



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS – ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA – PPGQ**

Composição Nutricional de Frutos Não Convencionais da Família Myrtaceae

JELMIR CRAVEIRO DE ANDRADE

MANAUS

2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS – ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA – PPGQ**

JELMIR CRAVEIRO DE ANDRADE

Composição Nutricional de Frutos Não Convencionais da Família Myrtaceae

Orientador (a): Dra. Cristine De Mello Dias Machado

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Química.

MANAUS

2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A553c Andrade, Jelmir Craveiro de
Composição nutricional de frutos não convencionais da família
Myrtaceae / Jelmir Craveiro de Andrade. 2019
101 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Cristine de Mello Dias Machado
Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Myrtaceae. 2. Frutos nativos . 3. composição nutricional . 4.
Minerais . I. Machado, Cristine de Mello Dias II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

“Composição nutricional de frutos não convencionais da família Myrtaceae”

Jelmir Craveiro Andrade

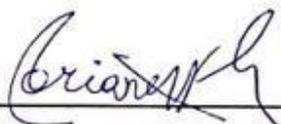
Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Química, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Química.

Aprovado, em 04 de novembro de 2019.

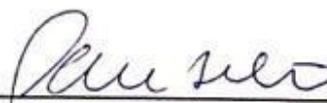
COMISSÃO EXAMINADORA



Dra. Cristine De Mello Dias Machado
Universidade Federal do Amazonas
Orientadora



Dra. Ariane Mendonça Kluczkovski
Membro Externo/UFAM



Dr. Redro Henrique Campelo Félix
Membro Externo/ UFAM

Universidade Federal do Amazonas
Manaus, 04 de novembro de 2019.

*A minha mãe, Maria Craveiro de Araújo, por sempre me lembrar
que nada é impossível quando se trata dos nossos sonhos.*

Dedico.

“Nunca esqueça o que você é, o resto do mundo não esquecerá.”

Tyrion Lannister

RESUMO

A ocorrência de elevados índices de doenças crônicas como obesidade, gastrites, diabetes, decorrentes da má alimentação da população levou a busca por novos produtos alimentícios mais saudáveis. As frutas amazônicas se apresentam como uma potencial fonte de nutrientes essenciais e seu consumo pode reduzir o risco de se adquirir doenças crônicas e degenerativas. Dentre a diversidade de espécies frutíferas amazônicas encontra-se a família Myrtaceae, que apresenta frutos exóticos cujas informações sobre o conteúdo mineral e nutricional são pouco conhecidas. Este trabalho divulgou os primeiros dados sobre o potencial nutritivo das espécies *Myrcia eugensis* e *Myrcia Fallax*, bem como o conteúdo mineral detalhado das frações dos frutos de *Eugenia stipitata*, *Eugenia uniflora* e *Syzygium cumini* nos diferentes estágios de maturação. Os métodos utilizados foram baseados nos procedimentos estabelecidos pela AOAC (2016) e pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados mostraram-se satisfatórios, indicando que as partes tradicionalmente não comestíveis dos frutos de Myrtaceae possuem um valor calórico considerável, caracterizando-se como fontes de gorduras, proteínas e carboidratos, além da presença de minerais que são essenciais para a dieta humana. A casca de *E. stipitata* é rica em Bi, Cd, Al e Cu e a polpa possui uma elevada quantidade de gordura insaturada. A semente de *E. uniflora* possui excelentes quantidades de proteína, Cu e Mn. Enquanto que a *S. cumini* possui, além de proteínas, os minerais Mg e Cu. Os dados inéditos obtidos para os frutos de *M. fallax* e *M. eugensis* revelaram o seu potencial nutritivo, sendo a polpa rica em proteína e fibra bruta, além de serem excelentes fontes de Na, K, Ca, Mg, Zn e Se. A análise estatística indicou que existe pouca influência do estágio de maturação na concentração dos nutrientes, ampliando a versatilidade dessas espécies para utilização na alimentação. Portanto, o presente estudo apresenta novas informações sobre a composição nutricional dos frutos de Myrtaceae, contribuindo para incentivar a utilização destes frutos como uma alternativa alimentar saudável, ou até mesmo para a fabricação de subprodutos alimentícios. Este pode ser um caminho para a melhoria da alimentação da população local e a popularização destes frutos amazônicos, e um ponto de partida para o aproveitamento das partes tradicionalmente não comestíveis em diversas finalidades econômicas e tecnológicas.

Palavras-chave: Myrtaceae, Frutos Nativos, Composição Nutricional.

ABSTRACT

The high rates of chronic diseases such as obesity, gastritis, diabetes, resulting from junk poor diet led to searching for new healthier food products. Amazon fruits are a potential source of essential nutrients and their consumption can reduce the risk of chronic and degenerative diseases. The Myrtaceae family is one of the many fruitful Amazonian species and has exotic fruits, whose information on mineral and nutritional content is not well known. This work presented the first data on the nutritional potential of the species *Myrcia egensis* and *Myrcia Fallax*, as well as the detailed mineral content of the fractions of *Eugenia stipitata*, *Eugenia uniflora* and *Syzygium cumini* fruits, all of them at different ripening stages. The methods used were based on the procedures established by AOAC and the Adolfo Lutz Institute. The results indicated that the traditionally inedible parts of Myrtaceae fruits have a significant caloric value, being characterized as sources of fats, proteins and carbohydrates, besides the presence of essential minerals for the human diet. *E. stipitata* peel is rich in Bi, Cd, Al and Cu and the pulp has a high quantity of unsaturated fat. *E. uniflora* seed has excellent amounts of protein, Cu and Mn. While *S. cumini* has proteins, as well as Mg and Cu. The unpublished data obtained for the fruits of *M. fallax* and *M. egensis* revealed their nutritive potential, specially the pulp which are rich in protein and crude fiber, and are excellent sources of Na, K, Ca, Mg, Zn and Se. Statistical analysis indicated a little influence of the maturation stage on nutrient concentration, increasing the versatility of these species for food use. Therefore, this study presented new information on the nutritional composition of Myrtaceae fruits, contributing to encourage the use of these fruits as a healthy food alternative, or even for the manufacture of food byproducts. This can be a way to improve the nutrition of the local population and popularize these Amazonian fruits, and also be a beginning for the use of traditionally inedible parts for various economic and technological purposes.

Keywords: Myrtaceae, Native Fruits, Nutritional Composition.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, saúde e por sempre me mostrar que sou maior do que todos os meus medos.

A capes pela concessão da bolsa de estudos.

Ao programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas, pela oportunidade de ingresso no programa.

A minha orientadora, Cristine de Mello, por todo o conhecimento compartilhado e principalmente por ter me recebido de braços abertos.

Aos amigos do Grupo de Estudos Químicos Analíticos e Ambientais da Amazônia – GEQUAM e do Laboratório de Métodos Espectroscópicos – LAMESP, pelo apoio e amizade no decorrer desses dois anos, especialmente ao Marcos Fonseca, Karen Fernandes, Luis Phernando, José Julian e ao Dr. Erickson Oliveira.

Ao professor Dr. Marcos Machado, idealizador desta pesquisa, por ter me apresentado o incrível mundo da química de alimentos e por todo o conhecimento compartilhado (principalmente sobre estatística).

A equipe da planta piloto da faculdade de farmácia – FCF, especialmente a professora Dra. Ariane Mendonça, por todo o apoio, e por disponibilizar o espaço para a realização das análises. A Tamires Oliveira, pela ajuda e por ter compartilhado tantos momentos divertidos entre uma análise e outra.

A equipe do Laboratório de Tecnologia do Pescado da Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, especialmente ao professor Dr. Antônio José Inhamuns, por disponibilizar o laboratório para a realização de algumas análises. E também ao Técnico Carlos, por toda ajuda e conhecimento compartilhado.

Ao professor Dr. Sérgio Duvoisin Júnior, pela colaboração e disponibilização do laboratório para as análises de minerais e a Silvana Silva pela ajuda e conhecimentos compartilhados.

Aos amigos que conheci no decorrer desses dois anos, especialmente à Natália Penalber, Luana Anton, Polyane Cardoso, Larissa Brito, Luana Leão e Vanuza Santos, pela cumplicidade e por terem compartilhado momentos de alegrias e aflições.

Aos meus amigos, Jean Michel, Elidiane Pires, Nirla Sampaio, Cassia Fideles, Luciana Garcia, Rafaela Bindá, por sempre estarem comigo e por serem a família que Deus me permitiu escolher.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Reação de formação de um lipídio.	22
Figura 2: Formação de uma proteína.	24
Figura 3: Representação da estrutura de monossacarídeos.	27
Figura 4: Principais polissacarídeos.	28
Figura 5: Esquema do processo de injeção da amostra na câmara de nebulização de um ICP-OES.	36
Figura 6: Esquema do plasma de um ICP-OES.	36
Figura 7: Frutos de A) <i>P. guajava</i> (goiaba) e B) <i>M. cauliflora</i> (jaboticaba)	38
Figura 8: Frutos de <i>M. egensis</i>	40
Figura 9: Frutos de <i>M. fallax</i>	41
Figura 10: Frutos de <i>E. stipitata</i>	42
Figura 11: Frutos de <i>E. uniflora</i>	44
Figura 12: Frutos de <i>S. cumini</i>	45
Figura 13: Localização geográfica das cinco espécies de Myrtaceae.	47
Figura 14: Fluxograma com as etapas de preparo das amostras secas.	49
Figura 15: Teores de umidade nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.	60
Figura 16: Teores de cinzas nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.	61
Figura 17: Teores de lipídio nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.	63
Figura 18: Teores de proteína nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.	64
Figura 19: Teores de fibra bruta nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.	66
Figura 20: Teores de Carboidratos nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.	67
Figura 21: Quantidade de calorias nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.	68
Figura 22: Concentração de K nas frações dos frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.	70
Figura 23: Resultados do teste de Tukey a 0,05% de significância para as frações do fruto de <i>Myrcia fallax</i> nos estágios maduro e imaturo.	71
Figura 24: Composição de macrominerais nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.	73
Figura 25: Composição de microminerais majoritário nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.	76
Figura 26: Composição de microminerais minoritários nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.	79
Figura 27: Correlações positivas fortes e moderadas ($p < 0,001$) entre minerais nas frações dos frutos de Myrtaceae.	81
Figura 28: Composição centesimal das frações dos cinco frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.	83
Figura 29: Gráfico de scores da análise de componentes principais das frações dos frutos de Myrtaceae.	86

Figura 30: Gráfico de Loadings da análise de componentes principais das frações dos frutos de Myrtaceae.....	87
Figura 31: Dendograma da análise de componentes hierárquicos das frações dos frutos de Myrtaceae.	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição nutricional de alguns frutos amazônicos.	18
Tabela 2: Composição média do teor (conteúdo mineral) de cinzas de algumas frutas da região amazônica.	21
Tabela 3: Principais minerais, suas funções e quantidade de ingestão recomendada.	34
Tabela 4: composição centesimal da polpa e semente de <i>S. cumini</i> e <i>S. paniculatum</i>	46
Tabela 5: Informações sobre a coleta das espécies vegetais	48
Tabela 6: Subdivisão e codificação das espécies vegetais coletadas.....	49
Tabela 7: Métodos utilizados nas análises físico-químicas.....	50
Tabela 9: Parâmetros instrumentais utilizados nas determinações por ICP-OES.	57
Tabela 9: Resultados da composição centesimal de <i>E. uniflora</i> obtidos neste estudo comparados ao de outros autores.	84
Tabela 10: Composição centesimal de <i>S.cumini</i> obtida neste estudo comparado ao de outros autores.	85

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Geral:	15
2.2	Específicos:	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	Composição nutricional	16
3.1.1	Umidade	19
3.1.2	Cinza.....	20
3.1.3	Lipídio	21
3.1.4	Proteína.....	24
3.1.5	Carboidratos	26
3.1.6	Fibras alimentares.....	30
3.1.7	Calorias.....	31
3.1.8	Composição Mineral	32
3.2	Família Myrtaceae	37
3.2.1	<i>Myrcia egensis</i>	39
3.2.2	<i>Myrcia fallax</i>	40
3.2.3	<i>Eugenia stipitata</i>	42
3.2.4	<i>Eugenia uniflora</i>	43
3.2.5	<i>Syzygium cumini</i>	44
4	METODOLOGIA	47
4.1	Coleta e identificação das amostras	47
4.2	Preparo das amostras	49
4.3	Análise da composição nutricional das amostras secas	50
4.3.1	Teor de Umidade	51
4.3.2	Teor de Cinzas	51
4.3.3	Teor de Lipídio	52
4.3.4	Teor de nitrogênio total e proteína.	52
4.3.5	Teor de fibra bruta	54
4.3.6	Teor de Carboidratos	55
4.3.7	Quantidade de Calorias.....	55
4.3.8	Quantificação dos minerais	56
4.3.9	Delineamento estatístico	58
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	59

5.1 Composição centesimal das frações dos cinco frutos de Myrtaceae.....	59
5.1.1 Umidade	59
5.1.2 Cinzas	60
5.1.3 Lipídio	62
5.1.4 Proteína.....	63
5.1.5 Fibra bruta	65
5.1.6 Carboidrato total e carboidrato digerível.....	67
5.1.7 Calorias.....	68
5.2.1 Macrominerais: Na, K, Ca, Mg e P	69
5.2.2 Microminerais.....	74
5.3 Análise estatística do perfil nutricional dos frutos de Myrtaceae	80
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICE A – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS FRAÇÕES DOS FRUTOS DE MYRTACEAE NOS ESTÁGIOS MADURO E IMATURO	98
APÊNDICE B – COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FRAÇÕES DOS FRUTOS DE MYRTACEAE NOS ESTÁGIOS MADURO E IMATURO	99
APÊNDICE C – COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FRAÇÕES DOS FRUTOS DE MYRTACEAE NOS ESTÁGIOS MADURO E IMATURO	100
APÊNDICE D - DADOS DAS CURVAS ANALÍTICAS OBTIDOS NA CALIBRAÇÃO DA ANÁLISE DE MINERAIS.	101

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os países desenvolvidos e subdesenvolvidos têm relatado índices de doenças crônicas como obesidade, gastrites, diabetes e até mesmo câncer. Um dos principais motivos é a má alimentação da população, aliado ao sedentarismo. Isto tem provocado o aumento no interesse da ciência em descobrir novas fontes naturais saudáveis de nutrientes que possam ser incluídos na dieta humana como forma de reduzir esses problemas (DEMBITSKY et al., 2011).

Os alimentos constituem a principal fonte de energia para o corpo, sendo essenciais para o desempenho das funções normais do organismo humano. O estudo da composição centesimal dos alimentos é necessário para se conhecer o seu potencial energético, pois o conteúdo energético de um alimento depende da quantidade de nutrientes no mesmo. A ingestão calórica por dia varia conforme idade, sexo, peso, altura e grau de atividade física (AKTER et al., 2011).

Os componentes nutricionais básicos são os carboidratos, proteínas Lipídio, vitaminas e minerais. Os minerais são constituintes essenciais na dieta, pois têm a função de regular os processos fisiológicos e ajuda no funcionamento das proteínas. Os frutos podem apresentar quantidades significativas de minerais, cuja determinação pode garantir a presença desses nutrientes na dieta em quantidades necessárias. Isto é especialmente importante no caso dos elementos redox-ativos (ferro, cobre, manganês), os quais podem exercer efeitos tóxicos, quando presentes em níveis superiores aos requeridos, através da geração de radicais livres, que posteriormente danificam moléculas orgânicas (KOZLOWSKI et al., 2009).

As frutas se apresentam como uma potencial fonte de nutrientes essenciais. Há comprovações de que seu consumo pode prevenir o desenvolvimento de diversas doenças e favorecem a manutenção do peso corporal de forma saudável. Indivíduos que consomem diariamente cinco porções ou mais de frutas e vegetais têm aproximadamente metade do risco de desenvolver uma grande variedade de tipos de doenças degenerativas (DEMBITSKY et al., 2011).

A Amazônia possui uma grande variedade de espécies de frutos exóticos que possuem potencial nutricional desconhecido e que podem ser de grande interesse científico e econômico. Muitos desses frutos ainda são pouco consumidos *in natura* ou na forma de produtos derivados. Entre eles pode-se citar o açai (*Euterpe oleracea* Mart.), graviola (*Annona muricata* L.), bacuri

(*Platonia insignis* Mart.) e o camu-camu (*Myrciaria dubia* Kunth). Este último, pertence à família Myrtaceae, que apresenta uma diversidade de espécies frutíferas pouco estudadas e apresentam frutas que podem ser uma fonte potencial de nutrientes. (RUFINO et al., 2010; ALVES et al., 2008).

A família Myrtaceae ocorre principalmente em regiões tropicais e subtropicais do mundo e apresenta frutos exóticos. A comercialização de algumas espécies ainda é limitada, por não serem conhecidas como frutos comestíveis, por exemplo, o guabiju (*Myrcianthes pungens* O.Berg.) e o jamelão (*Syzygium cumini* L.). Porém, são cultivadas pela população por apresentarem algumas propriedades medicinais, sendo utilizadas para tratar diarreia e outros distúrbios (SERAGLIO et al., 2017; STEFANELLO; PASCOAL; SALVADOR, 2011).

Buscando aumentar o conhecimento sobre a capacidade nutricional de frutos silvestres amazônicos, serão estudadas diferentes espécies pertencentes a família Myrtaceae, para que venham contribuir como uma alternativa alimentar saudável. A adição destes frutos silvestres na tabela brasileira de informações nutricionais de alimentos pode popularizar o seu consumo, tanto na forma *in natura*, quanto como matéria prima para a fabricação de subprodutos.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Estudar a composição nutricional de frutos silvestres pertencentes a família Myrtaceae ocorrentes na Amazônia.

2.2 Específicos:

- Determinar a composição centesimal e mineral dos frutos dos gêneros *Eugenia* spp., *Myrcia* spp., e *Syzygium* sp.
- Comparar o potencial nutricional das diferentes partes desses frutos;
- Avaliar a influência do estágio de maturação na composição centesimal e mineral desses frutos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Composição nutricional

A adição de frutas na dieta é amplamente recomendada pelos nutricionistas por apresentarem propriedades químicas e nutricionais que auxiliam no bom funcionamento do organismo, ajudando na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). A Organização Mundial de Saúde - OMS (2013) estima que um dos principais fatores pelo aumento dos índices de DCNT seja pelo baixo consumo de frutas e vegetais que vêm causando aproximadamente 1,7 milhões de morte por ano no mundo. O plano de ação global da OMS propõe a criação e desenvolvimento de políticas que incentivem a disponibilidade e o acesso à alimentos mais nutritivos.

Neste contexto, a Amazônia compreende uma diversidade de espécies frutíferas, as quais possuem frutas que são consumidas pela população brasileira por apresentarem texturas e sabores diferenciados e pelo seu valor nutricional diversificado, na Tabela 1 estão apresentadas algumas informações sobre o perfil nutricional de alguns frutos amazônicos. Dada essa diversidade, algumas frutas amazônicas são consideradas como fontes ricas em vitaminas, especialmente C e A, minerais e substâncias orgânicas, principalmente antioxidantes (BERTO et al., 2015).

A composição das frutas pode ter variações de acordo com o ambiente onde o indivíduo foi plantado, as partes (endocarpo, mesocarpo, sementes) e o amadurecimento. Ainda pode ocorrer variações entre os indivíduos de uma mesma espécie ou entre espécies diferentes (BORGES; CONCEIÇÃO; SILVEIRA, 2014).

Algumas frutas são ricas em nutrientes, como água, Lipídio, proteínas, cinzas e carboidratos (incluindo as fibras). São esses os cinco componentes principais de um alimento considerado nutritivo, a partir da soma da porcentagem em massa de cada nutriente é possível determinar a composição centesimal de um alimento, e uma análise mais detalhada desses nutrientes: quantidade de sais minerais, caracterização de açúcares e perfil dos ácidos graxos, por exemplo; nos fornece a composição nutricional, ou potencial nutritivo (TOBARUELA, 2016).

Para que um novo alimento ou produto alimentício seja adicionado na dieta humana, deve-se conhecer suas propriedades nutricionais, pois o excesso ou a falta de alguns nutrientes

podem contribuir para alterações fisiológicas no organismo. Com isso, a utilização das análises químicas se faz necessários, pois contribuem como uma ferramenta primordial para formulação e desenvolvimento de novos produtos, na avaliação de novos processos de fabricação de produtos alimentares e na identificação de novas fontes de componente nutricionais (VELISEK, 2014).

Os parâmetros que devem ser analisados para se determinar a composição nutricional dos alimentos serão detalhados a seguir, juntamente com os métodos analíticos específicos para a sua determinação.

Tabela 1: Composição nutricional de alguns frutos amazônicos.

Fruta	Composição nutricional (g.100g ⁻¹)						
	Umidade	Proteína	Cinza	Lipídio	Carboidratos	Fibras	Calorias
Açaí ^a	NI	6,27	1,9	20,8	7,9	71,2	262,0
Buriti ^b	NI	3,7	0,6	19,0	26,2	22,9	189,6
Camu-camu ^c	94,1	0,4	0,3	0,2	6,8	0,1	31,6
Carambola ^d	NI	0,9	0,4	0,2	11,5	2,0	46,0
Bacuri ^d	ND	2,6	0,8	1,7	16,8	8,5	105
Cupuaçu ^c	93,8	1,6	0,2	3,6	0,6	NI	42,0
Biribá ^e	92,8	1,0	0,3	0,2	6,3	NI	31,2
Cubiu ^e	93,2	0,5	0,4	0,2	5,2	NI	26,4
Ingá ^e	84,9	1,4	0,4	0,1	13,22	NI	59,0
Piquiá ^e	43,7	1,8	0,5	14,6	39,4	NI	296,5
Pupunha ^a	45,0	3,5	0,9	47,2	23,6	3,8	351,4
Tucumã ^b	38,5	5,5	2,0	36,6	6,8	19,2	474,0
Uxi ^e	48,9	2,2	0,6	10,0	38,2	20,5	252,0

Fonte: (RUFINO et al., 2011)^a, (PEREIRA FREIRE et al., 2016)^b, (AKTER et al., 2011)^c, (CLERICI; CARVALHO-SILVA, 2011)^d, (BERTO et al., 2015)^e.

