 1513-1518, 2009.
- SOUSA, C. M. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.
- STADLER, Z. **Determinação do teor de vitamina C em alimentos**. 1999. 27 f. Monografia (Especialização em ensino de Química Experimental para o 2ª Grau) – Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- STEINMETZ, K. A.; POTTER, J. D. Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 96, p. 1027-1039, 1996.
- TORRES, E. A. F. S. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 04 jul. 2013.
- TURANO, W. et al. Estimativa de recomendação diária de fibra alimentar total e de seus componentes na população adulta. **Alimentos e Nutrição**, v. 11, p. 35-49, 2000.
- UENOJO, M.; MAROSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO)**. 4. ed. Campinas: NEPA, 2011. 161 p. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2013.

- VANNUCCHI, H. A.; JORDÃO JÚNIOR, A. F. Vitaminas hidrossolúveis. In: DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. p.191-208.
- VIEIRA, G. et al. Influência da cultivar e do estágio de maturação em algumas características de frutos de mamão durante a pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 244-247, 2000.
- VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazônia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazônica. 1996a. p. 216-224; 296-299.
- VILLACHICA, H. **Cultivo del pijuao (*Bactris gasipaes Kunth*) para palmito em la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazonica. 1996b. 367p.
- VILLANO, D. et al. Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. **Talanta**, v. 71, n. 1, p. 230-235, 2007.
- WANG, C. J. et al. Protective effect of Hibiscus anthocyanins against tert-butyl hidroperoxideinduced hepatic toxicity in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 38, p. 411-416, 2000.
- WANG, H. et al. *In vitro* and *in vivo* antioxidant activity of aqueous extract from *Choerospondias axillaris* fruit. **Food Chemistry**, v. 106, p. 888-895, 2008.
- WEBER, P.; BENDICH, A.; SCHALCH, W. Vitamin C and human health: a review of recent data relevant to human requirements. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v. 66, n. 1, p. 19-30, 1996.
- WILLIAMS, R. J. et al. Flavonoids: antioxidants or signaling molecules? **Free Radical Biology e Medicine**, v. 36, n. 7, p. 838-849, 2004.
- WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Analysis os propolis: some parameters ond prodecure for chemical fuality control. **Journal Apicultural Research**, v. 37, n. 2, p. 99-105, 1998.
- YAHIA, E. M. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In: ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILARA; G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.
- YU, J.; VASANTHAN, T.; TEMELLI, F. Analysis of phenolic acids in barley by highperformance liquid chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4352-4358, 2001.
- YUYAMA, L. K. O. et al. Polpa e casca de tucumã (*Astrocaryum vulgare Mart.*): quais os constituintes nutricionais? **Nutrire**, v. 30, p. 225, 2005. Suplemento.
- YUYAMA, L. K. O. et al. Processamento e avaliação da vida de prateleira do tucumã (*Astrocaryum vugare Mart.*) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 408-412, 2008.
- ZAMARRUD, A. et al. Desmethylbergenin hemihydrates. **Acta Crystallographica**, v. 62, p. 4626-4628, 2006.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v. 88, p. 503-509, 2004.