3.1.1 Umidade

O componente único mais abundante de frutas e vegetais é a água, que pode representar até 90% da massa total. É nela que estão dissolvidas a maioria das outras substâncias nutritivas presente em um alimento. Na composição centesimal a água é referida como teor de umidade (%U), que geralmente é determinada secando o alimento de interesse e através da perda de água pode-se medir indiretamente a porcentagem de umidade (TOGNON, 2012).

De acordo com Velisek (2014) A água pode estar presente nas frutas em três diferentes formas:

1. Água livre: responsável pelas propriedades físicas, atuando como agente dispersante de colóides e como solvente para sais minerais.
2. Água adsorvida: ligada a parede celular da fruta, responsável por manter firme as estruturas das proteínas sem se ligar quimicamente com as mesmas.
3. Água de hidratação: estão ligadas quimicamente com alguns carboidratos e sais minerais, por exemplo a lactose mono-hidratada e o $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

O teor de umidade pode ser expresso em base úmida, que é a razão entre o peso da água e o peso total da amostra; o valor obtido é incluído no cálculo da composição centesimal. E a umidade em base seca, que é a razão entre a quantidade de água e o peso da amostra seca, esse valor é desconsiderado na composição centesimal de um alimento (VELISEK, 2014).

O método mais utilizado para se determinar a umidade de um alimento segundo a AOAC (2016) é pelo aquecimento em estufa a 105°C até a obtenção do peso constante. É um procedimento lento e repetitivo que pode levar de 3 a 24h, é recomendado quando se deseja obter a composição centesimal, pois em outros casos ocorre perdas de compostos orgânicos voláteis e vitaminas por evaporação e lixiviação.

Um método bastante efetivo é o de secagem por radiação infravermelha que se baseia na desidratação da amostra utilizando uma lâmpada de radiação infravermelha com 250 a 500 watts, cujo o filamento desenvolve uma temperatura de 700°C. O maior benefício, além de uma boa precisão é o tempo de análise que leva em torno de 10 a 15 minutos, dependendo do tipo de alimento (TOBERGTE; CURTIS, 2013).

A secagem por radiação micro-ondas é um método novo e que vem sendo bastante empregado em indústrias alimentícias por ser rápido e simples, o calor é distribuído

uniformemente de dentro para fora da amostra, facilitando a evaporação da água e evitando a formação de crostas como é característico no método de secagem em estufa (SEHGAL, 2016).

3.1.2 Cinza

As frutas e vegetais são ricas em sais minerais e compostos inorgânicos que são absorvidos do solo pelas plantas. O conteúdo total da matéria mineral de um alimento é medido através do teor de cinzas, que é o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica.

As cinzas nas frutas são constituídas basicamente de grandes quantidades de K, Na, Ca, e Mg, pequenas quantidades de Al, Cu, Fe, Mn, e Zn, e quantidade a nível traço de outros elementos. Estes elementos se apresentam sob a forma de fosfatos, óxidos, sulfatos, cloretos, dependendo das condições da incineração e do alimento. Alguns minerais como o Hg, Cd, Zn e Pb, por apresentarem uma temperatura de volatilização inferior a temperatura de queima (TOBERGTE; CURTIS, 2013).

De acordo com Veliseck (2014), alimentos que possuem teores de cinzas acima de 1,5% são considerados fontes significativas de sais minerais. Na tabela 2 encontram-se informações sobre a quantidade de cinzas de alguns frutos amazônicos.

A determinação do teor de cinzas em um alimento é importante por ser um indicativo de algumas propriedades funcionais, por exemplo, em algumas geleias e doces o conteúdo de cinzas é utilizado para indicar a quantidade de fruta presente no produto. Em algumas indústrias alimentícias são usadas como índice de refinação para açúcares e farinhas, nos açúcares um teor de cinza muito elevado dificulta a cristalização e a descolorização (VELISECK, 2014).

Tabela 2: Composição média do teor (conteúdo mineral) de cinzas de algumas frutas da região amazônica.

Frutas	Matéria seca (%)	Matéria mineral (%)
açaí ^a	59,29	1,36
buriti ^b	48,11	2,31
pupunha ^c	40,01	2,10
cupuaçu ^d	16,79	2,95
graviola ^e	16,73	2,71

Fontes: (MESQUITA; LIMA; ARAÚJO, 2014)^{a,b}, (ANDRADE JÚNIOR; ANDRADE, 2012)^b, (BERTO et al., 2015a)^{a,c,d}, (COUTO; JÚNIOR; ANDRADE, 2014)^{b,e}, (NEGRI; BERNI; CANNIATTI, 2016)^{a,b,d}, (RUFINO, 2010)^a, (GORDON et al., 2012)^{b,e}, (YAMAGUCHI et al., 2015)^{b,a}, (ANDRADE; PANTOJA; MAEDA, 2003)^c.

Os métodos mais utilizados se baseiam no fato de que a matéria mineral não é destruída pela queima e tem baixa volatilidade quando comparados aos outros componentes alimentares. O método mais recomendado pela AOAC (2016) é o de incineração em forno mufla a 550°C, seguido de pesagem até se obter massa constante. Se uma análise posterior para quantificação dos minerais for realizada é recomendado que se utilize outra metodologia que faça uso de temperaturas mais baixas para evitar perda dos metais mais voláteis (FENNEMA, 2017).

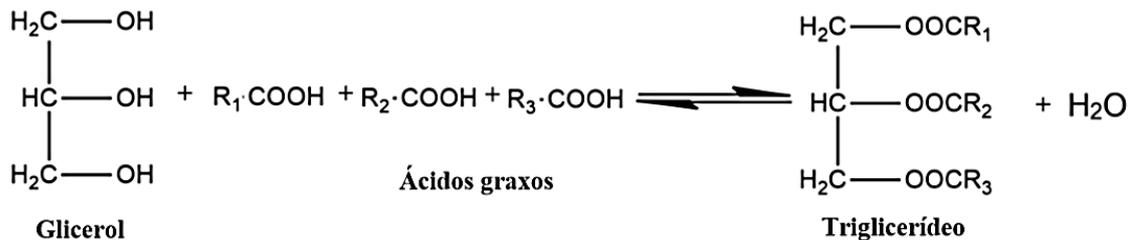
O método da cinza úmida é o mais recomendando quando se deseja quantificar os minerais, este procedimento é mais eficiente por fazer uso de ácidos (ácido nítrico, perclórico ou sulfúrico) que são responsáveis por quebrar e remover a matriz orgânica que envolve os minerais, deixando-os livres em solução. A temperatura de queima é menor, 350°C, e evita a perda dos minerais voláteis (NIELSEN, 2010).

3.1.3 Lipídio

As gorduras e óleos presente nos alimentos são classificadas como Lipídio, derivados de ácidos graxos que podem ser classificados em saturados e insaturados, no geral são moléculas da classe dos hidrocarbonetos com cadeia compostas por 4 a 36 átomos de carbono e uma unidade ácido carboxílicos terminais. Quando esses compostos reagem com três

moléculas de um ácido graxo e um glicerol, através de uma reação de esterificação, ocorre a formação de gorduras, comumente denominado de Lipídio (Figura 1) (FENNEMA, 2017).

Figura 1: Reação de formação de um lipídio.



Fonte: Fennema (2017)

A ingestão inadequada de ácidos graxos saturados está associada a um risco elevado de se adquirir doença cardiovasculares devido a produção de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), conhecida popularmente como colesterol ruim. Já os ácidos graxos insaturados são os mais recomendados para a alimentação humana, e são encontrados principalmente em frutas, vegetais e peixes (FAO, 2011).

Os Lipídios são importantes para os seres humanos pois servem como fonte de energia e ácidos graxos insaturados, e atuam como transportadores de nutrientes, incluindo vitaminas lipossolúveis, substâncias solúveis em gorduras, como as vitaminas A, D, E e K. São os principais componentes da membrana celular e a principal forma de energia armazenada na maioria dos organismos (VELISECK, 2014)

Ainda de acordo com Velisek (2014), a fração lipídica das frutas é constituída por triacilglicerois, glico e fosfolipídio, carotenoides, triterpenoides e ceras. O teor de Lipídio das frutas geralmente é baixo, 0,1 a 2,0 % do peso seco. Os maiores teores são encontrados na semente, como as nozes, por exemplo. Porém, alguns frutos possuem teores consideráveis na polpa, como é o caso do umari (*Poraqueiba sericeia* Tul.), fruto nativo da região amazônica (SOUZA; ANDRADE; COSTA, 2012).

É importante que se conheça a quantidade de gorduras presente em um alimento e que seu consumo seja controlado, pois pode-se prevenir o risco de doenças cardiovasculares e entupimentos das artérias, além disso o conteúdo de gordura, pode interferir no gosto e textura

do alimento (FENNEMA, 2017). A ingestão diária recomenda de gordura saturada para um indivíduo adulto é de 55 g/dia (DRI, 2011).

A medição de Lipídio totais (LT) é amplamente realizada, já que muitos regulamentos de rotulagem de alimentos exigem o relatório LT. A preparação da amostra é a parte mais importante na maioria dos métodos para analisar Lipídio. À medida que o lipídeo é extraído, deve-se tomar cuidado para evitar que não ocorra mudança de uma forma para outra. A hidrólise deve ser rigorosamente prevenida, pois reduz os triglicerídeos e aumenta os ácidos graxos livres (FAO, 2011).

Existem vários métodos para determinar o teor de lipídio total em frutas e vegetais, como extração por solvente e métodos instrumentais. A AOAC (2016), sugere uma metodologia por extração em aparelho Soxhlet, porém, alguns autores relatam algumas desvantagens desta técnica, por fazer usos de solventes nocivos e longo tempo de análise. Pensando nisso, Bligh e Dyer (1959) e adaptado por McClements (2003), apresentam um método mais rápido e eficiente baseado na extração por solventes apolares onde o componente lipídico é obtido gravimetricamente por dissolução em solventes orgânicos. O solvente dissolve seletivamente o lipídeo deixando a porção não lipídica não dissolvida.

Diferentes métodos instrumentais são utilizados para determinar o teor total de Lipídio da amostra. Pode ser por espectrofotometria UV-Vis, o ácido graxo absorve a luz UV proporcional à sua concentração. Este método requer um tempo relativamente longo, pois exige a preparação de amostras para remover substâncias como proteínas e peptídeos hidrofóbicos que interferem na medida (VELISEK, 2014).

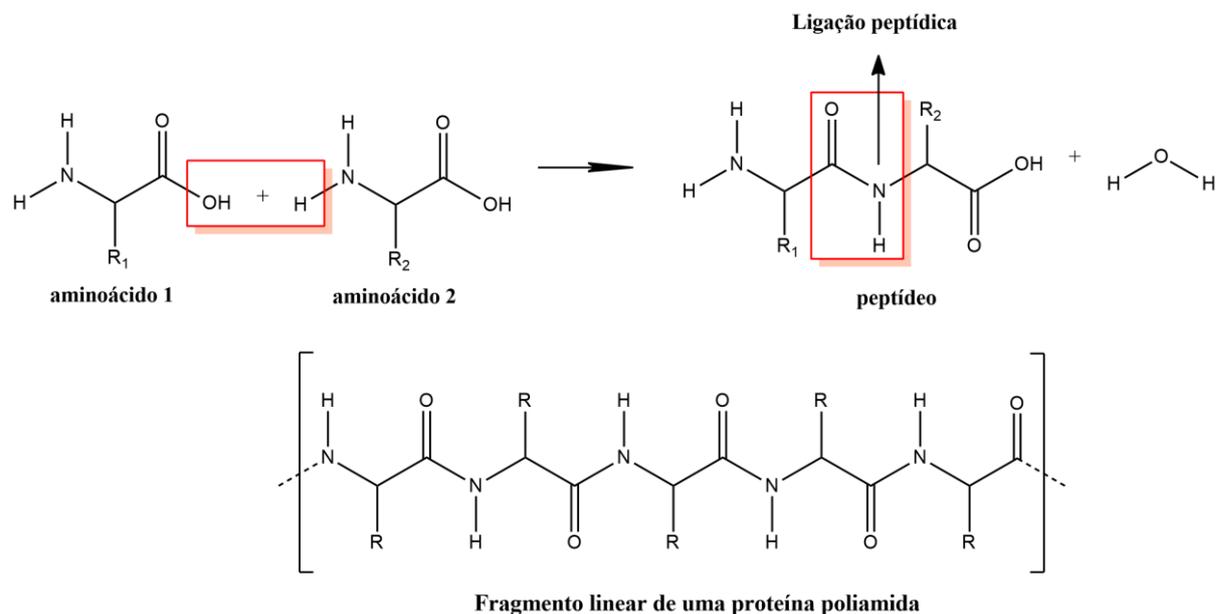
A espectroscopia do infravermelho próximo (NIR), é usada para determinação de Lipídio principalmente para analisar o conteúdo de ácidos graxos nos alimentos de forma não destrutiva (MOSSOBA et al., 2012). O ácido graxo, mostra uma forte absorção em 5,74 μm , que fornece uma medida rápida da composição de gordura (FENNEMA, 2017).

A Ressonância Magnética Nuclear – RMN também é um método não destrutivo e rápido de análise de gordura total. Embora exija uma curva de calibração, é melhor adaptado do que NIR ou UV porque a curva de calibração é mais duradoura (MOSSOBA et al., 2012).

3.1.4 Proteína

As proteínas são as macromoléculas biológicas mais abundantes, ocorrendo em todas as células, sendo possível encontrar milhares de tipos diferentes em uma única célula. Formam polímeros altamente complexos, através de ligações peptídicas entre 20 aminoácidos diferentes. Cada um possui propriedades químicas específicas, que desempenham um papel fundamental nos sistemas biológicos (Figura 2) (LEHNINGER, 2018).

Figura 2: Formação de uma proteína.



Fonte: Fennema (2017)

Esses aminoácidos quando ligados entre si em várias combinações diferentes podem produzir produtos tão diversos como enzimas, hormônios, anticorpos, transportadores e fibras musculares. Além disso, as proteínas atuam principalmente no transporte de nutrientes e metabólitos. Entre estes produtos, as enzimas são as mais importantes, principalmente por catalisar as reações químicas que ocorrem no organismo humano (FENNEMA, 2017). Além de funcionarem como enzimas, as proteínas (como colágeno, queratina, elastina, etc.) funcionam como componentes estruturais de células e organismos complexos (LEHNINGER, 2018).

Segundo a Food and Agriculture Organization - FAO (2011), a ingestão diária de proteínas ajuda a equilibrar as perdas de nitrogênio pelo organismo em pessoas que praticam atividades físicas constantemente. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA,

2005), recomenda que a ingestão máxima de proteínas para um adulto seja de 50 g/dia. As frutas e hortaliças se apresentam como fonte de aminoácidos essenciais, fornecem em média cerca de 0,1 a 2% do seu peso seco (VELISECK, 2014).

A fração proteica varia muito com a variedade e amadurecimento da fruta. Esta fração geralmente é encontrada na forma enzimática que são responsáveis pelo metabolismo (por exemplo, lipases, lipoxigenases, enzimas envolvidas na biossíntese lipídica) e nos ciclos de ácido cítrico e glioxalato. Um alimento é considerado proteico quando contém todos os aminoácidos essenciais em quantidade suficiente para suprir as necessidades do organismo. (PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005).

Entre as frutas amazônicas que possuem um elevado teor de proteínas está o taperebá. É uma fruta tropical cuja casca pode ser ingerida juntamente com a polpa, e é considerada uma fonte de proteínas, pois apresenta quantidades significativas para o fruto inteiro (casca, polpa e semente) 1,4 g.100g⁻¹. O cupuaçu apresenta valores de proteínas próximos ao do taperebá para a polpa e sementes 1,2 e 0,8 g.100g⁻¹, respectivamente (TACO, 2011).

Em um estudo realizado por Berto et al. (2015), sobre a composição nutricional de frutos inteiros de piquiá (*Caryocar villosum* Aubl.), uxi (*Endopleura uchi* Huber.) e biribá (*Rollinia mucosa* Jacq.) foram encontrados maiores teores de proteínas para as sementes (4,3 g.100g⁻¹) em comparação à polpa e a casca, 2,3 e 1,2 g.100g⁻¹ respectivamente.

O método mais utilizado e recomendado pela AOAC (2016), para determinação de proteínas é o método de Kjeldahl (935.58), que se baseia na digestão do alimento com um ácido forte, para obtenção de nitrogênio que pode ser determinado por titulação. A quantidade de proteína presente é então calculada a partir da concentração de nitrogênio do alimento (ADOLFO LUTZ, 2008).

A principal desvantagem do método de Kjeldahl é que não mede o conteúdo de proteína diretamente, é necessário um fator de conversão (F) para converter a concentração de nitrogênio medida em uma concentração de proteína. Um fator de conversão de 6,25 (equivalente a 0,16 g de nitrogênio por grama de proteína) é usado para muitas aplicações. No entanto, este é apenas um valor médio e cada proteína possui um fator de conversão diferente, porque possuem diferentes sequências de aminoácidos VELISECK (2014).

Um procedimento mais rápido para determinação de proteínas se baseia na queima de uma quantidade conhecida de amostra em uma câmara de alta temperatura na presença de oxigênio. Isso leva à liberação de CO₂, H₂O e N₂. O CO₂ e H₂O são removidos por absorção

em colunas. O teor de nitrogênio é então quantificado quando os gases restantes passam através de uma coluna que separa o N₂ do CO₂ e vapor d'água, através de um detector de condutividade térmica que converte o sinal em um teor de nitrogênio total. Assim como no método de Kjeldahl, é necessário converter a concentração de nitrogênio para teor de proteína, usando fatores de conversão adequados que dependem da sequência de aminoácidos precisa da proteína (WALSTRA et al., 1999 apud MARQUES et al., 2016).

A Espectroscopia na região do UV-visível também pode ser utilizado para esta finalidade. Este método usa a capacidade natural das proteínas para absorver a luz na região do Ultravioleta do espectro eletromagnético. Primeiramente uma curva de calibração é preparada usando uma série de soluções proteicas de concentração conhecida. A absorbância da solução a ser analisada é então medida no mesmo comprimento de onda e a concentração de proteína determinada a partir da curva de calibração FENNEMA (2017).

3.1.5 Carboidratos

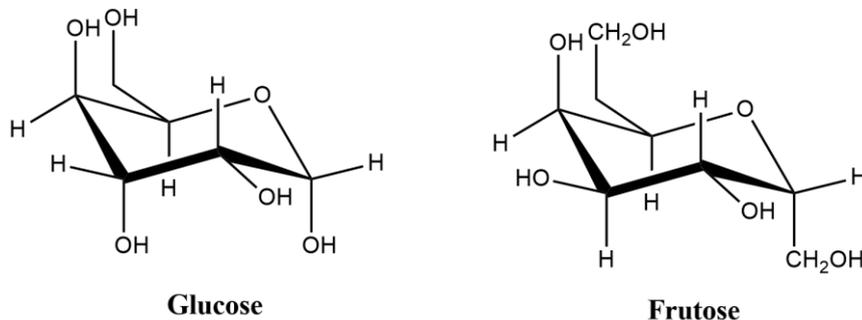
Os carboidratos são amplamente disponíveis na natureza, compreendem mais de 90% da matéria seca das plantas, é um dos grupos mais abundantes de biomoléculas. Constituem a fonte de energia mais importante atuando como combustível para o corpo, sendo a base da dieta da população (LEHNINGER, 2018).

Estes nutrientes são componentes dos alimentos, tanto como os naturais como industrializados. De acordo com a sua classe, podem ser divididos em digeríveis, que são metabolizáveis pelas enzimas digestivas, e não digeríveis, que são os que conseguem chegar ao intestino grosso sem serem metabolizados. Exibem importantes propriedades físicas e químicas agindo, como agentes adoçantes, gelificantes e espessantes, e também como precursores de substâncias aromatizantes e colorantes. Mesmo os carboidratos não digeríveis são importantes em uma nutrição diária equilibrada, pois são fermentados parcial ou totalmente pela microbiota intestinal, convertendo-os em ácidos graxos de cadeia curta (FENNEMA, 2017).

Segundo Junior e Andrade (2014), os monossacarídeos, D-glucose, e a D-frutose (Figura 3), são os principais açúcares de muitas frutas como morango, goiaba, pera. Quando fermentados, estes monossacarídeos produzem dióxido de carbono e etanol, o que possibilita a produção de bebidas como o vinho e as cidras. Além disso, o metabolismo da glicose é a principal forma de absorção de energia pela maioria dos seres vivos.

Além dos monossacarídeos, estão presentes nas frutas e vegetais os dissacarídeos metabolizáveis pelo organismo humano, como a sacarose, a maltose e a lactose. Fornecendo 70 a 80% das calorias na dieta humana. A sacarose é um açúcar não redutor, e sua estabilidade em relação à oxidação faz dela uma molécula adequada para o armazenamento e transporte de energia, sendo a principal forma de transporte do açúcar nas folhas para outras partes da planta. A lactose produz D-galactose e D-glucose quando hidrolisada e ocorre naturalmente no leite, dando-o um sabor adocicado (FENNEMA, 2017).

Figura 3: Representação da estrutura de monossacarídeos.

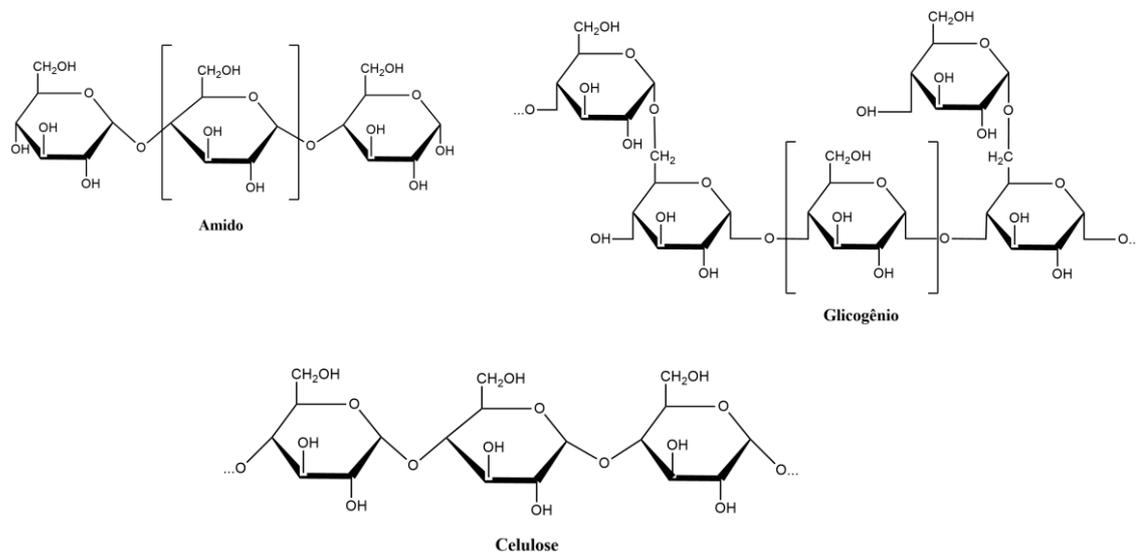


Fonte: Lehninger (2018).

Os polissacarídeos são os carboidratos que ocorrem em maior abundância na natureza. São macromoléculas formadas por milhares de unidades de monossacarídeos, por isso são polímeros de médio e alto peso molecular (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Os polissacarídeos mais importantes são formados a partir da polimerização da glicose e têm a função biológica de armazenar energia e como componente estrutural da parede celular dos vegetais. Os principais polissacarídeos são o amido, o glicogênio e a celulose (LEHNINGER, 2018).

A celulose e a pectina são os polissacarídeo mais abundante nos vegetais, possuem uma cadeia bastante linear e como consequência formam fibras insolúveis em água e não digeríveis pelos seres humanos, mas que não deixam de ser importante por serem responsáveis pela sensação de saciedade e por contribuírem na redução do nível de colesterol sanguíneo e os ricos de se desenvolver DCNT (LATULIPPE et al., 2013).

Figura 4: Principais polissacarídeos.



Fonte: Lehninger (2018)

Entre as frutas amazônicas ricas em carboidratos, destaca-se a pupunha, fruto da palmeira *Bactris gasipaes*, e o tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), cujos os frutos são descascados para consumo imediato. Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, TACO (2011), o seu conteúdo de carboidratos para a polpa é composto por 26,9 e 25,6 g.100 g⁻¹ respectivamente. Esses valores são considerados altos em relação a outras frutas da região, como por exemplo o açaí que contém 6,9 g.100 g⁻¹ e o cupuaçu que contém apenas 10,4 g.100g⁻¹ de carboidratos.

A recomendação diária é que a porcentagem das calorias totais consumidas sob a forma de gordura atualmente seja reduzida para não mais de 30% e que a diferença seja composta por carboidratos, especialmente amido (ADOLFO LUTZ, 2008). Ainda de acordo com a OMS, a ingestão diária adequada de carboidratos em uma dieta diária de 2000 Kcal deve ser de 60% do valor calórico total da dieta, aproximadamente 300 g/dia para um indivíduo adulto.

A determinação da quantidade e do tipo de carboidratos presentes em um alimento é importante por vários motivos. Para a indústria alimentícia, os alimentos devem ter composições conforme os regulamentos governamentais, bem como, informar a os consumidores sobre o conteúdo nutricional do alimento. É importante ainda seu conhecimento,

devido às propriedades físico-químicas, como doçura, aparência, estabilidade e textura que conferem aos alimentos (VELISECK, 2014).

A literatura descreve várias técnicas analíticas para medir a concentração total e o tipo de carboidratos presentes nos alimentos. Geralmente, o teor de carboidratos de um alimento pode ser determinado calculando o percentual em massa remanescente depois de todos os outros componentes terem sido medidos. No entanto, a maior desvantagem deste método é que pode levar a resultados não confiáveis devido a erros experimentais nas etapas anteriores. Portanto, outras técnicas para medir diretamente o teor de carboidratos são recomendadas (HO et al., 2013).

A preparação da amostra para análise de carboidratos depende da natureza do alimento que está sendo analisado. Muitos alimentos contêm carboidratos que estão fisicamente associados ou ligados quimicamente a outros componentes, dessa forma, nas frutas geralmente é necessário isolar o carboidrato do resto do alimento antes que ele possa ser analisado FENNEMA (2017).

Um dos métodos mais utilizados para extrair carboidratos de baixo peso molecular nos alimentos é ferver uma amostra livre de Lipídio com uma solução de 80% de álcool. Os monossacarídeos e os oligossacarídeos são solúveis em soluções alcoólicas, enquanto proteínas, polissacarídeos e fibras alimentares são insolúveis. Os componentes solúveis podem ser separados dos componentes insolúveis, filtrando a solução e coletando o filtrado (NIELSEN, 2010).

Os métodos cromatográficos são as técnicas analíticas mais eficientes para a análise do tipo e concentração de monossacarídeos e oligossacarídeos em alimentos. A cromatografia em fase fina (TLC), a cromatografia gasosa (GC) e a cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) são comumente usadas para separar e identificar carboidratos. Além disso, existem outros métodos para análises mais específicas de carboidratos, como o método Titulométrico de Lane-Eynon e o gravimétrico de Munson e Walker para determinação de açúcares redutores; o método Anthrone, para determinação colorimétrica da concentração de açúcares totais em alimentos; e os métodos enzimáticos para determinar a quantidade de monossacarídeos e dissacarídeos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2003).

3.1.6 Fibras alimentares

A fibra alimentar, também denominada fibra dietética, pode ser definida como a porção dos vegetais que é resistente à digestão por enzimas intestinais humanas. É constituída de polissacarídeos, oligossacarídeos, ligninas e amidos. São classificadas como fibras solúveis, viscosas ou fermentáveis, que são fermentadas no intestino grosso, e fibras insolúveis, tais como farelo de trigo e a celulose (ANDERSON et al., 2009).

As porções não digeríveis dos vegetais podem ser definidas como prebióticos porque atuam no organismo de forma estimulando o crescimento e a atividade de bactérias no intestino, como as bifidobactérias e os lactobacilos que possuem funções benéficas para o organismo humano (VELISECK, 2014).

O consumo de fibras alimentares na dieta reduz consideravelmente o risco de desenvolver doenças cardíaca coronária, acidente vascular cerebral, hipertensão, diabetes, obesidade, e transtornos gastrointestinais (LIU et al., 2007). Além disso, o aumento do consumo de fibras reduz a pressão sanguínea, melhora o controle da glicemia no diabetes, promove a regularidade do intestino, ajuda na perda de peso e contribui para o bom funcionamento do sistema imunológico (ANDERSON et al., 2009). A ANVISA (2005), recomendada a ingestão diária de 20 a 35g/dia de fibras para um adulto, e a DRI (2011) sugere o valor de 25g/dia.

Em um estudo sobre a caracterização de frutos *in natura* de jaracatiá (*Jacaratia spinosa*) provenientes de três cidades do Brasil, comprovou o potencial dessa fruta como fonte de fibras, obtendo composição de 1,79 a 2,19% para fibras solúveis e 4,37 a 5,17% para as insolúveis. Já, (NOGUEIRA et al., 1996) encontrou para a polpa dos frutos de pitanga um teor de 3,2% de fibras solúveis.

Mertens (1992, apud Bernaud e Rodrigues, 2013), afirma que a sua definição está diretamente ligada ao método analítico utilizado para a sua determinação. Para o autor a fibra é um agregado de compostos e não uma entidade química diferente. O que justifica que a composição química da fibra depende da fonte natural e da forma como foi quantificada.

Em relação a quantificação do teor de fibras dietéticas o Instituto Adolfo Lutz (2008), estabelece um método para a obtenção da quantidade de fibra bruta em uma matriz alimentícia, que se baseia na digestão ácida, que remove amido e açúcares e parte da pectina e da hemicelulose; e digestão alcalina que remove proteínas, pectinas e hemicelulose remanescente da amostra, com uma etapa de filtração entre cada digestão. O resíduo obtido constitui a fibra

bruta, que é lavada com água quente e álcool, seca em estufa e incinerada para a remoção de interferentes do resíduo mineral.

Para uma análise mais detalhada do teor de fibra dietética, a AOAC recomenda um conjunto de métodos conhecidos como enzimático-gravimétrico. Após o desengorduramento, uma amostra de alimento é tratada com enzimas que imitam o processo digestivo no intestino delgado humano, possibilitando a separação das frações de fibra (AOAC, 2016).

McCleary et al. (2013) afirma que um outro método estabelecido pela AOAC é o 2009.01, que utiliza α -amilase pancreática e condições muito mais próximas do fisiológico (pH 6, 37°C) para o passo de incubação enzimática. Este método, ao contrário do anterior mede todos os componentes da fibra dietética e é mais recomendado pela literatura.

3.1.7 Calorias

A quantidade de energia dos alimentos pode ser definida como a energia por unidade de peso ou volume (Kcal / 100g), sendo a unidade padrão aceita para energia humana e também recomendada para a expressão de energia nos alimentos. Esse parâmetro corresponde à soma da energia proveniente de todos os alimentos ingeridos ao longo do dia. As três fontes principais para a obtenção de energia proveniente dos alimentos são os carboidratos, proteínas e os Lipídio (FAO, 2011).

Entre os vegetais amazônicos a castanha-do-Brasil é exemplo de alimento rico em todas as fontes calóricas (g/100 g) isto é, Lipídio (63,5), carboidratos (15,1), proteínas (14,5) e (7,9) fibras dietéticas, correspondendo a uma quantidade de energia de 690 Kcal/100g (KLUCZKOVSKI; SCUSSEL, 2015).

O tucumã é uma fruta que compõe costumeiramente o café da manhã na Amazônia, é um outro exemplo de fruta que possui uma elevada quantidade de calorias, seu sabor agradável e textura gordurosa são características marcantes desta fruta. Sua polpa pode ser consumida em inúmeras preparações alimentícias como sanduíches, bolos e sorvetes. Como tal, sua composição nutricional (g/100g) é composta por carboidratos (26,5), Lipídio (19,1), proteínas (2,1), fibras dietéticas (12,7), perfazendo uma quantidade de energia de 1096 kJ / 100 g. (TACO, 2011).

3.1.8 Composição Mineral

A principal forma de absorção de minerais pelos seres humanos é através da alimentação. Sua presença no organismo é importante, pois ao reagirem com moléculas orgânicas como os aminoácidos, por exemplo, acabam formando quelatos que possuem funções fisiológicas específicas no organismo.

Nos alimentos, os minerais são os constituintes que permanecem nas cinzas após a combustão dos tecidos vegetais e animais, e são divididos em elementos principais, elementos traços e elementos ultra-traços. Os elementos principais, conhecidos como macrominerais (Na, K, Ca, Mg, P), são essenciais para seres humanos em quantidades maiores que 50 mg/dia (BELITZ; GROSH; SCHIEBERLE, 2009; KOZLOWSKI et al., 2009).

Os elementos traços, microminerais (Fe, I, F, Zn, Se, Cu, Mn, Cr, Mo, Co, Ni), são essenciais em concentrações menores que 50 mg/dia. Já os elementos ultra-traços, também chamados de ultra-microminerais (Al, As, Ba, Bi, B, Br, Cd, Cs, Ge, Hg, Li, Pb, Rb, Sb, Si, Sm, Sn, Sr, Tl, Ti, W) são elementos cujo o organismo humano depende em concentrações abaixo de 1,0 mg/dia, porém não deixam de ser importantes (BELITZ; GROSH; SCHIEBERLE, 2009; KOZLOWSKI et al., 2009).

De acordo com Pallet (2002 apud Berto et al, 2005), existe uma variação em relação à concentração destes nutrientes nas frutas tropicais, mas no geral apresentam excelentes fontes de macrominerais e concentrações menores de microminerais para o fruto inteiro, por exemplo, enquanto o muruci apresenta de 80 a 88 mg de cálcio, a manga possui apenas 1,2 mg, porém no abacate estão presente 200 mg de potássio, enquanto a banana possui quase o dobro, 390 mg. Já o abacaxi apresenta 1,35 mg de Mn, enquanto o mamão e a jaca apresentam concentrações a níveis de traços deste nutriente.

Paull e Duarte (2012) afirmam que entre as frutas amazônicas a variabilidade do conteúdo de cinzas (matéria mineral) é de 3,2 a 0,1 %. Uma das frutas amazônicas que merecem destaque em termos nutricionais é o cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal,) que possui uma textura carnosa e sabor ácido, geralmente acompanha pratos regionais da Amazônia como peixes, por possuírem excelente potencial nutritivo, além de apresentar-se como uma excelente fonte de vitamina C (BERTO et al., 2015).

Através de um estudo sobre a mudança dos constituintes físico-químicos da polpa de cubiu nos diferentes estágios de maturação, Andrade Júnior e Andrade (2012) observaram

significativos teores de minerais para esta fruta, entre eles o sódio e potássio, que apresentaram as maiores concentrações, 45,9 e 48,2 mg.100g⁻¹, respectivamente.

O camu-camu (*Myrciaria dubia*), é uma fruta tipicamente amazônica pouco conhecida, podendo ser encontrada na sua forma silvestre as margens de rios e lagos onde é consumida pela população ribeirinha na sua forma *in natura*. Em um estudo sobre a composição nutricional de camu-camu, Akter et al. (2011), encontraram teores de cálcio e potássio para o fruto inteiro de 11,3 e 83,8 mg.100g⁻¹ de fruto seco, respectivamente. A presença dessas quantidades de Ca e K no camu-camu perfazem aproximadamente 1,1% e 8,4% da ingestão diária recomendada para um adulto (DRI, 2011).

O açaí, fruto amazônico bastante consumido por conta da sua quantidade calórica e gosto agradável, além de ser considerado excelente fonte de Na, Ca, K, e Mg, também apresenta uma rica concentração de fósforo (RUFINO, 2010). Em um estudo sobre as propriedades químicas durante os diferentes estágios de maturação da fruta do açaí, apresentou concentrações elevadas de fósforo para matéria seca nos três diferentes estágios de maturação, 262,6 mg.100g⁻¹ para a fruta verde; 232,4 mg.100g⁻¹ para o intermediário e 186,0 mg.100g⁻¹ para a fruta madura (GORDON et al., 2012).

Alguns vegetais amazônicos são consideradas fontes excelentes de micronutrientes, entre eles destacam-se a semente da castanha-do-brasil, considerada a mais rica em selênio (204,9 µg.100g⁻¹), um mineral incorporado em selenoproteínas que possuem uma ampla gama de efeitos benéficos para a saúde, como efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios, produção de ativos hormonais da tireoide, quando consumido em quantidades adequadas (KLUCZKOVSKI; SCUSSEL, 2015; COUTO; JÚNIOR; ANDRADE, 2014). A Ingestão Diária Recomendada – IDR, proposto pela ANVISA (2005), sugere que a concentração máxima de selênio permitida para um adulto não ultrapasse 55 µg/dia.

A OMS (2013), estabelece a ingestão diária de 18 minerais que são considerados essenciais na dieta humana, devido cada um desses elementos desempenharem funções específicas para os processos bioquímicos que asseguram o bom funcionamento dos sistemas vitais (Tabela 3).

Tabela 3: Principais minerais, suas funções e quantidade de ingestão recomendada.

Mineral	Principais Funções^{ab}	Consumo^c
Na	Regula a pressão osmótica dos fluídos presentes nas células. Ativa enzimas como as amilases e lipases.	3,3 g/dia
K	Contribui para o metabolismo e síntese de proteínas e glicogênio. Ajuda na estabilidade neuromuscular e regula o teor de água do organismo.	4,7 g/dia
Ca	Ajuda na liberação de neurotransmissores no cérebro e auxilia o sistema nervoso. Fortifica ossos e dentes e contrui para o bom funcionamento do coração.	1,300 mg/dia
Mg	Necessário para a atividade hormonal do organismo e para a contração e relaxamento dos músculos. Regula a atividade de reações enzimáticas.	400 mg/dia.
Fe	Atua na produção de hemoglobina e certas enzimas, aumenta as defesas do organismo. É essencial para o fornecimento de oxigênio às células.	11 mg/dia
P	Participante essencial de diversas atividades enzimáticas e desempenha um papel fundamental nas células como fonte de energia na forma de ATP.	700 mg/dia
Mn	Atua como ativador de enzimas, funciona como antioxidante e colabora na formação de cartilagem e ossos. Ajuda na regulação dos níveis de glicose e nas atividades neuro hormonais.	2,3 mg/dia
Se	Participa da síntese de hormônios tireoidianos. É componente da glutathione peroxidase, uma enzima que destrói agentes oxidantes que destroem as células.	55 µg/dia
Zn	É importante no crescimento, na resposta imune do organismo, na função neurológica e na reprodução. Atua na formação das proteínas e membranas celulares.	11 mg/dia
Cu	É essencial por incorporar o Fe do organismo na hemoglobina.	1 mg/dia
Co	Componente da vitamina B12, sendo essencial para a função normal da célula, principalmente a da medula óssea.	25 µg/dia
Mo	Auxilia na desintoxicação do fígado e ajuda a regular o metabolismo de outros minerais como o Ca, Mg e Cu.	45 µg/dia
Ni	Atua como componente de algumas enzimas e ajuda a acelerar reações bioquímicas.	1,0 mg/dia
Cr	Auxilia na produção e ação de insulina.	35 µg/dia
Al	Importante para a formação e manutenção dos ossos e tecidos.	0,1 mg/dia
Bi	Auxilia a formação de enzimas que são responsáveis por catalisar reações no estômago, diminuindo o risco de doenças estomacais.	13 µg/dia
Ba	Atua principalmente para evitar o estresse oxidativos causado por outros metais.	10 µg/dia
Cd	Contribui principalmente no controle de açúcar no sangue.	80 µg/dia

Fonte: ^aVelisek (2014); ^bDRI (2011).

Conhecer a concentração desses minerais nos alimentos é importante, pois em quantidades menores que o necessário pode causar problemas fisiológicos e em quantidades elevadas podem se tornar tóxicos para os seres humanos.

Antes da quantificação dos minerais é necessário que se retire toda a matéria orgânica da amostra, restando assim somente a parte inorgânica que contém o analito de interesse. Para esta finalidade são utilizados, geralmente, duas metodologias: a obtenção das cinzas, que são recomendadas para análises imediata de minerais não voláteis como o Fe, Se, Pb e Hg que podem se volatilizar parcialmente (NIELSEN, 2010).

Outra técnica utilizada é digestão assistida por micro-ondas, que proporciona a digestão ácida das amostras em um dispositivo de vaso fechado, usando o aquecimento de micro-ondas com um controle de temperatura e potência. A vantagem do método é evitar a perda de minerais voláteis, bem como o uso de menor quantidade de amostra (MARIN; SIQUEIRA; ARRUDA, 2009).

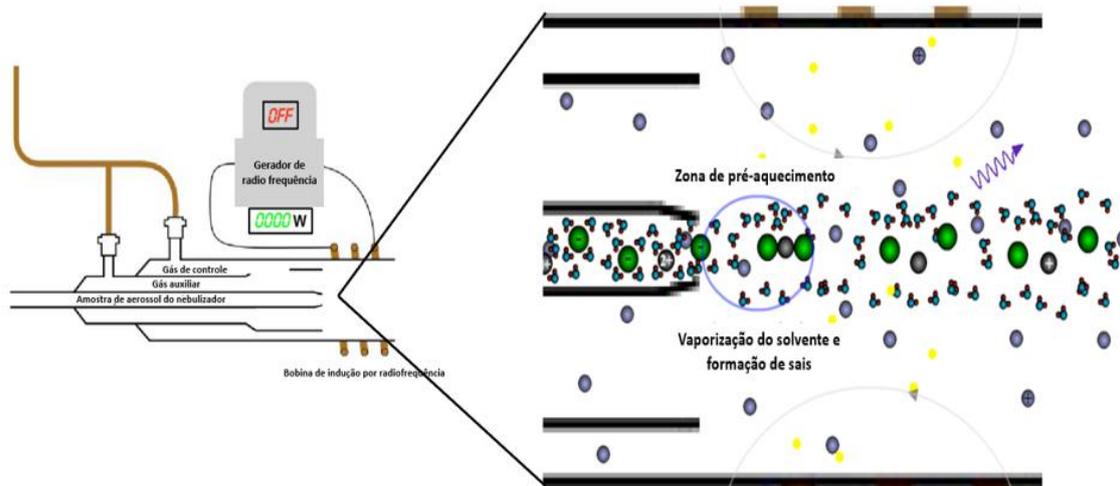
Os métodos espectrométricos são os mais utilizados para quantificar minerais. Esses métodos se baseiam na absorção, emissão ou espalhamento de radiação eletromagnética por átomos ou moléculas (ou íons atômicos ou moleculares) com a finalidade de se conhecer qualitativa ou quantitativamente a presença destas espécies em uma matriz (GINÉ, 2010; THOMAS, 2013).

A espectroscopia de emissão atômica (AES ou OES) é uma técnica que se baseia na quantidade de radiação que é emitida por um átomo para a medição da concentração de um analito. Os átomos do analito em solução são aspirados para a região de excitação, onde são dissolvidos, vaporizados e atomizados por um plasma acoplado indutivamente (ICP) que é uma fonte de excitação de alta temperatura. A amostra é introduzida no sistema através do nebulizador (Figura 5). Após a entrada no plasma, o solvente evapora e forma sais. Então, esses compostos se decompõem à medida que são arrastados pelo fluxo de gás argônio até a região mais quente do plasma (região de emissão) (GINÉ, 2010; THOMAS, 2013).

O plasma fornece energia suficiente para fazer com que os elétrons sejam elevados a altos níveis de energia e a decaiam para níveis mais baixos emitindo luz (Figura 6). Como as transições estão entre níveis distintos de energia atômica, as linhas de emissão nos espectros são estreitas. Os espectros de amostras multielementares podem ser muito congestionados, e a separação espectral de transições atômicas próximas requer um espectrômetro de alta resolução.

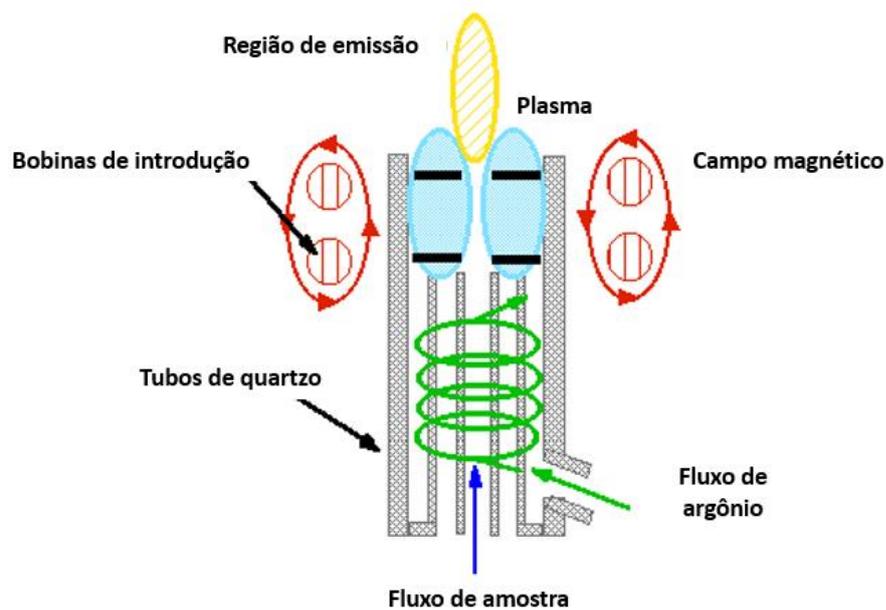
Como todos os átomos de uma amostra são excitados simultaneamente, eles podem ser detectados concomitantemente, essa é a principal vantagem do AES em comparação à espectroscopia de absorção atômica (AAS) (GINÉ, 2010; THOMAS, 2013).

Figura 5: Esquema do processo de injeção da amostra na câmara de nebulização de um ICP-OES.



Fonte: Giné (2010).

Figura 6: Esquema do plasma de um ICP-OES.



Fonte: Giné (2010)

Outras técnicas espectro-analíticas que são utilizadas para a quantificação de minerais em alimentos como é o caso da Espectroscopia de Absorção Atômica (AAS). Se diferencia da AES por ser uma técnica monoelementar, ou seja, por se basear na absorção de energia, os espectros atômicos consistem em linhas discretas e cada elemento tem um espectro único VELISECK (2014).

Dois tipos de atomização são comumente usados em AAS: atomização por chama e atomização eletrotérmica (forno de grafite). Ambas se baseam no mesmo princípio. Os átomos e íons do mesmo elemento ao absorverem a radiação emitida por uma fonte (lâmpada de cátodo oco), produzem um sinal que é recebido pelo detector que o converte em um sinal analítico (WELZ; SPERLING, 1999).

A Espectroscopia de Absorção Atômica por Chama (FAAS), possui um sistema de queimador que é responsável por converter a amostra em gotículas. A amostra deve estar em solução (geralmente uma solução aquosa) onde é nebulizada e misturada com um gás combustível e um oxidante, e posteriormente queimada em uma chama em alta temperatura que é responsável por atomizar o analito de interesse. Enquanto que na espectroscopia de Absorção Atômica por Atomização Eletrotérmica (ETAAS) a atomização envolve o aquecimento da amostra a temperaturas mais elevadas. Isto é realizado em um tubo de grafite posicionado no caminho de luz do instrumento, de modo que a absorvância seja determinada no espaço diretamente acima da superfície onde a amostra é aquecida (NIELSEN, 2010).

3.2 Família Myrtaceae

A família Myrtaceae possui uma grande variedade de árvores e arbustos. A característica que marca a família é a presença de estruturas secretoras de óleos essenciais nos seus órgãos vegetativos e reprodutivos, o tronco de casca lisa que se renova a cada estação de crescimento. Os frutos são todos compostos por bagas, com variações na coroa, tamanho, cor, e tamanho das sementes, suas polpas podem ser carnosas ou secas (RIBEIRO et al., 1999 apud RUFINO, et al., 2010).

Compreende cerca de 150 gêneros e 3.500 espécies que se distribuem por todos os continentes, com uma maior predominância nas regiões tropicais e subtropicais (PASSOS, 2009). No Brasil, a família Myrtaceae compreende cerca de 23 gêneros e aproximadamente

1000 espécies, podendo ser encontrada desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul. O gênero *Eugenia*, é um dos grupos predominantes de espécies arbóreas da Mata Atlântica. Nos estudos realizados por Ribeiro et al. (1999), foram identificadas na Reserva Florestal Adolpho Ducke 56 espécies pertencentes aos gêneros: *Blepharocalyx*, *Myrciaria*, *Calycolpus*, *Calypttranthes*, *Myrcia*, *Marlierea*, para o gênero *Eugenia* foram identificadas 28 espécies.

As plantas desta família podem ter diversas aplicações, como por exemplo, na medicina, agricultura e indústria de alimentos. Os óleos essenciais das folhas, flores e frutos têm propriedades medicinais, com grande importância econômica. Os frutos são bastante utilizados na indústria alimentícia na produção de produtos processados como sucos e geleias, por apresentarem sabores agradáveis e fontes significativas de nutrientes. As mais utilizadas para estes fins e as mais conhecidas popularmente são: goiaba (*Psidium guajava*) e a jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) (Figura 7) (ARAÚJO et al., 2016).

Figura 7: Frutos de A) *P. guajava* (goiaba) e B) *M. cauliflora* (jabuticaba)



As frutas de Myrtaceae apresentam significativos teores de fibras alimentares, proteínas, carboidratos, Lipídio, e macronutrientes, como Na, K, P, Mg e Ca. Esses nutrientes se fazem necessários na dieta humana para regular as funções fisiológicas normais do corpo. (VALLILO et al., 2005).

Além de serem ricos em conteúdo nutricional, os frutos desta família possuem propriedades antiglicantes, antioxidante (RAMOS et al., 2019) antifúngico, anti-inflamatório (MELO et al., 2009) e além disso, as folhas e cascas dos indivíduos desta família apresentam eficiente atividade no tratamento da diabetes (SALES et al., 2014).

Pesquisas na área de alimentos têm buscado encontrar novas fontes naturais desses nutrientes, e as frutas se apresentam como uma promissora alternativa para isso, abaixo estão descritos alguns gêneros de Myrtaceae que possuem espécies frutíferas pouco exploradas e que podem contribuir para esta finalidade.

3.2.1 *Myrcia egensis*

O gênero *Myrcia* é considerado um dos maiores da família Myrtaceae, com mais de 753 espécies que se distribuem em grande parte da América Central até a Argentina. No Brasil, estão catalogadas aproximadamente 260 espécies desse gênero encontradas em diferentes biomas, sendo os estados de Goiás e Minas Gerais os que possuem maior presença dessas espécies (GOVAERTS, 2014).

A espécie *Myrcia egensis*, ainda não foi popularizada, é típica da região amazônica, apresenta-se na forma de árvore de pequeno porte medindo proximamente de 3 a 4 metros de altura, a casca é utilizada pela população ribeirinha na preparação de chás para o tratamento de diabetes e dores estomacais (SOBRAL et al., 2015).

O fruto desta espécie é pequeno medindo aproximadamente 1 cm, sua coloração varia de acordo com o estágio de maturação indo do verde para o laranja e no estágio maduro apresenta coloração roxa intensa (Figura 8). É consumido pela população na forma *in natura* por apresentar sabor adocicado e adstringente.

Não há dados na literatura sobre estudos da composição química e nutricional deste fruto, sendo este o primeiro trabalho que busca estudar o seu perfil nutricional.

Figura 8: Frutos de *M. egensis*.



Fonte: O autor (2019).

3.2.2 *Myrcia fallax*

Esta espécie de *Myrcia* é a mais bem distribuída. Nativa da Amazônia, podendo ser encontrada em todos os estados do Brasil, predominantemente no Norte e Nordeste. Apesar de apresentar grande plasticidade morfológica, a espécie pode ser facilmente reconhecida pelas folhas elípticas e suas flores que exalam um aroma cítrico característico (SOBRAL et al., 2015).

Ainda segundo Sobral et al. (2015), a árvore pode medir até 18 metros de altura, e os frutos são conhecidos popularmente pela população ribeirinha como feijãozinho, por seus frutos serem redondos e elipsoides, medindo aproximadamente 6 a 12 mm de diâmetro, com lóbulos persistentes na ponta, mudando de branco para vermelho e roxo-escuro quando maduros (Figura 9).

O uso tradicional mais comum dessa espécie bem como outras espécies de *Myrcia* está relacionado a um pequeno grupo de espécies, conhecidas popularmente como, "pedra-hume-caá" ou "insulina vegetal" que são bastante utilizadas para tratar a diabetes. Este grupo de plantas inclui *Myrcia puniceifolia* (Kunth) DC., *M. speciosa* (Amsh.) Mc Vaugh, *M. amazonica* DC., *M. citrifolia* (Aubl.) Urb., *M. guianensis* (Aubl.) DC., *M. multiflora* (Lam.) DC., *M. salicifolia* DC., *M. sylvatica* (G. Mey) DC., *M. uniflora* DC. e *Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC. Além de suas propriedades hiperglicêmicas, essas espécies podem ser usadas para tratar problemas intestinais, hipertensão, hemorragias e úlceras da boca (LOPES, 2015).

Figura 9: Frutos de *M. fallax*.



Fonte: O autor (2019).

Em relação ao seu potencial nutritivo, não há relatos na literatura, porém estudos com espécies parecidas a *M. fallax* foram feitos por Reis et al. (2015), que verificou a composição nutricional dos frutos de *Myrcia guianensis* e *Myrcia alagoensis*, os estudos mostraram que a umidade a 105°C foi de 66,0% para ambas as espécies, e o teor de cinzas de 0,89% e 0,60% respectivamente. A quantidade de proteínas presentes nos frutos foi de 1,98% e 2,31%; o teor de Lipídio, 13,65% e 6,09%, carboidratos totais por diferença, de 17,48% e 25,03%, obtendo uma quantidade de calorias de de 201 Kcal e 164 Kcal. Os resultados obtidos demonstram que ambas as espécies apresentam um excelente potencial nutricional.

Além disso, outras pesquisas mostraram a presença de flavonoides e terpenos presentes no caule e folhas dessas plantas que podem auxiliar na prevenção de câncer (FEHLBERG, 2011). As folhas de *M. splendens* são empregadas na medicina popular brasileira contra a atividade hemorrágica do veneno de cobras (SOUSA et al., 2013). Do mesmo modo, a *M. fallax* pode vir a ter essas propriedades uma vez que é crescente o estudo fitoquímico de novas espécies de *Myrcia*, como alguns já relatados na literatura: Metabólitos secundários presentes nas folhas de *M. splendens* conferem potencial fitotóxico (IMATOMI et al., 2015; PONTES, 2015), antifúngico (PONTES, 2015) e antioxidante (TAKAO, IMATOMI et al., 2015; PONTES, 2015).

3.2.3 *Eugenia stipitata*

O gênero *Eugenia* contém aproximadamente 350 espécies para o Brasil. Suas plantas caracterizam-se por apresentar óleos essenciais que possuem potenciais medicinais, como o tratamento anti-inflamatório, analgésico, antipirético e antifúngico e o chá das suas folhas é usado para o tratamento de distúrbios intestinais. Estudos com frutos e sementes de *Eugenia jambolana* comprovaram sua atividade como antidiabético (KELKAR; KAKLIJ, 1997). Além disso, muitas espécies de *Eugenia* apresentam plantas ricas em derivados de polifenóis, ácido gálico e elágico (CHAIEB et al., 2007).

Popularmente conhecida como araçá-boi (Figura 10) acredita-se que a *E. stipitata* tenha sua origem no extremo oeste da bacia amazônica. Só é encontrada na Amazônia ocidental, no Brasil, é exótica para as cidades das regiões Sul e Sudeste. É uma espécie de fácil cultivo, típico de floresta tropical úmida, apresenta-se na forma de arbustos podendo chegar até a 3 metros de altura (RODRIGUES; SILVA; BRITO, 2018).

Figura 10: Frutos de *E. stipitata*.



Fonte: O autor (2019).

Ainda segundo Rodrigues, Silva e Brito (2018), o Peru, Bolívia e Equador são países que cultivam o araçazeiro em pequena escala, onde verifica-se diversas colheitas por ano disponibilizando matéria prima para as indústrias alimentícias. A produtividade do araçá é de 20 t/ha.

A fruta mede aproximadamente 12 cm, apresentando formado arredondado. Sua coloração vai do verde ao amarelo brilhante, possui uma casca aveludada, polpa carnosa e succulenta que envolve até dez sementes. É bastante utilizada para fazer suco, geleias, sorvete e doces, raramente é consumida *in natura* devido ao seu pH ácido (pH = 2,4), característico de frutas com elevado teor de vitamina C. Em algumas regiões ribeirinhas a polpa é consumida polvilhada com açúcar (NEGRI; BERNI; CANNIATTI, 2016).

A polpa do araçá-boi, além de ser fonte de ácido ascórbico, compostos fenólicos e apresentar atividade antioxidante, é uma excelente fonte de nutrientes, tendo na sua composição: 94,4 g.100g⁻¹ de umidade, 3,04 g.100g⁻¹ de proteína, 0,06 g.100g⁻¹ de lipídio, 0,19 g.100g⁻¹ de cinzas, e um valor calórico de 21,28 Kcal (NEGRI; BERNI; CANNIATTI, 2016).

3.2.4 *Eugenia uniflora*

Conhecida popularmente como pitanga, é nativa da Amazônia, podendo ser encontrada no Suriname, Guiana francesa e Uruguai. No Brasil é cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais por ser adaptável a uma vasta gama de tipos de solo e clima, e como característica deste gênero, pode suportar condições de alagamento. Os estados da Bahia e Pernambuco são os únicos a explorar comercialmente a fruta desta espécie que utilizam a polpa para a fabricação de vários produtos alimentícios e cosméticos (RODRIGUES; SILVA; BRITO, 2018).

Se apresenta na forma de arbusto medindo até quatro metros de altura. Seus frutos são bem diversificados quanto ao tamanho, e a coloração vai do verde, laranja ao vermelho intenso quando maduros. São considerados carnosos, succulento, ácido e adocicado, podendo ser consumido *in natura*, e na maioria das vezes, na forma processada (suco e geleias). Quando madura, a fruta é rica em vitamina A, C, e do complexo B (VIZZOTO, 2008). Apresenta também carotenoides e quantidades elevadas de flavonoides (CELLI; PEREIRA-NETTO; BETA, 2011).

Figura 11: Frutos de *E. uniflora*.



Fonte: O autor (2019)

A pitanga possui baixo valor calórico podendo ser facilmente inserida nas refeições. Estudos sobre a composição centesimal da polpa da pitanga descobriram que existe em 100 g de fruto comestível: 62,3% de umidade, 3,2% de proteínas, 1,4% de lipídio, 32,4% de carboidratos e 1,5% de cinzas, onde estão presentes 1246,1 mg/kg de Mg, 273,34 mg/kg de Na, e 4271,30 mg/kg de K (RODRIGUES; SILVA; BRITO, 2018).

Recentemente pesquisas avaliaram e comprovaram os efeitos benéficos da polpa da pitanga para saúde como: propriedades anti-inflamatórias, diuréticos, anti-hipertensivos, hipoglicemiantes e anti-triglicérides. As sementes são ricas em compostos fenólicos e apresentou atividade antioxidante, apresentando ação frente aos radicais livres e consequentemente ajudando no retardo do envelhecimento (LUZIA; BERTANHA; JORGE, 2010; SOARES et al., 2014)

3.2.5 *Syzygium cumini*

Este gênero compreende aproximadamente 500 espécies, dos quais cerca de 400 são encontradas no Brasil, ocorrendo principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. São cultivadas como plantas ornamentais e algumas produzem frutos comestíveis. As espécies vegetais pertencentes a este gênero são conhecidas pela população por suas características

medicinais, atuando como agente antimicrobianos, anti-inflamatórios, hipoglicemiante, cardiotônicos (SEHWAG; DAS, 2014).

A espécie *S. cumini*, popularmente conhecida como jamelão é uma árvore de grande porte, podendo chegar até a doze metros de altura e cinco de circunferência, é nativa da Amazônia e cultivada em vários países como a Índia, Filipinas e Madagascar. No Brasil, pode ser encontrada em todas as regiões, em maior quantidade no Sudeste, Norte e Nordeste (ALBERTON et al., 2015).

Apresenta frutos carnosos do tipo baga, na maioria das vezes em formato elíptico, com pericarpo de coloração vermelha podendo chegar a roxo intenso envolvendo apenas uma semente (Figura 12 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O jamelão é bem conhecido no Amazonas pode ser consumido na sua forma *in natura* ou na forma de doces e geleias (AUGUSTA et al., 2010).

Os frutos de jabolão, apesar de adstringentes, são considerados agradáveis ao paladar devido ao seu sabor adocicado. No trabalho feito por Pereira (2011) onde analisou a composição nutricional na polpa e semente de duas espécies frutíferas de *Syzygium*, jamelão (*Syzygium cumini*) e mirtilo-vermelho (*Syzygium paniculatum*), observou valores elevados de umidade para ambas espécies na polpa e semente dos frutos. Para os valores calóricos, a espécie *S. cumini* apresentou 78,81 Kcal na polpa e 166,15 Kcal nas sementes; já para espécie *S. paniculatum*, 26,34 Kcal para a polpa e 134,46 Kcal para as sementes, provenientes da presença de quantidades consideráveis de carboidratos, proteínas, fibras e cinzas cujo os valores estão apresentados na tabela 4.

Figura 12: Frutos de *S. cumini*.



Fonte: O autor (2019)

Além de ser fonte de nutrientes, o jamelão possui propriedades medicinais muito importantes. Não só a fruta, mas a casca da árvore e as folhas são bastante utilizadas na medicina popular no tratamento da diarreia, diabetes e úlcera. Estudos comprovaram essas propriedades, Elansary et al. (2012). No seu estudo sobre os benefícios do jamelão para a saúde, confirmou que a fruta e a folha apresentam também propriedades antimicrobianas e antioxidantes e pode ser utilizada para o tratamento de constipação e febre.

Tabela 4: composição centesimal da polpa e semente de *S. cumini* e *S. paniculatum*

Parâmetros nutricionais	<i>S. cumini</i>		<i>S. paniculatum</i>	
	Polpa (g.100g ⁻¹)	Semente (g.100g ⁻¹)	Polpa (g.100g ⁻¹)	Semente (g.100g ⁻¹)
Umidade	79,50	54,77	92,71	63,75
Carboidratos	17,96	35,70	5,34	31,19
Proteína	0,97	3,09	0,49	1,98
Fibra	0,81	3,02	0,7	2,86
Cinza	0,41	0,95	0,15	0,45

Fonte: Pereira (2011)

4 METODOLOGIA

4.1 Coleta e identificação das amostras

As amostras dos frutos *in natura* da Família Myrtaceae foram coletadas previamente a partir de cinco espécies frutíferas, sendo duas pertencentes ao gênero *Myrcia*, duas ao *Eugenia* e uma a *Syzygium* (Figura 11). A tabela 5 apresenta as informações sobre as datas, locais de coleta e número de indivíduos de cada espécie, bem como sua característica de plantio, na região metropolitana e na cidade de Manaus, estado do Amazonas. As espécies foram identificadas previamente por um botânico e posteriormente codificadas para este estudo.

Figura 13: Localização geográfica das cinco espécies de Myrtaceae.



Fonte: Google Earth (2019).

De acordo com Köppen e Geiger (2018), o clima em Manacapuru é tropical e existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano. A temperatura média anual é de 27,3 °C atingindo 2309 mm de pluviosidade anual. Enquanto que na cidade de Manaus a temperatura média é de 27.4 °C e a pluviosidade é de 2145 mm/ano.

Tabela 5: Informações sobre a coleta das espécies vegetais

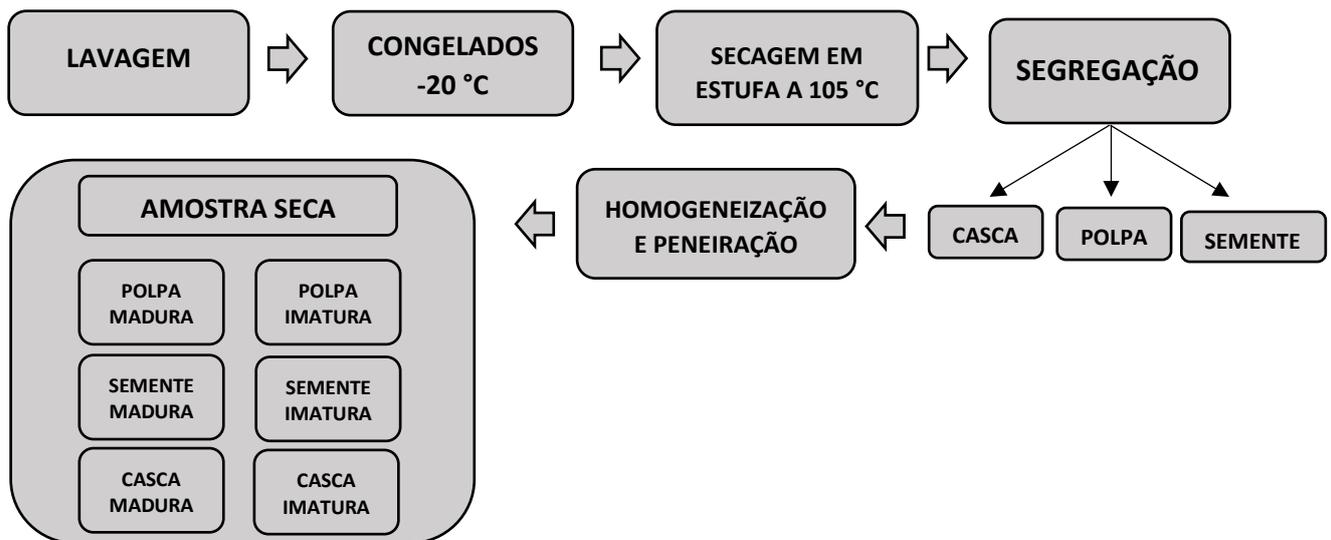
Espécie	Estágio de Maturação	Local de coleta	Data de Coleta	Período de coleta	Tipo de solo	Nº de indivíduos	Condições do indivíduo
<i>Myrcia egensis</i>	Maduro	Manacapuru	08/03/2018	Chuvoso	Arenoso	2	Plantado
	Imaturo		16/05/2018	Chuvoso			
<i>Myrcia fallax</i>	Maduro	Estrada do turismo	12/02/2018	Chuvoso	Argiloso	3	Nativo
	Imaturo		20/05/2018	Chuvoso			
<i>Eugenia stipitata</i>	Maduro	IFAM-CMZL	04/04/2018	Chuvoso	Arenoso	5	Plantado
	Imaturo		17/06/2018	Transição chuvoso-seco			
<i>Eugenia uniflora</i>	Maduro	Manacapuru	23/04/2018	Chuvoso	Arenoso	2	Plantado
	Imaturo		22/07/2018	Seco			
<i>Syzygium cumini</i>	Maduro	Estrada do Turismo	10/03/2018	Chuvoso	Argiloso	3	Nativo
	Imaturo		26/05/2018	Chuvoso			

Fonte: O autor (2019)

4.2. Preparo das amostras

Após a coleta, os frutos inteiros foram submetidos aos procedimentos para a obtenção das amostras secas de acordo com o fluxograma mostrado na figura 14. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Figura 14: Fluxograma com as etapas de preparo das amostras secas.



As amostras secas foram separadas em diferentes subgrupos e codificadas de acordo com o estágio de maturação e a parte do fruto (Tabela 6).

Tabela 6: Subdivisão e codificação das espécies vegetais coletadas

Código da espécie	Código da amostra	Estágio de maturação	Parte do fruto
M1	M1IP	Imaturo	Polpa
	M1IS	Imaturo	Semente
	M1MP	Maduro	Polpa
	M1MS	Maduro	Semente
M2	M2IP	Imaturo	Polpa
	M2IS	Imaturo	Semente
	M2MP	Maduro	Polpa
	M2MS	Maduro	Semente
E1	E1IC	Imaturo	Casca
	E1IP	Imaturo	Polpa
	E1IS	Imaturo	Semente
	E1MC	Maduro	Casca
	E1MP	Maduro	Polpa
	E1MS	Maduro	Semente

E2	E2IP	Imaturo	Polpa
	E2IS	Imaturo	Semente
	E2MP	Maduro	Polpa
	E2MS	Maduro	Semente
S1	S1IP	Imaturo	Polpa
	S1IS	Imaturo	Semente
	S1MP	Maduro	Polpa
	S1MS	Maduro	Semente

Fonte: O autor (2019).

As diferentes partes dos frutos foram submetidas à homogeneização em liquidificador, peneiradas e armazenadas a -20°C ao abrigo de luz em frasco âmbar previamente desmineralizado. Para as análises químicas foram retirados de cada amostra três réplicas que foram submetidas ao mesmo tratamento e analisadas separadamente.

4.3 Análise da composição nutricional das amostras secas

As análises da composição nutricional das amostras secas provenientes dos frutos foram determinadas de acordo com os métodos estabelecidos pela AOAC (2016). Estes procedimentos estão listados na tabela 7.

Tabela 7: Métodos utilizados nas análises físico-químicas.

Procedimento	Norma	Método
Teor de Umidade (U%)	AOAC (940.26)	Secagem em estufa a 105°C
Teor de Cinzas (C%)	AOAC (940.26)	Incineração em mufla a 550°C
Lipídio (L%)	AOAC (920.39)	Extração em Soxhlet com hexano
Proteínas (P%)	AOAC (935.58)	Método de Kjeldahl
Fibra bruta (Fb%)	Instituto Adolfo Lutz (2008)	Digestão alcalina e ácida
Carboidratos (Carb%)	TACO (2011)	Diferença das frações anteriores
Quantidade de calorias	FAO (2003)	Soma de Carb%, L% e P%.
Quantificação de minerais	AOAC (963.31)	ICP-OES

Fonte: O autor (2019)

Abaixo estão descritos detalhadamente os procedimentos, junto com as fórmulas utilizadas para calcular a quantidade de nutrientes.

4.3.1 Teor de Umidade

A água é um dos principais componentes dos frutos. A umidade corresponde à perda de massa pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida para que se tenha conhecimento da quantidade de matéria seca do fruto e conseqüentemente a sua composição química (FENNEMA, 2017).

Para a determinação do teor de umidade foi utilizado o método de secagem de 1,0 g da amostra em estufa a 105°C por três horas em cápsula de porcelana, seguido de pesagem até peso constante, de acordo com a norma AOAC (940.26). O teor de umidade foi obtido a partir da equação 1 (AOAC, 2005).

Equação 1: Fórmula matemática utilizada para a determinação do teor de umidade.

$$\% \text{Umidade} = \frac{\text{MF} - \text{MI}}{\text{MI}} \times 100$$

Onde:

MS = Massa final (g)

MI = Massa inicial (g)

4.3.2 Teor de Cinzas

O conteúdo de cinzas representa o teor mineral total nos alimentos e é importante para se determinar a composição nutricional dos frutos (BELITZ, GROSH & SCHIEBERLE, 2009). Seguindo a norma AOAC (940.26), foram utilizadas capsulas de porcelana com 1,0 g de amostra seca para pré-carbonização em bico de Bunsen e calcinação em forno mufla a 550°C até que as cinzas se apresentassem brancas ou levemente acinzentadas. Logo após, as cápsulas foram resfriadas em dessecador e pesadas. O teor de cinzas foi obtido de acordo com a equação 2 (AOAC, 2005).

Equação 2: Fórmula matemática utilizada para a determinação do teor de cinzas.

$$\% \text{Cinzas} = (\text{Mf} - \text{Mi}) \times 100$$

Onde:

Mf = Massa final (g)

Mi = Massa inicial (g)

4.3.3 Teor de Lipídio

A análise quantitativa e qualitativa do teor de Lipídio é um dos parâmetros de avaliação do perfil nutricional em frutos. A solubilidade é a propriedade analítica essencial utilizada como base para a separação de Lipídio. Portanto, a sua determinação em alimentos é feita, na maioria dos casos, pela extração com solventes apolares (BLIGH; DYER 1959).

Primeiramente secou-se os recipientes do aparelho extrator Soxhlet Modelo Soxtec-2055, em estufa a 105°C para obtenção do peso seco. Foram pesados 3 g da amostra em um cartucho de extração livre de gordura, o cartucho foi inserido no local específico no extrator e em seguida conectou-se o recipiente com 100 mL de Hexano P.A. e procedeu-se a extração dos Lipídio gradativamente por 4 horas. Após esse tempo, os recipientes foram secos em estufa até que todo o solvente fosse evaporado e restasse somente a fase lipídica, resfriado em dessecador e pesados. O teor de Lipídio será obtido a partir da equação 4.

Equação 4: Fórmula matemática utilizada para a determinação do teor de lipídio.

$$\% \text{Teor de Lipídio} = \frac{100 \times N}{Pa}$$

Onde:

N = peso do recipiente com a fase lipídica – peso recipiente seco (g)

Pa = Peso da amostra (g)

4.3.4 Teor de nitrogênio total e proteína.

As proteínas são compostas basicamente por aminoácidos ligados por uma ligação peptídica, sendo o nitrogênio o elemento mais abundante presente nas proteínas. Conhecendo-se a quantidade de nitrogênio totais é possível detectar o teor de proteínas presente em uma

amostra (NIELSEN, 2010). O ensaio de nitrogênio totais foi baseado no método proposto pela AOAC (935.58), que consiste em uma titulação com ácido sulfúrico para transformar o nitrogênio presente na amostra em sulfato de amônio. Este método será feito em três etapas:

1. **Digestão:** foram pesados em balança analítica cerca de 0,5 a 0,8 g de amostra seca que foi transferida para tubos digestores, adicionando 2,5g de uma mistura catalítica de sulfato de potássio (K_2SO_4) e sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 10:1, e 7,0 mL de ácido sulfúrico. Em seguida a digestão foi feita em uma placa digestora aumentando-se a temperatura gradativamente até 450°C, até que amostra apresentasse coloração verde esmeralda.
2. **Destilação:** A amostra digerida foi colocada em tubos de Kjeldahl contendo ácido bórico 4% e 5 gotas de indicador misto (vermelho de metila ($C_{15}H_{15}N_3O_2$) e verde de bromocresol ($C_{21}H_{14}Br_4O_5S$)). Em seguida, adicionada uma solução de hidróxido de sódio 50% até obter uma solução de cor escura. Posteriormente, a solução foi submetida à destilação.
3. **Titulação:** O destilado obtido foi titulado com solução de ácido sulfúrico 0,05 mol L⁻¹ padronizada até a viragem do indicador misto. O volume gasto na titulação será utilizado para calcular o teor de nitrogênios totais (Equação 5). A partir do resultado obtido pode-se determinar a quantidade de proteínas da amostra de acordo com a Equação 6 (AOAC, 2005).

Equação 5: Fórmula matemática utilizada para a determinação do teor de nitrogênio total.

$$\% \text{Nitrogênio Total} = \frac{V \times 0,9506}{P} \times 100$$

Onde:

V = Volume gasto de ácido sulfúrico (mL)

Fator do ácido = 0,9506

P = Peso da amostra seca (g)

Equação 6: Fórmula matemática utilizada para a determinação do teor de umidade

$$\text{Proteína} = N\% \times 6,25$$

4.3.5 Teor de fibra bruta

A fibra bruta em um alimento é a porção dos carboidratos totais resistentes ao tratamento sucessivo com ácido e base, sendo a maior parte constituída por celulose que apresenta baixa digestibilidade para o intestino humano, mas que pode servir como fonte de energia para o organismo (JONES; LINEBACK; LEVINE, 2006).

Para a determinação do teor da fibra bruta foram utilizados 2 g de amostra onde submeteu-se a duas etapas de digestão, ácida e alcalina. A amostra foi transferida para os frascos de digestão do aparelho extrator de fibras modelo Tecnal TE-146 onde foi adicionado 100 mL da solução de ácido sulfúrico 1,25 mol.L⁻¹. Posteriormente, submeteu-se a digestão ácida por 30 min a 150°C. Após essa etapa, a amostra foi filtrada, primeiro em água quente e depois com álcool etílico em um sistema de filtração à vácuo com papel de filtro. Transferiu-se a amostra retida no papel para os frascos de digestão novamente, e adicionou-se 100 mL de hidróxido de sódio 1,25 mol.L⁻¹ e submeteu-se a digestão alcalina por 30 min a 150°C. Após esse tempo a amostra foi lavada com água e filtrada novamente, o resíduo resultante no papel de filtro foi colocado em uma cápsula de porcelana previamente seca e submetido a secagem em estufa a 105° C por 4 horas. A cápsula com a amostra foi resfriada em dessecador e pesada. Por último, foi calcinada em forno mufla a 550°C por 1 hora, em seguida resfriada e pesada. O teor de fibras foi determinado através da Equação 7.

Equação 7: Fórmula matemática utilizada para a determinação do teor de fibra bruta

$$\%Fb = \frac{RT - P - C - x \cdot 100}{m}$$

Onde:

RT = resíduo total da amostra (g)

P = teor de proteína (%)

C = cinzas da amostra (%)

m = massa da amostra seca (g)

4.3.6 Teor de Carboidratos

Os carboidratos podem ser classificados como estruturais, que fazem parte da parede celular dos vegetais e não são digeridos pelo intestino humano (celulose, hemicelulose), e não estruturais, que constituem a parte interna da célula (amido, glicose) e são conhecidos como carboidratos digeríveis (VELISECK, 2014). Essas duas frações constituem os carboidratos totais (Equações 8 e 9) (TACO, 2011).

Equação 8: Determinação do teor de carboidratos totais

$$\text{Carboidrato total} = 100\% - (\%U + \%P + \%L + \%C)$$

Equação 9: Determinação do teor de carboidratos digeríveis

$$\text{Carboidrato digerível} = 100\% - (\%U + \%P + \%L + \%C + \%Ft)$$

Onde:

%U = Teor de umidade (%)

%P = Teor de proteína (%)

%L = Teor de Lipídio (%)

%C = Teor de cinzas (%)

%Ft = Fibras totais (%)

4.3.7 Quantidade de Calorias

Para a ingestão adequada de alimentos e a avaliação de quão bem os nutrientes satisfazem os requisitos para uma dieta adequada é importante o conhecimento das quantidades de energia disponíveis no alimento (FAO, 2011). A caloria é expressa em quilocalorias (Kcal) e é a quantidade de energia totalmente aproveitada pelo organismo que um alimento pode fornecer. O valor energético será calculado a partir dos teores de proteínas, Lipídio e carboidratos, utilizando-se os coeficientes que levam em consideração o calor de combustão para cada um desses grupos de compostos (Equação 10) (TACO, 2011).

Equação 9: Determinação do teor de carboidratos metabolizados

$$\text{Cal} = (4 \times \text{P} + 4 \times \text{C} + 9 \times \text{L})$$

Onde:

Cal = quantidade de calorias (Kcal)

P = teor de proteína (%)

C = teor de carboidratos (%)

L = teor de Lipídio (%)

4.3.8 Quantificação dos minerais

Foram utilizados os seguintes reagentes: ácido nítrico 65%, este foi destilado antes do uso e água ultrapura, com resistividade específica de 0,05 M Ω .cm, de um sistema de purificação Milli-Q (Millipore[®]). Todas as vidrarias foram previamente desmineralizadas com uma solução de HNO₃ destilado a 10% por 24 horas. Solução padrão de 1000 mg.L⁻¹ (Sigma Aldrich[®]) dos seguintes elementos: Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn, Al, Mn, Se, Cd, Co, Cr, Mo, Ni e Bi.

A abertura da amostra foi realizada por digestão assistida em forno micro-ondas, onde 0,5 g da amostra foi previamente pesada em tubos de teflon e posteriormente tratadas com 10 mL de HNO₃ concentrado. A digestão foi realizada em equipamento digestor da marca CEM[®] de modelo MARS-6 obedecendo uma rampa de temperatura de 45 minutos a 180 °C em uma pressão de 800 psi e potência de 950 W amostras foram diluídas para 50 mL e posteriormente armazenadas em tubo falcon.

Foram quantificados dezoito minerais por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado – ICP-OES utilizando um espectrômetro de marca Shimadzu, modelo ICPE-9800. O sistema óptico do equipamento foi calibrado pelo método do padrão externo utilização solução de referência multielementar na concentração de 100 mg.L⁻¹ e o alinhamento da tocha foi realizado com uma solução de Al e Ba a 10,0 mg.L⁻¹. As linhas espectrais foram selecionadas considerando-se as intensidades dos sinais de emissão dos analitos, a sensibilidade adequada para a determinação de elementos em baixas e altas concentrações e a ausência de interferências espectrais. A tabela 9 detalha as características e condições do equipamento.

Tabela 8: Parâmetros instrumentais utilizados nas determinações por ICP-OES.

Mineral	Comprimento de onda (nm)	Faixa de trabalho ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Parâmetros do equipamento	
Na	588,9	100 a 80000	Radio frequência (kW)	1,20
K	766,4	1000 a 50000	Detector	CCD
Ca	317,9	1000 a 50000	Diâmetro interno do tubo central da tocha (mm)	2,3
Mg	383,8	1000 a 50000	Faixa de comprimento de onda (nm)	167 a 785
P	178,2	100 a 10000	Câmara de nebulização	10UES
Fe	234,3	10 a 600	Potência da medida (W)	1200
Zn	202,5	10 a 400	Tempo de integração do sinal (s)	2,0
Al	349,4	1,0 a 400	Vazão do gás de plasma (L.min^{-1})	10,0
Cu	327,4	10 a 400	Vazão do gás auxiliar (L.min^{-1})	0,60
Mn	260,5	10 a 4000	Vazão do gás de nebulização (L.min^{-1})	0,70
Se	196,0	100 a 400		
Cd	214,4	0,1 a 5,0		
Cr	267,7	0,1 a 300		
Co	228,6	0,1 a 50		
Mo	202,0	0,01 a 200		
Ni	221,6	100 a 5000		
Bi	179,1	10 a 500		
Ba	230,42	0,01 a 50		

Fonte: O autor (2019).

4.3.9 Delineamento estatístico

Foram comparados a média dos resultados de três repetições para observar se houve diferença significativa entre as diferentes partes dos frutos e os dois estádios de maturação. Os dados foram tratados estatisticamente pela análise de variância ANOVA, e para avaliar os resultados que apresentaram diferença estatística foi aplicado o teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de confiança utilizando o software OriginPro 8.0.

Para verificar a correlação dos dados, aplicou-se o teste de correlação de Pearson. Aplicou-se ainda a análise componente principais (PCA) e análise de componentes hierárquica (HCA) para verificar as variáveis que explicam melhor o conjunto de dados, utilizando o método de centragem na média como pré-processamento dos dados com o auxílio do software The Unscrambler X 10.4.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de cada parâmetro estudado da composição centesimal dos frutos de *M. egensis*, *M. fallax*, *E. stipitata*, *E. uniflora* e *S. cumini*, estão apresentados graficamente nas figuras 20 a 26, e os dados tabelados encontram-se nos apêndices A, B e C. Para verificar a variabilidade dos teores entre polpa e semente e a influência do estágio de maturação, foi aplicado o teste Tukey a 95% de significância. Todos os resultados são valores médios de três replicatas. Os desvios padrão para todas as análises se apresentaram baixos comprovando a precisão dos métodos utilizados.

5.1 Composição centesimal das frações dos cinco frutos de Myrtaceae

Informações sobre a composição nutricional de frutas amazônicas são escassas no meio científico e também no conhecimento popular. Este trabalho traz informações sobre as diferentes partes de cinco frutos da família Myrtaceae nos estágios de maturação maduro e imaturo. Uma vez que dados relevantes sobre a quantidade dos nutrientes nos diferentes estágios de maturação e de partes tradicionalmente não comestíveis, como casca e sementes, quase não existem na literatura.

5.1.1 Umidade

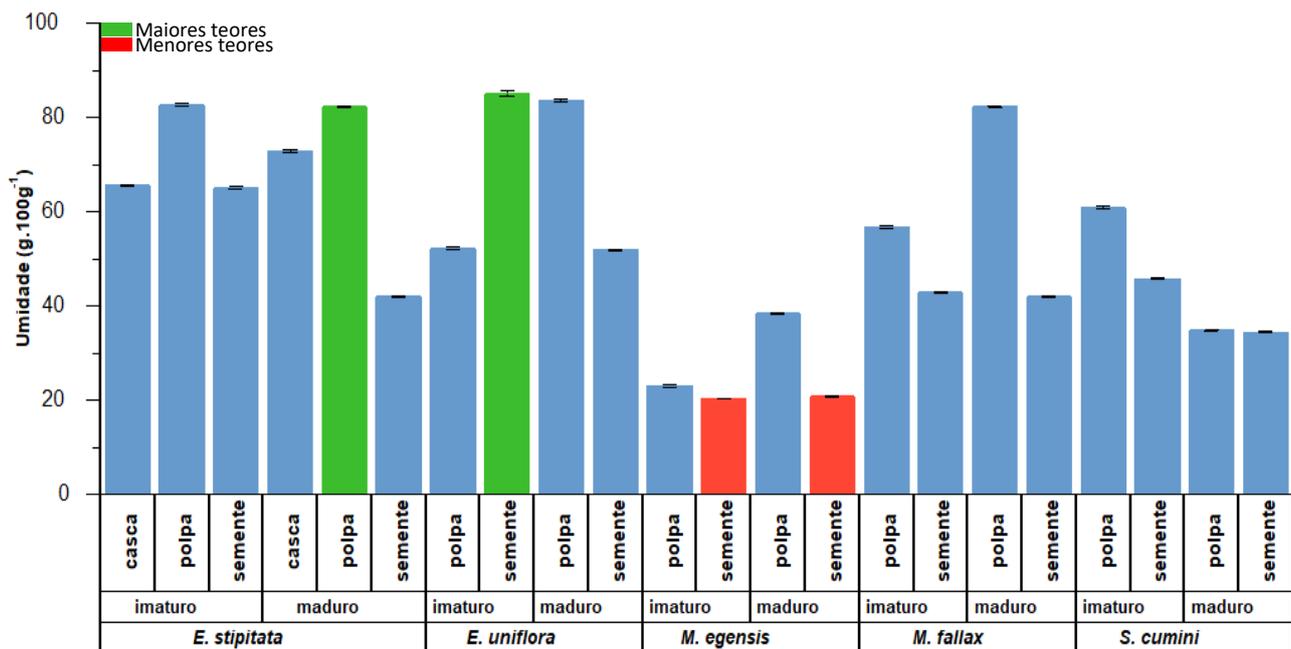
Durante o processo de amadurecimento da fruta ocorre a transferência de água da casca para o interior do fruto, devido a troca osmótica, onde a polpa retém e armazena a água. Além disso, geralmente apenas uma pequena parte da água é absorvida pelas sementes (RUFINO, 2008; VELISEK, 2014). Essa característica justifica os teores de umidade menores obtidos para esta parte dos frutos de Myrtaceae, tornando-os mais suculentos e carnosos com o amadurecimento da fruta (Figura 15).

O teste de Tukey indicou que o teor de umidade teve pouca influência entre os estágios de maturação, exceto para a casca de *E. stipitata*. Os dados mostraram também maior variação de umidade entre as partes para a maioria dos frutos. Os maiores teores observados foram para a semente imatura de *E. uniflora* ($85,04 \pm 0,29 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e madura de *E. stipitata* ($82,71 \pm 0,8$

$\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$). A semente *M. egyptica* foi a que obteve os menores teores de umidade, nos dois estágios de maturação, sendo $20,33\pm 0,02 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no maduro e $20,82\pm 0,12 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no imaturo.

Outros frutos pertencentes a espécies de Myrtaceae apresentam umidade superior à dos frutos analisados, a exemplo do jambolão (87,75%) (LAGO; GOMES; SILVA, 2006), cambuci (88,8%) (VALLILO et al., 2005), jabuticaba (87,85%), uvaia (85,53%), e goiaba vermelha (85,81%) (USP, 2017). Todavia, os teores encontrados neste trabalho aproximaram-se a valores de frutos de outras famílias que já foram popularizados, por exemplo a banana prata (71,9%), jaca (75,1%), pinha (75,0%), ciriguela (78,7%), pequi (65,9%) (NEPA, 2011), abacate (75,5%) (SOARES et al., 2014).

Figura 15: Teores de umidade nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.



5.1.2 Cinzas

O teor de cinzas nos alimentos é um indicativo do conteúdo mineral fixo onde estão incluídos os minerais e compostos inorgânicos, como sulfatos, cloretos e carbonatos. Geralmente, os teores de cinzas nas frutas e vegetais podem variar de 0,3 a 2,0 $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de acordo com a forma de cultivo, irrigação e adubação da planta (CECCHI, 2003 apud SILVA,

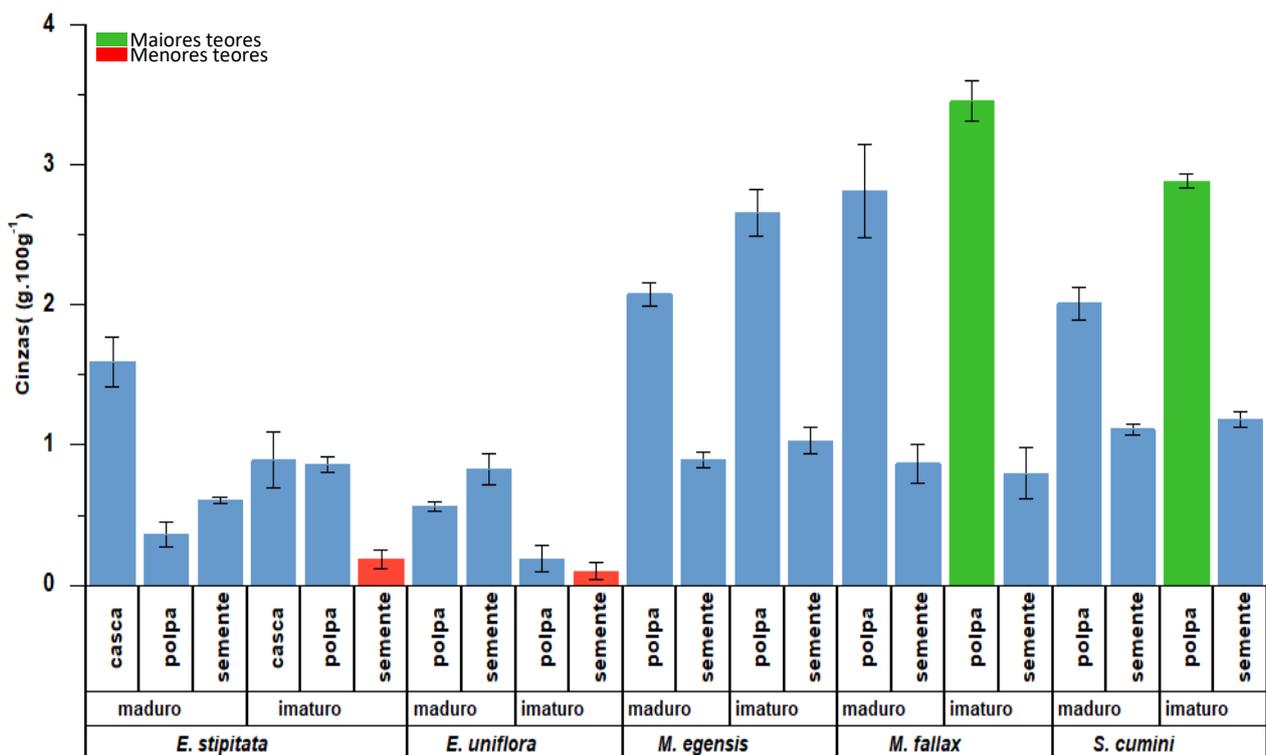
2017). Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram ampla variação (0,1 a 3,45 g.100g⁻¹), indicando diversidade mineral nesta Família.

Os maiores teores de cinzas foram detectados sempre na polpa imatura dos frutos de *Myrcia* e *Syzygium* (Figura 16). Alves et al. (2016) afirmam que durante o amadurecimento ocorrem algumas mudanças físicas e bioquímicas, que modificam o aroma, a cor, e a composição química das frutas e vegetais, o que pode justificar essa diferença entre os estágios.

As espécies *M. fallax* e *S. cumini* se destacaram apresentando os maiores teores de cinzas nas frações imaturas. O fruto de *M. fallax* apresentou 3,45±0,28 para a polpa e 0,86±0,01 g.100g⁻¹ para a semente, enquanto que a *S. cumini* apresentou 2,65±0,10 g.100g⁻¹ e 2,07±0,42 g.100g⁻¹ para polpa e semente, respectivamente. Enquanto que os menores teores foram observados na semente imatura de *E. uniflora* (0,10±0,05 g.100g⁻¹) e *E. stipitata* (0,18±0,09 g.100g⁻¹).

Estes são os primeiros dados para os frutos de *M. egensis* e *M. fallax*. Os valores obtidos foram superiores aos de outros frutos amazônicos como o biribá que tem apenas 0,34 e 1,42 g.100⁻¹ na polpa e na semente, respectivamente e o cubiu que possui na sua composição 0,45 g.100⁻¹ na polpa e 1,05 g.100⁻¹ na semente (BERTO et al., 2015).

Figura 16: Teores de cinzas nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.



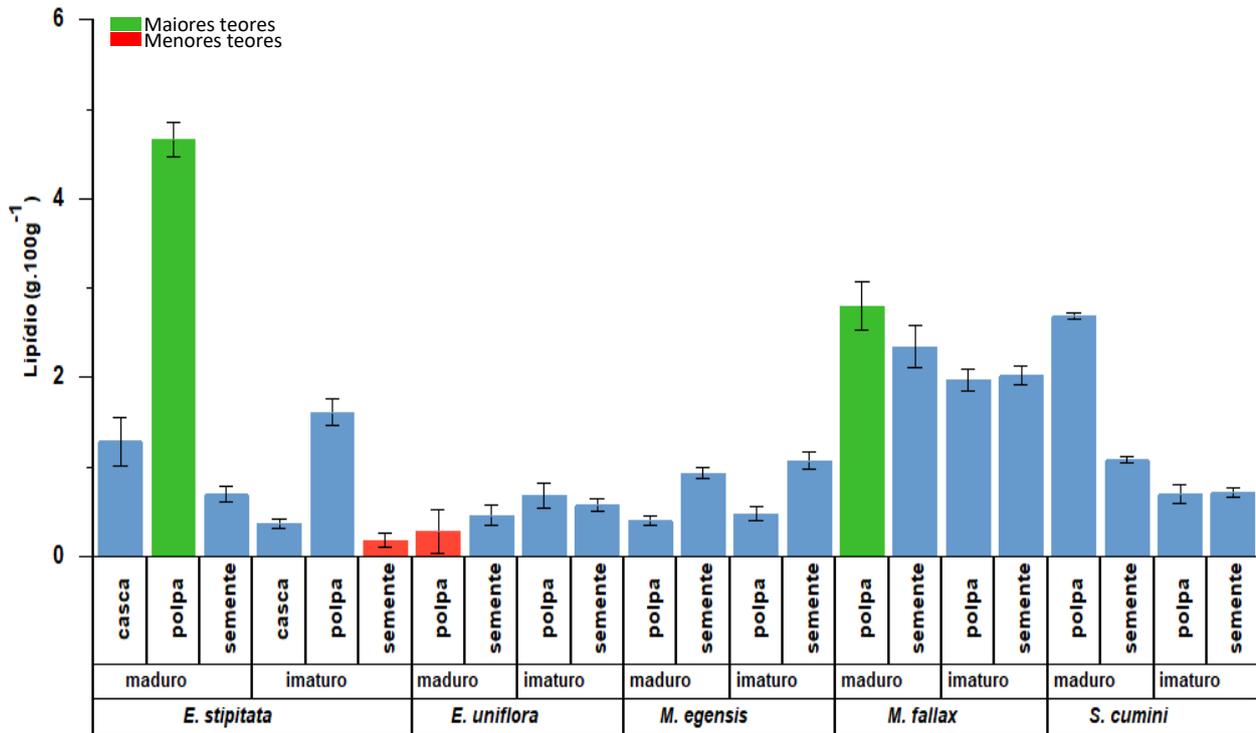
Normalmente, a quantidade de matéria mineral é maior na polpa das frutas (FENNEMA, 2017). Porém, *E. stipitata* apresentou o maior teor de cinzas na casca madura ($1,59 \pm 0,17 \text{ g.100g}^{-1}$), apresentando uma variação de 33% quando comparados com as outras frações. Souza, Sousa e Loss (2018) observaram a mesma tendência ao estudar as diferentes partes de *E. stipitata*, porém com uma diferença de aproximadamente 5% entre polpa e semente. Visto que a casca é considerada uma fração não comestível da fruta, os resultados indicam uma considerável fonte de sais minerais para esta espécie, o que contribui para uma possível utilização desta parte do fruto.

5.1.3 Lipídio

De acordo com Buchanan, Grissem e Jones, (2015) os Lipídios são nutrientes altamente energéticos e se apresentam nas frutas e vegetais em quantidades muito pequenas, geralmente os maiores teores são encontrados na semente de espécies oleaginosas. O teste estatístico comprovou que, a quantidade de gordura tem uma maior variação entre as partes do fruto, principalmente nas partes maduras, com exceção de *E. uniflora*.

O teste Tukey indicou que há diferenças nos teores de Lipídios de acordo com a maturação de *E. stipitata*, mostrando maior influência na polpa. Os maiores teores foram observados na polpa madura ($4,66 \pm 0,23 \text{ g.100g}^{-1}$), enquanto os menores teores foram na semente e casca imatura. Observou-se ainda pequena quantidade de gorduras na polpa de *E. uniflora* (Figura 17).

Os resultados para os frutos de *Myrcia* obtidos neste estudo foram próximos aos encontrados por Leal (2017) sobre o perfil nutricional de frutos silvestres da Bahia. Este autor reportou teor de $2,67 \pm 0,05 \text{ g.100}^{-1}$ de Lipídios para o fruto inteiro de *Myrcia splendens*, que é considerada uma espécie derivada de *M. fallax* na hierarquia taxionômica (FLORA DO BRASIL, 2018). Marques (2018) encontrou $1,9 \text{ g.100}^{-1}$ para o fruto de *M. guianensis*. Já Brito (2018), encontrou quantidades menores para *M. sphaerocarpa* ($0,9 \text{ mg.100g}^{-1}$).

Figura 17: Teores de lipídio nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.

5.1.4 Proteína

As frutas amazônicas apresentam pouca quantidade de proteína, quando comparadas a outros alimentos, porém possuem na sua estrutura, aminoácidos essenciais que o organismo humano não é capaz de produzir, além de ajudar a equilibrar a perda de nitrogênio pelo organismo quando submetido a algum esforço físico (NEGRI; BERNI; CANNIATTI, 2016). Esses nutrientes perfazem cerca de 1,0 a 4,0% da composição de frutas e vegetais (SALINAS, 2002).

Os maiores teores para os cinco frutos estudados foram encontrados na polpa madura com exceção de *E. uniflora* que apresentou os maiores teores na semente. Os resultados para as frações dos frutos aqui estudados perfazem em média 5,4% da ingestão diária recomendada para um adulto de acordo com a DRI (2011) que é de 5 g/dia (Figura 18).

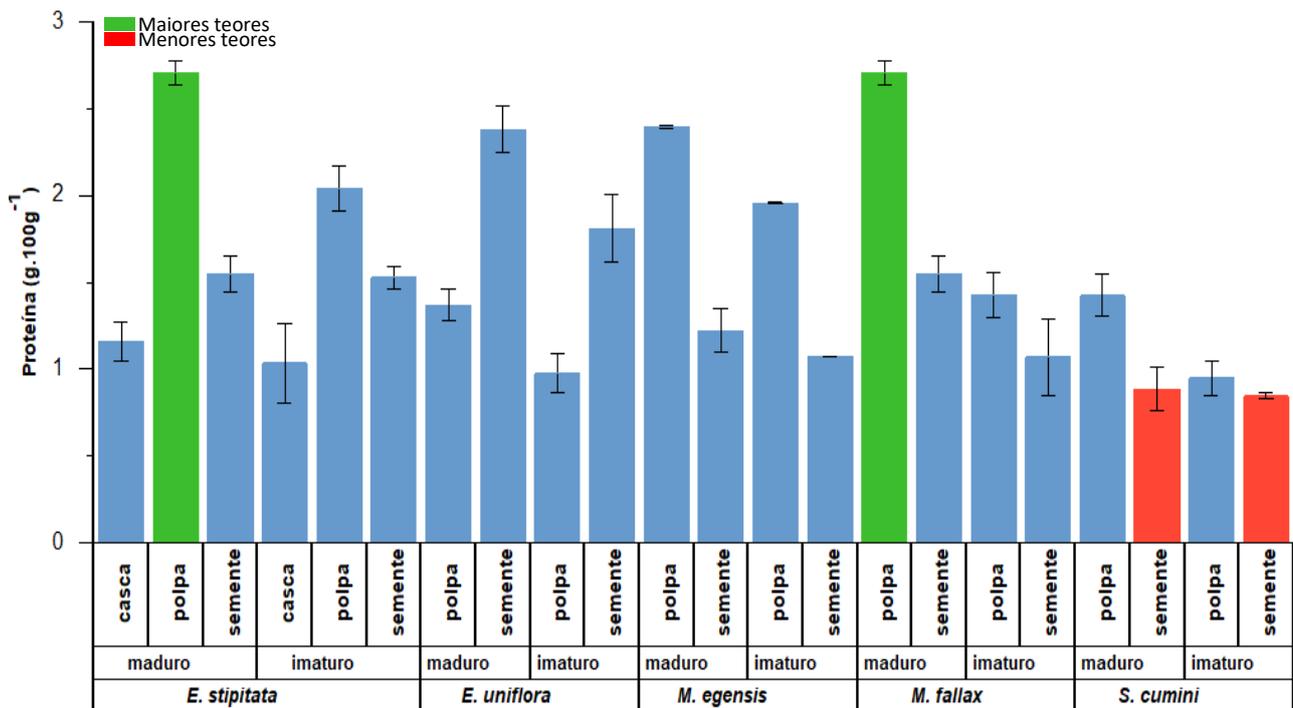
A polpa madura de *E. stipitata* se destacou quanto a este nutriente ($2,70 \pm 0,22 \text{ g.100g}^{-1}$) que foi diferente estatisticamente da polpa imatura ($1,81 \pm 0,14 \text{ g.100g}^{-1}$). Este valor foi superior ao do fruto inteiro de outras espécies de Myrtaceae, como o camu-camu ($0,45 \text{ g.100g}^{-1}$).

¹), a goiaba ($0,83 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e a jabuticaba ($0,44 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (AKTER, 2011; SERAGLIO et al., 2017).

A polpa madura de *M. fallax* foi a parte do fruto que apresentou o segundo maior teor de proteína ($2,70 \pm 0,10 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), valor aproximado ao obtido por Leal (2017) para a polpa madura da espécie derivada *M. splendens* ($2,32 \pm 0,21 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$). O estágio de maturação teve influência apenas na polpa desta espécie.

Outro fruto que se destacou quanto a presença deste nutriente foi o de *M. egensis*, onde a quantidade de proteína variou significativamente em aproximadamente 35% entre a polpa e a semente. Já os dois estágios de maturação se mostraram estatisticamente iguais. Estes teores são superiores ao do fruto inteiro da jabuticaba ($0,11 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e aproximadamente quatro vezes maior que outros frutos amazônicos como o cubiu ($0,58 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e o sapota ($0,64 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (BERTO et al., 2015; SERAGLIO et al., 2017).

Figura 18: Teores de proteína nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.



O fruto de *S. cumini* foi o que apresentou os menores teores de proteína, principalmente na semente ($0,8 \pm 0,01 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), este valor foi inferior ao encontrado por outros autores que relataram quantidade de $1,23 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (LONG, 2013), $1,0 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (OLIVEIRA et al., 2015) para a semente do jamelão. Enquanto que Bagetti et al. (2009) encontrou quantidades

de $1,3 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ que foi próximo ao deste estudo ($1,6 \pm 0,5 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) A influência do estágio de maturação foi observada somente na polpa, enquanto que na semente os teores foram estatisticamente iguais.

5.1.5 Fibra bruta

A importância do consumo de fibras na dieta alimentar decorre do crescente número de enfermidades ocasionadas por sua deficiência na alimentação. Quantidades significativas desse nutriente foram encontrados nas diferentes partes dos frutos estudados. Nesta pesquisa, um dado inédito que chamou a atenção foi o teor de fibra bruta encontrada na polpa imatura de *M. egensis* ($26,19 \pm 0,43 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (Figura 19) que foi muito maior comparado ao teor presente na semente de outros frutos amazônicos como a de camu-camu $0,3 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e jabuticaba $3,45 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (AKTER et al., 2011; WU; LONG; KENNELLY, 2013), correspondendo a aproximadamente 74,8% da quantidade de fibras que deve ser ingerida diariamente.

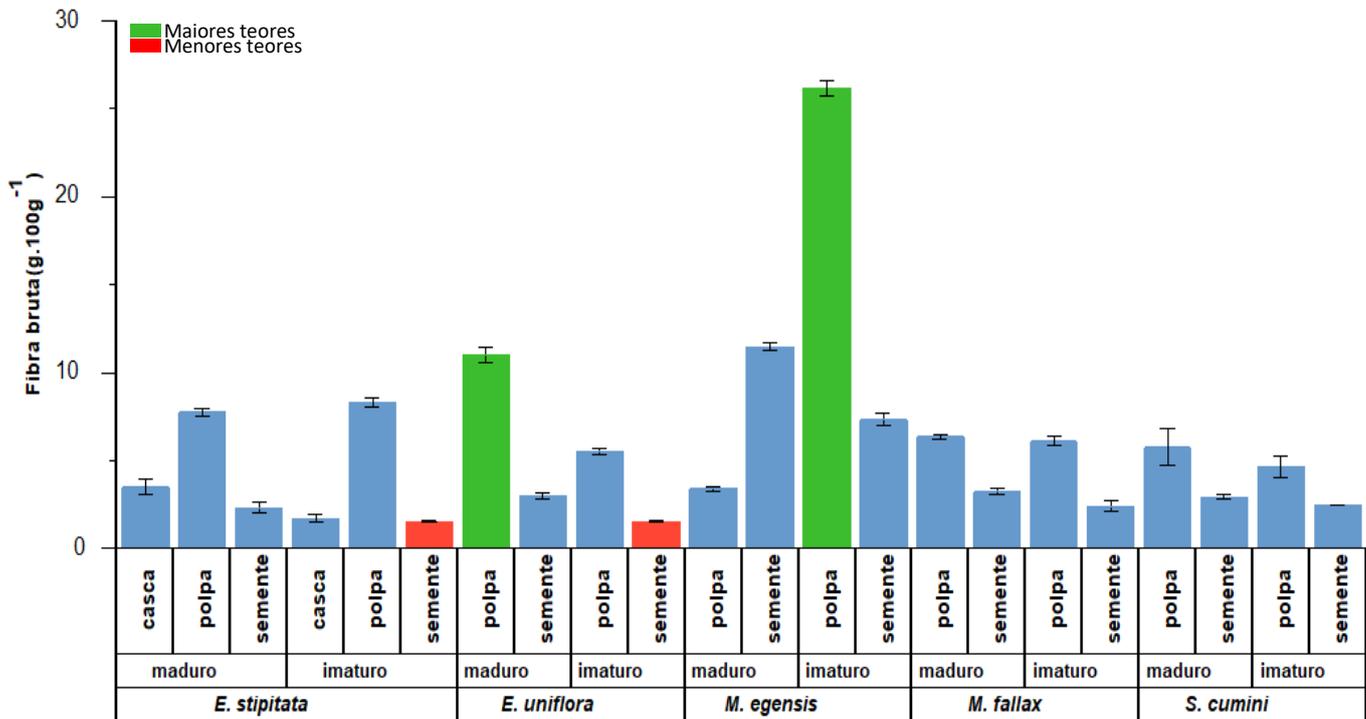
Observou-se que, com exceção de *M. egensis*, os teores de fibra sofreram pouca influência entre os estágios, apresentando uma tendência em serem maiores nas frações maduras. Isso pode ser justificado pelo fato dos polissacarídeos como a celulose, hemicelulose e a lignina estarem presentes nas frutas em maior concentração no estágio imaturo. Durante o amadurecimento, quando o teor de umidade aumenta, uma pequena parte das fibras sofre hidrólise desfazendo a ligação glicosídica da estrutura desses carboidratos convertendo-os em unidades menores, como a glicose e a frutose que podem ser metabolizados pelas enzimas digestivas (TOBERGTE; CURTIS, 2013).

De acordo com Sarmiento, Bernaud e Rodrigues, (2013) a semente das frutas apresentam quantidades baixas de fibras dietéticas, porém os grãos integrais como o trigo, linhaça e algumas amêndoas são fontes deste nutriente. O valor encontrado no presente estudo para a semente de *M. egensis* foi próximo a quantidade de fibra contida em sementes que são bastante consumidos pela população, como a semente de gergelim ($12,0 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e foi maior que a quantidade de fibra na semente de abobora ($9,0 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (ALVAREZ et al., 2016)

O teor de fibras para o fruto de *M. fallax* variou significativamente entre as diferentes partes do fruto, sendo os maiores valores observados nas frações imaturas, apresentando $6,07 \pm 0,25 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ na polpa e $6,53 \pm 0,11 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ na semente. A polpa madura apresentou uma

quantidade inferior, porém consideravelmente alta para frutos amazônicos ($3,42 \pm 0,15 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (RUFINO et al., 2010).

Figura 19: Teores de fibra bruta nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.



Em um estudo sobre os benefícios do consumo de fibras foi observado que indivíduos com maior ingestão de fibra alimentar proveniente de grãos integrais obtiveram maior redução de risco para acidente vascular cerebral (AVC) em torno de 26%. Quando comparados com aqueles de menor consumo (JENSEN et al., 2004; QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014). Os autores indicaram ainda que as frutas são uma ótima opção nutricional para suprir a necessidade deste nutriente no organismo. De modo geral, os frutos analisados podem contribuir em média com 18% da quantidade adequada. Essa contribuição é maior do que a de outros vegetais como a cenoura e a rúcula que contribuem com aproximadamente 8% da quantidade que deve ser consumida diariamente (MARTIN et al., 2018). Das frações avaliadas as que apresentaram o menor teor de fibras foi na semente imatura dos frutos de *Eugenia*.

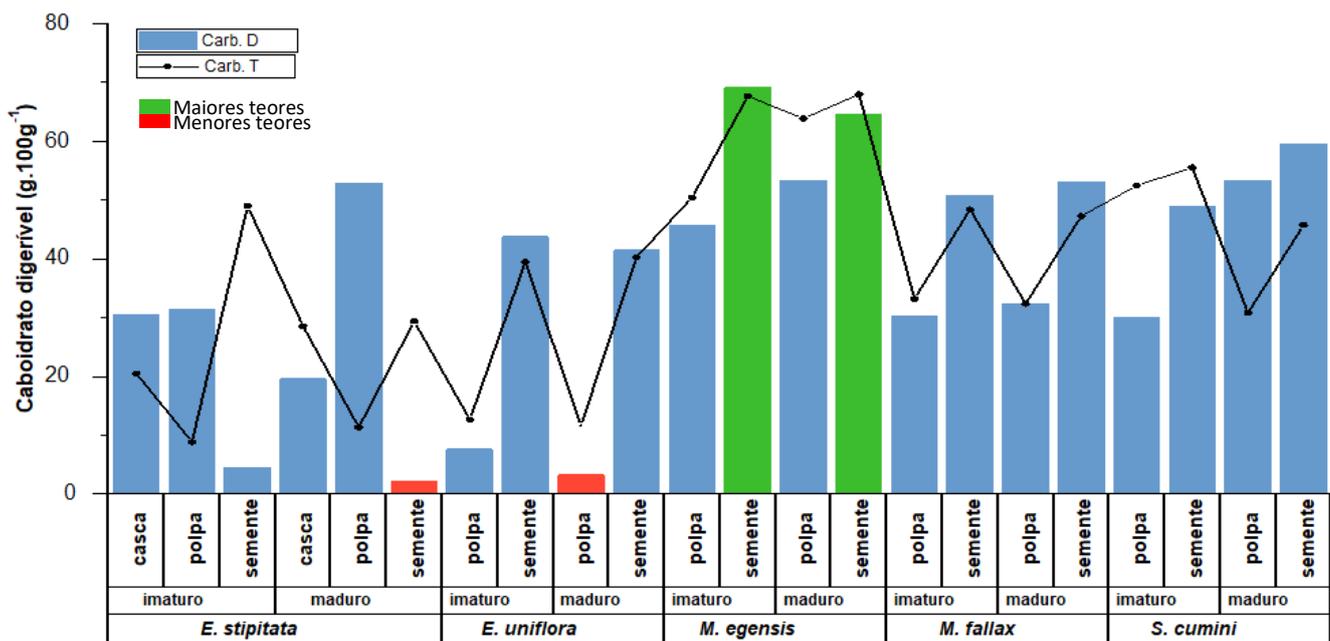
Portanto, os resultados obtidos no presente estudo trazem novamente a indicação de uma alternativa alimentar em relação a ingestão de fibras a partir de frutos regionais para beneficiamento e consumo pela população local.

5.1.6 Carboidrato total e carboidrato digerível

Uma ingestão insuficiente de carboidratos pode trazer prejuízos ao sistema nervoso central além de aumentar a formação de radicais livres no organismo. Os dados obtidos neste estudo (Figura 20) perfazem em média 30,0% da ingestão diária recomendada.

A polpa em ambos os estágios de maturação de *M. egensis* foi a que apresentou os maiores teores de carboidratos totais e digeríveis, $76,1 \pm 1,3$ e $73,4 \pm 1,2$ $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, diferenciando-se significativamente do valor encontrado na polpa. Da quantidade de carboidrato total, apenas $45,6 \pm 0,39$ e $69,16 \pm 0,62$ $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ são carboidratos digeríveis pelo sistema digestivo, respectivamente.

Figura 20: Teores de Carboidratos nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.



Observou-se que nos frutos pertencentes ao gênero *Eugenia* a quantidade de carboidratos foram sempre maiores na semente em ambos os estágios de maturação, onde a *E. stipitata* foi a que mais se destacou, principalmente na semente no estágio maduro que apresentou um teor de $55,14 \pm 0,21$ $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, este valor foi diferente estatisticamente ao encontrado no imaturo ($33,02 \pm 0,07$ $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Destes valores, apenas $52,84 \pm 0,48$ e $31,05 \pm 0,024$ $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, são carboidratos digeríveis, respectivamente. Observou-se ainda que as menores

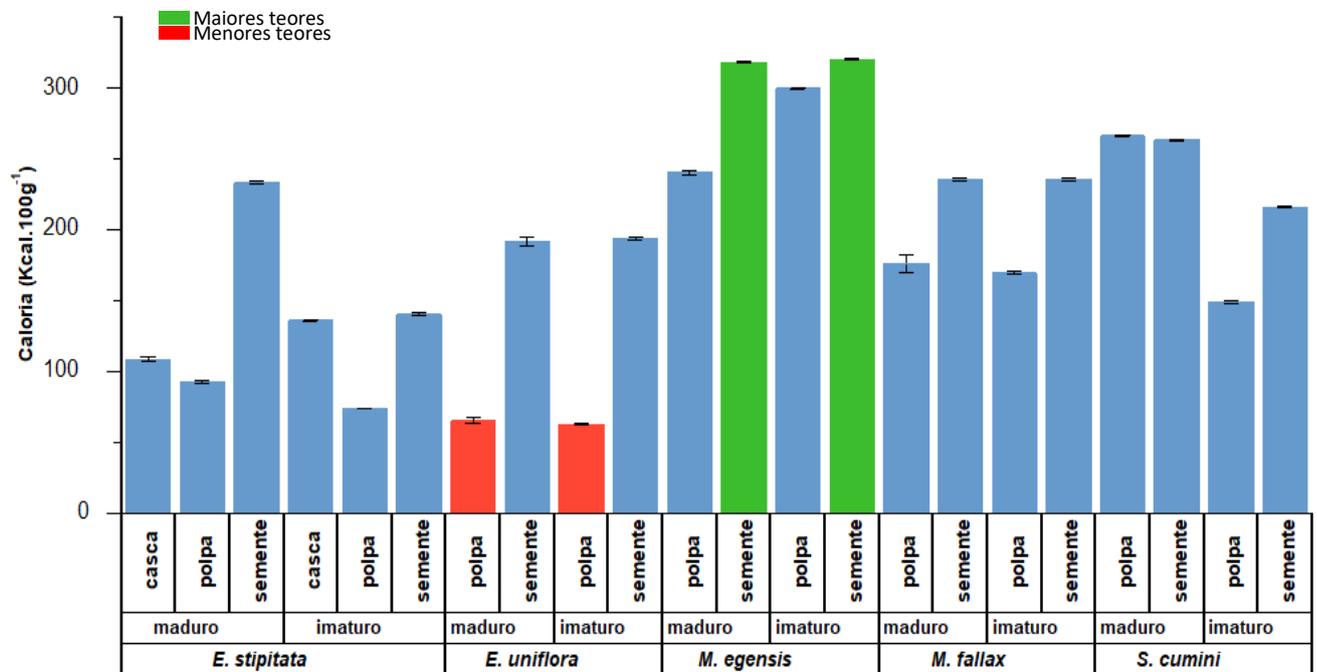
quantidades encontradas foram para a polpa de *E. stipitata* e *E. uniflora* onde as frações mostraram-se estatisticamente diferentes.

5.1.7 Calorias

A recomendação para ingestão calórica por dia varia conforme idade, sexo, peso, altura e grau de atividade física do indivíduo (RODRIGUES; SILVA; BRITO, 2018). A DRI (2011) recomenda que para suprir as necessidades básicas do organismo, um indivíduo adulto deve consumir 2.000 Kcal/dia.

Os frutos analisados neste estudo mostraram maiores quantidades de calorias nas sementes em ambos os estágios de maturação (Figura 21), onde o maior valor encontrado foi na semente madura de *M. egensis*, $319,85 \pm 0,26$ Kcal. Este valor contribui com aproximadamente 14,0% da quantidade diária recomendada para um adulto, de acordo com a DRI.

Figura 21: Quantidade de calorias nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae em diferentes estágios de maturação.



O menor valor foi observado na polpa de *E. uniflora* ($62,44 \pm 0,74$ Kcal para maduro e $64,92 \pm 1,9$ Kcal para o imaturo) comparado aos outros frutos analisados. Não houve diferença significativa entre as partes do fruto e os estágios de maturação.

As partes tradicionalmente não comestíveis de *E. stipitata* apresentaram uma quantidade alta de calorias. A semente no estágio maduro, apresentou 232,9 Kcal, correspondendo a aproximadamente 11,64% da quantidade de ingestão diária recomendada. A casca obteve a maior quantidade de calorias no estágio imaturo ($135,8 \pm 0,73$ Kcal). Estes valores são considerados elevados para essas partes do fruto, o que significa que são fonte de nutriente e pode ser utilizado para o consumo. Geralmente a casca e a semente são descartadas durante o processo de produção de suco e geleias, principalmente na indústria alimentícia, gerando resíduos e desperdício (BAGETTI et al., 2009).

5. 2 Composição Mineral

Os resultados da composição mineral para as diferentes partes dos frutos de Myrtaceae e seus estágios de maturação estão apresentados graficamente nas figuras 23 a 25 a e serão discutidos em macrominerais e microminerais. Os valores de concentração são médias de três medidas consecutivas das amostras digeridas \pm desvio padrão representado em cada barra.

Os dados das curvas analíticas para os dezoito minerais quantificados, bem como os seus respectivos limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) estão tabelados no apêndice D. Todos os valores dos coeficientes de correlação foram superiores a 0,98 conforme recomendado pelo e INMETRO (2016).

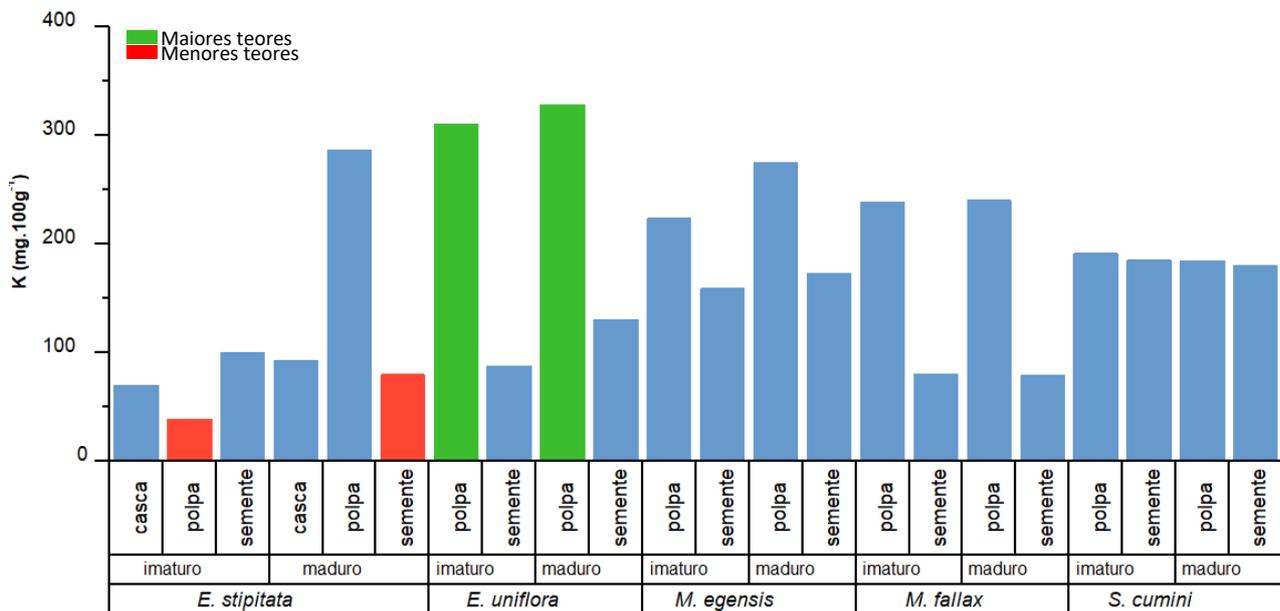
5.2.1 Macrominerais: Na, K, Ca, Mg e P

De modo geral, encontrou-se pequenas quantidades de Na nos frutos estudados, com exceção das sementes de *E. stipitata* no estágio maduro e de *M. fallax* nos dois estágios de maturação, que foram as partes do fruto destas espécies que se destacaram quanto a presença deste mineral. A polpa imatura de *E. stipitata* e *E. uniflora* apresentou excelentes quantidades de K e P. A polpa imatura foi a parte do fruto de *M. egensis* que apresentou a maior

concentração de K, Ca e Mg. A espécie *S. cumini* em ambos estágios de maturação apresentou quantidades consideráveis de K e Mg, e baixa concentração de P.

O mineral K foi o que se apresentou em maior quantidade na polpa e semente no estágio maduro nos cinco frutos analisados, variando de $38,6 \pm 0,23$ a $328,3 \pm 1,2$ mg.100 g⁻¹ (Figura 22). Observou-se que a polpa madura dos frutos pertencentes ao gênero *Eugenia* foram os que apresentaram as maiores concentrações desse micronutriente, sendo a polpa de *E. uniflora* a que mais se destacou. Os resultados para K foram superiores a de outros frutos amazônicos como o bacuri ($149,81$ g.100g⁻¹), cupuaçu ($34,27$ g.100g⁻¹) e o uxi ($28,5$ g.100g⁻¹) (ROGEZ et al., 2004), e podem contribuir com aproximadamente 1,2% da ingestão diária recomendada. Embora este valor seja relativamente pequeno, o dado é relevante pois o potássio é um mineral essencial, especialmente por transmitir impulsos nervosos e a ajudar na contração muscular (VELISEK, 2014).

Figura 22: Concentração de K nas frações dos frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.



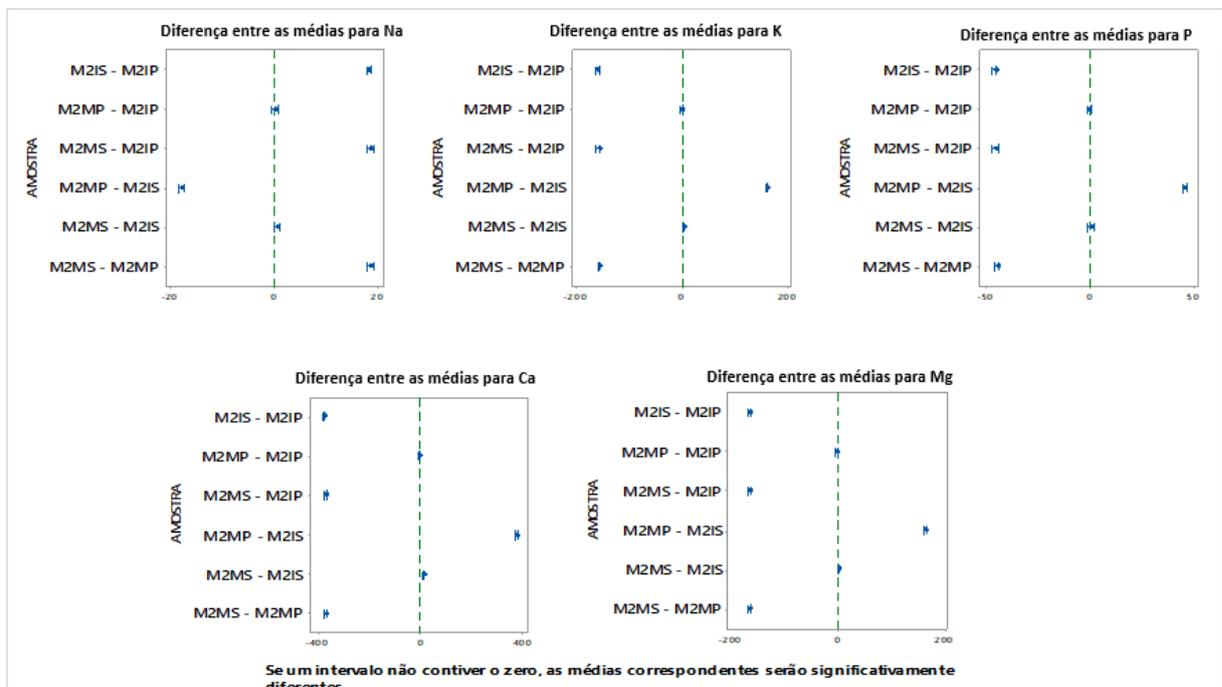
A concentração de Ca e Mg variou significativamente entre as partes dos frutos e entre os estágios de maturação, com exceção de *M. fallax* (Figura 24). Os dados obtidos a respeito do perfil mineral do fruto desta espécie são inéditos e serão discutidos mais detalhadamente. A semente, em ambos os estágios, é excelente fonte de Ca e Mg. Porém, observou-se que nessa mesma parte do fruto existe uma elevada concentração de Na $19,47 \pm 0,12$ g.100g⁻¹ na madura e

19,16±0,22 mg.100g⁻¹ na imatura o que pode justificar o sabor levemente salgado do fruto inteiro.

Apesar da alta concentração de Na em relação às frações dos frutos estudados e até mesmo à semente de outros frutos amazônicos considerados fonte de Na, como o biribá (10,51±0,17 mg.100g⁻¹) e o cubiu (16,08 mg.100g⁻¹) (BERTO et al., 2015), o consumo desta parte de *M. fallax* não se torna prejudicial à saúde, pois o limite máximo de Na estipulado pela DRI (2011) é de 3300 mg/dia para um adulto. Portanto, essa concentração em 100 g de semente pode contribuir com menos de 1% da ingestão máxima recomendada.

Através do teste Tukey foi possível comprovar que o estágio de maturação não influencia na concentração dos macronutrientes na polpa e na semente de *M. fallax*. Na figura 23 pode-se observar esta tendência, as barras que tocam a linha tracejada indicam que são iguais estatisticamente com 95% de confiança. Este perfil foi observado para todos os outros minerais analisados.

Figura 23: Resultados do teste de Tukey a 0,05% de significância para as frações do fruto de *Myrcia fallax* nos estágios maduro e imaturo.



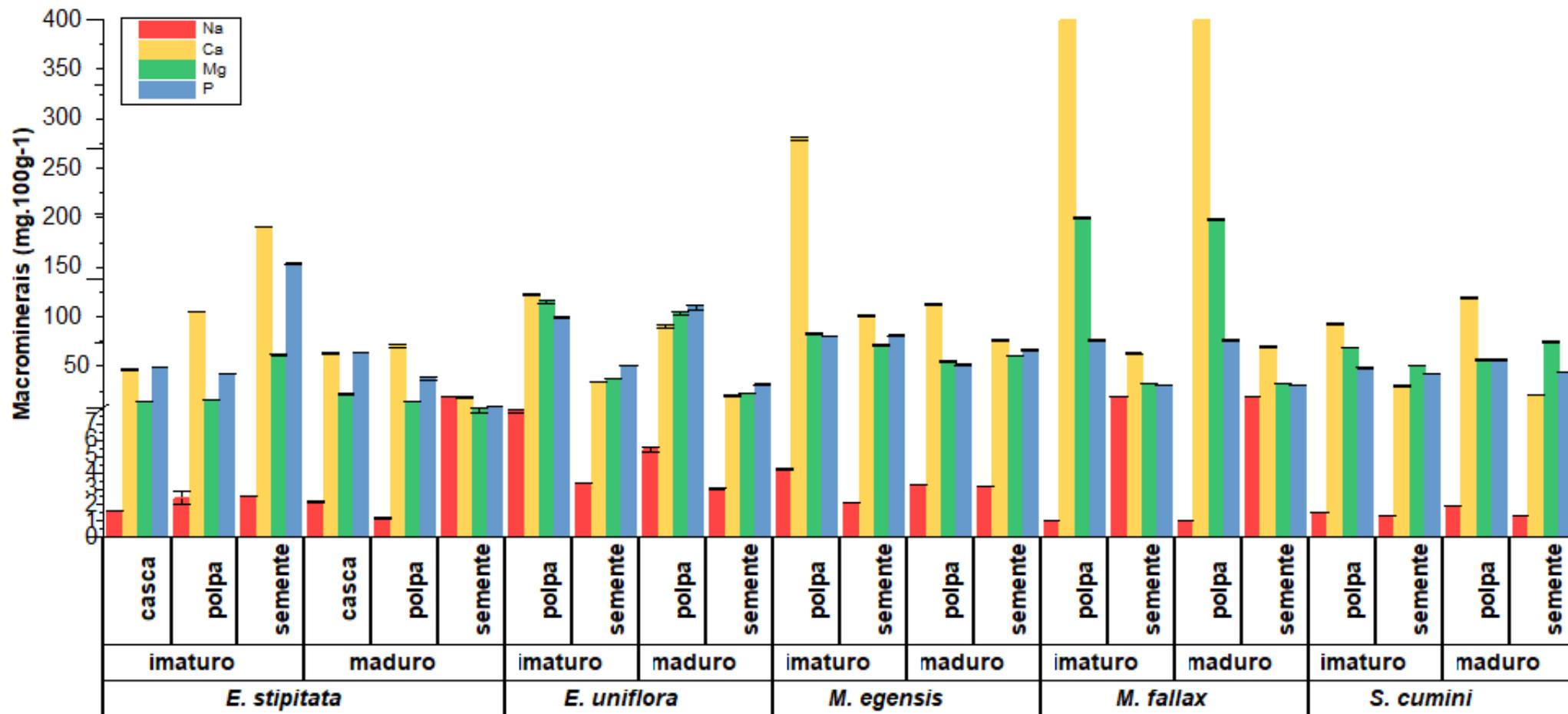
Os demais frutos se mostraram fontes significativas de Ca, o que é excelente, visto que é um dos minerais que o organismo precisa em quantidades acima de 2.000 mg/ dia. Segundo Araújo et al. (2015) a concentração média de Ca em frutos é de 85 mg.100g⁻¹ e as concentrações

para a polpa no estágio maduro em todos os cinco frutos se apresentaram superiores a este valor, com destaque para a polpa madura de *M fallax*, $444,2 \pm 2,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Os dados obtidos para Ca são relevantes frente a concentração de outros frutos que são já são popularizados e consumidos na região amazônica. O abiu possui $9,1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, o bacuri $7,0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e o biribá, $4,48 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (BECKER et al., 2018).

As concentrações de P variaram de $9,32 \pm 0,13$ a $154 \pm 1,2 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, apresentando diferenças estatística significativa entre as partes e os estágios de maturação dos frutos, com exceção de *S. cumini* que apresentou teores iguais entre a polpa e semente. O fósforo participa de importantes funções no organismo, principalmente na produção de ATP, que é essencial na dieta em quantidades de 600 a 700 mg/dia. O baixo consumo de P pode causar hipofosfatemia, transtorno que afeta diretamente o sistema endócrino (BARBOSA et al., 1999 apud SOARES et al., 2017). As frações dos cinco frutos mostraram-se fontes significativas deste mineral, principalmente a semente de *E. stipitata* no estágio imaturo. Os dados de P obtidos neste estudo pode ser considerado relevantes também quando comparados a outros frutos que são consumidos mundialmente. Hands (2003) apud Silva e Cozzolino (2009) reportaram a concentração de fósforo em 100g de frutas frescas: 19,7 mg em morango; 11,06 mg em melão; 19,3 mg em cereja doce; 39,5 mg em kiwi; 11,1 mg em manga. Estes valores contribuem com menos de 5% do valor necessário para um indivíduo adulto, enquanto que as concentrações encontradas neste estudo para a polpa dos cinco frutos contribuem com aproximadamente 15% da ingestão diária adequada.

Outro dado relevante foi observado na casca do fruto maduro de *E. stipitata*, que apresentou concentrações de K, Ca, Mg e P superiores a polpa e a semente no mesmo estágio de maturação. A concentração de Ca em 100g de casca foi superior a da casca do maracujá (44,5 mg), melão (14,59 mg) e próximo ao da banana (66,7 mg). Já o teor de Mg foi aproximado ao da casca do mamão ($13,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (GONDIM et al., 2005).

Figura 24: Composição de macrominerais nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.



5.2.2 Microminerais

Os resultados de microminerais encontrados nas frações dos frutos foram divididos em dois grupos de acordo com a quantidade encontrada; majoritários, que estão presentes em mg.L^{-1} e minoritários, que estão em quantidades em nível de $\mu\text{g.L}^{-1}$.

5.2.2.1 Majoritários: Fe, Zn, Cu, Mn e Al

A concentração de Fe variou significativamente entre as partes do fruto e teve a menor variação entre os estágios de maturação, indicando pequena influência do processo de amadurecimento do fruto na concentração deste nutriente. As maiores concentrações de Fe foram observadas na polpa nos dois estágios de maturação de *M. fallax* ($4,2 \text{ mg.100g}^{-1}$), onde o teste estatístico não mostrou variação durante o amadurecimento do fruto. A polpa madura de *M. egensis* e *S. cumini* juntamente com a polpa imatura de *E.uniflora* também se destacaram quanto a presença deste micronutriente, que é essencial na dieta humana principalmente por ser fundamental para a formação da hemoglobina e no transporte de oxigênio no sangue.

Observou-se ainda que as menores concentrações de Fe foram sempre na semente no estágio maduro (Figura 25). Os valores mais baixos foram em *E. stipitata* ($0,21 \pm 0,0 \text{ mg.100g}^{-1}$) e *M. fallax* ($0,20 \pm 0,0 \text{ mg.100g}^{-1}$). No entanto, ao serem comparados com quantidades presentes em frações tradicionalmente não comestíveis, se apresentaram próximos a concentração de Fe presentes em cascas de outros frutos que atualmente são reaproveitadas para a produção de subprodutos alimentícios como é o caso da casca do abacaxi que contém $0,7 \text{ mg.100}^{-1}$ e do maracujá onde há $0,8 \text{ mg}$ de Fe em 100g de casca. Essas partes tradicionalmente não comestíveis são reaproveitadas como ingredientes para a produção de doces e como suplemento alimentício vegetal (BECKER et al., 2018).

A concentração de Zn variou de $0,4 \pm 0,0$ a $5,3 \pm 0,1 \text{ g.100g}^{-1}$, sendo este último o maior valor encontrado na polpa de *M. fallax* em ambos os estágios de maturação. As maiores variações da concentração de Zn foram entre as diferentes partes dos frutos, sendo maiores sempre na polpa. O estágio de maturação não teve grande influência quanto a concentração deste mineral, com exceção na semente de *M. egensis* e na polpa de *E. stipitata* e *S. cumini*.

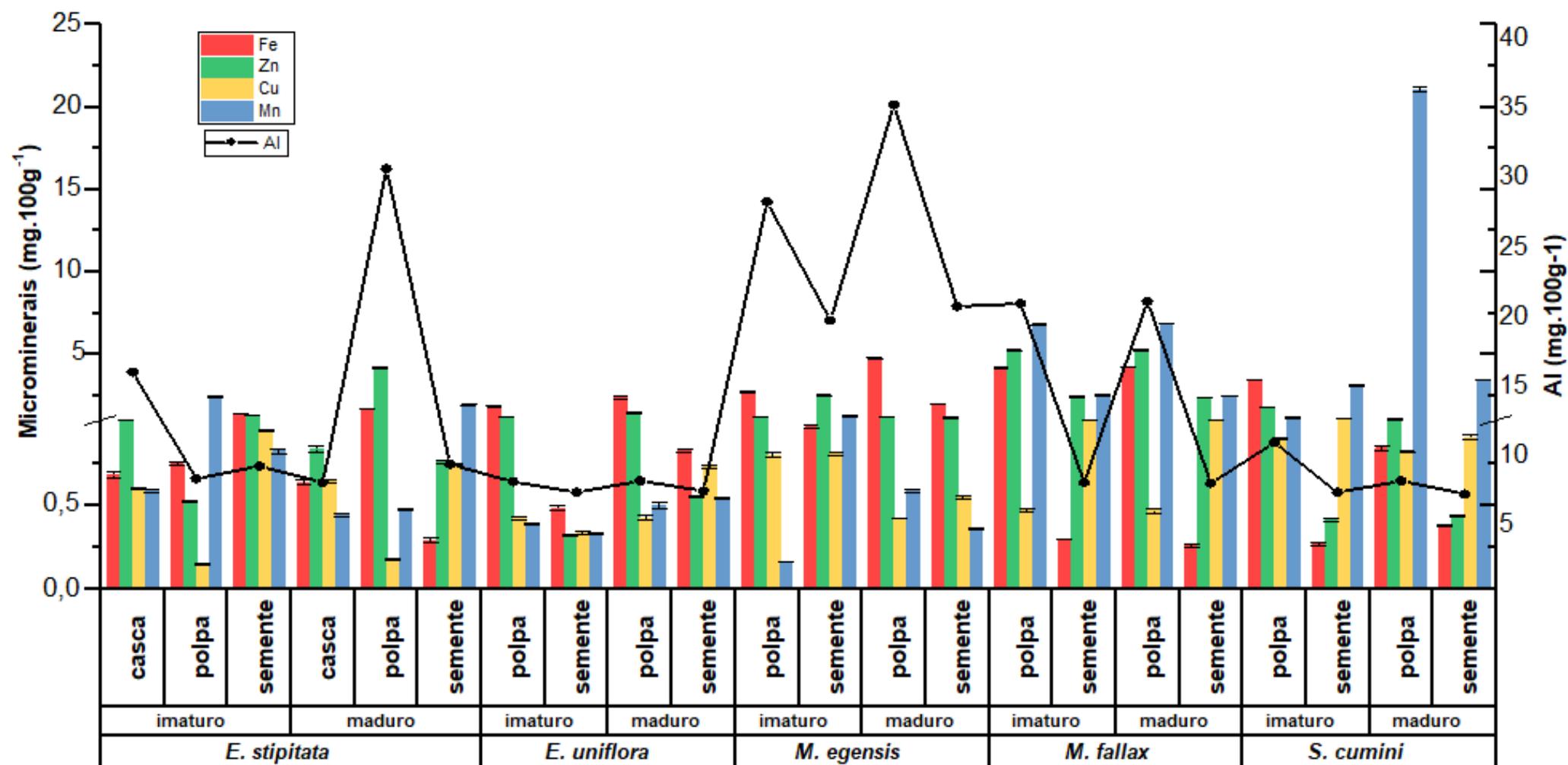
O cobre é necessário na dieta em poucas quantidades, pois a falta deste elemento pode ocasionar alterações no metabolismo e na ação de algumas enzimas. Para evitar estes problemas

são necessários 0,9 mg/dia . As concentrações desse mineral obtidas nas partes de alguns frutos avaliados neste estudo compreendem aproximadamente 85% desta quantidade, como é o caso da polpa de *M. fallax* e semente de *S. cumini* em ambos estágios de maturação que apresentaram as maiores quantidades deste nutriente, $0,84\pm 0,1$ e $0,82\pm 0,0$ g.100g⁻¹, respectivamente. Observou-se ainda que, com exceção de *E. stipitata*, os frutos não mostraram diferença estatística na concentração de Cu entre as diferentes partes dos frutos no estágio imaturo. Percebeu-se um significativo aumento no teor deste mineral com o amadurecimento do fruto.

A quantidade adequada de Al na dieta é de 50 mg/dia. Os resultados obtidos de Al nos frutos perfazem aproximadamente 75% da ingestão recomendada. As espécies de *Myrcia* foram as que apresentaram as maiores concentrações de Al, sendo essas quantidades sempre maiores na polpa. O fruto de *E. stipitata* também apresentou quantidades significativas de Al nesta parte do fruto. Assim como na concentração de Cu, as frações dos frutos apresentaram maior variação entre as frações maduras.

A espécie *M. fallax* novamente foi destaque apresentando a maior concentração de Mn na polpa, $6,8\pm 0,2$ no estágio maduro e $6,9\pm 0,1$ g.100g⁻¹ no estágio imaturo. com exceção de *M. fallax* e *S. cumini* o estágio de maturação influenciou significativamente a concentração de Mn na polpa e semente em todos os frutos analisados. Observou-se pequena diferença estatística entre as concentrações de Mn nas diferentes partes dos frutos, sendo *E. stipitata* a única que que apresentou grandes diferenças em ambos estágios entre polpa e casa e entre semente e polpa.

Figura 25: Composição de microminerais majoritário nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.



5.2.2.2 Minoritários: Se, Cd, Cr, Co, Mo, Ni, Bi e Ba

De acordo com a DRI (2011) são necessários 15 µg/dia de Se na dieta, pois este mineral tem a função de atuar na defesa do organismo contra a ação de radicais livre e é um dos principais responsáveis pela formação de triiodotironina, um hormônio que regula o funcionamento da tireoide, porém quantidades acima de 45 µg/dia são consideradas tóxicas (COMINETTI; COZZOLINO, 2009).

De modo geral, observou-se que a concentração de Se foi sempre maior na polpa no estágio imaturo (Figura 26). Porém, as maiores quantidades foram encontradas na polpa de *M. fallax* e *E. uniflora* em ambos os estágios de maturação. A semente nos dois estágios de maturação dos frutos de *M. fallax* e *M. egensis* apresentaram quantidades consideráveis de Se sendo superiores ao fruto inteiro de abricó e da polpa de cupuaçu que contém 0,8 e 0,7 µg.100g⁻¹, respectivamente. Atualmente, a castanha-do-brasil é a semente amazônica que contém a maior quantidade de selênio, uma castanha contém em média 178 µg deste elemento (KLUCZKOVSKI; SCUSSEL, 2015).

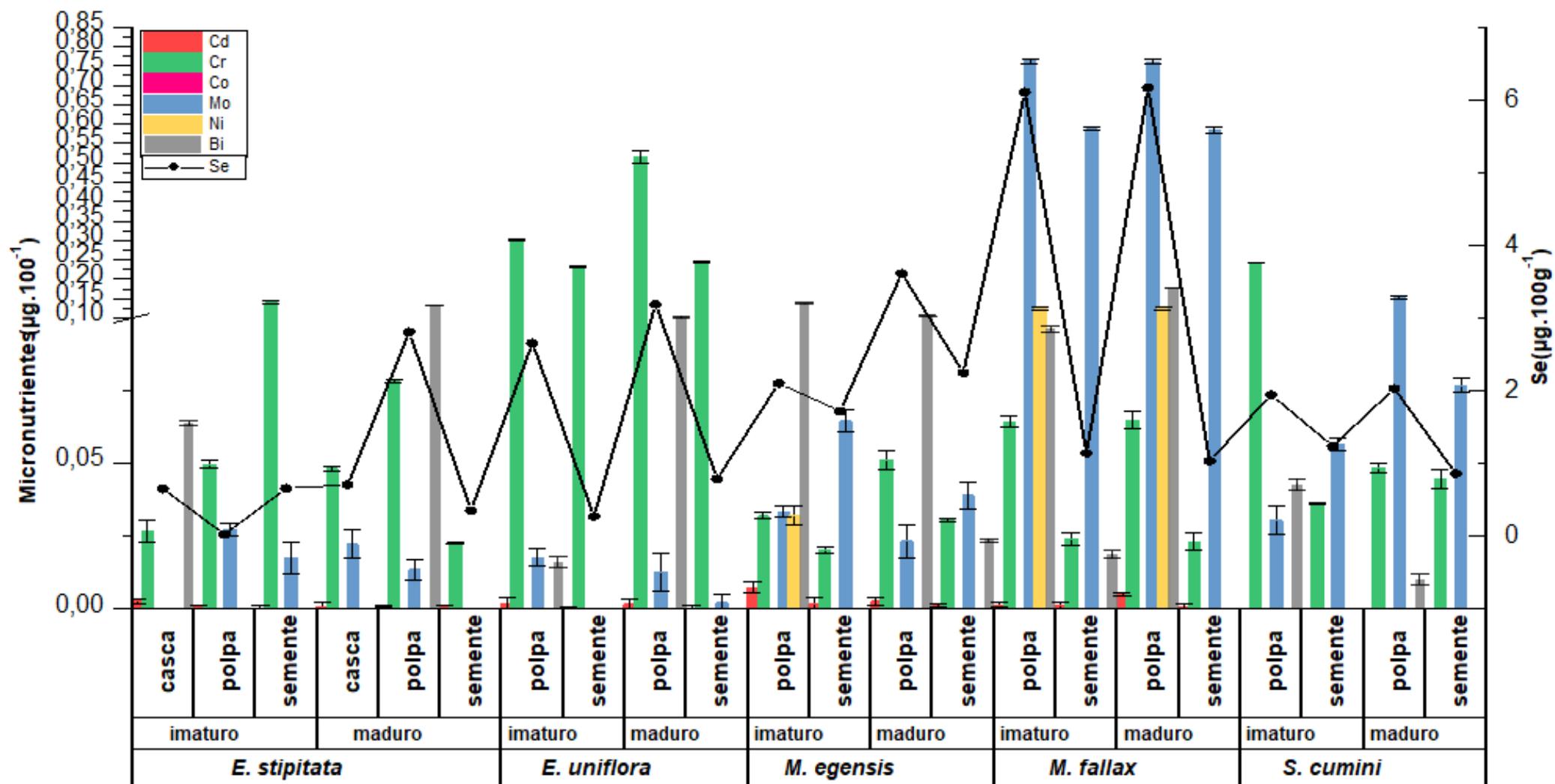
A análise estatística permitiu observar que as concentrações de Se são diferentes entre as partes dos frutos e há pequena influência do estágio de maturação, sendo essas maiores na polpa, principalmente para as espécies *M. egensis* e *E. stipitata*.

A DRI (2011) orienta que o consumo de Cr, Mo e Ni esteja em quantidades inferiores a 35 µg/dia, essa pequena quantidade é necessária para ativação de algumas enzimas e na inibição do estresse oxidativo causado pela presença de alguns metais pesados em grandes quantidades no organismo. Os resultados encontrados para as frações dos frutos, contribuem com menos de 1% deste valor. As espécies de *Myrcia* foram as que apresentaram fontes de Cr, Mo e Ni para a polpa nos dois estágios de maturação. Houve variação da concentração destes elementos apenas entre as frações do fruto de *E. stipitata* e *E. uniflora*.

Não existem dados recomendados referentes à ingestão diária para Ba, Co e Bi, porém a OMS (2016), recomenda que estes elementos estejam presentes no organismo em pequenas quantidades, pois sua função está relacionada a composição da vitamina B12 A DRI (2011), não faz recomendações para estes elementos, porém menciona apenas 5,0 µg de vitamina B-12 para humanos. Os resultados encontrados para Ba, Co e Bi se apresentaram abaixo de 5,0 µg, sendo as espécies de *Myrcia* e os frutos *E. uniflora* e *S. cumini* na polpa nos dois estágios de maturação os que se destacaram quanto a presença destes nutrientes.

Além destes minerais, os frações dos frutos indicaram a presença de outros elementos que em quantidades elevadas podem ser tóxicos para o organismo, como é o caso do Cd. Não existe recomendação para sua ingestão, porém o Comitê Misto FAO/OMS sobre Aditivos Alimentares recomenda que a concentração máxima de Cd seja de 1 μg por peso corpóreo diariamente (OMS, 2016). Todas as frações dos frutos analisados indicaram concentrações de Cd abaixo do valor máximo permitido, não apresentando risco de toxicidade quanto a presença destes elementos.

Figura 26: Composição de microminerais minoritários nas frações dos cinco frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.



5.3 Análise estatística do perfil nutricional dos frutos de Myrtaceae

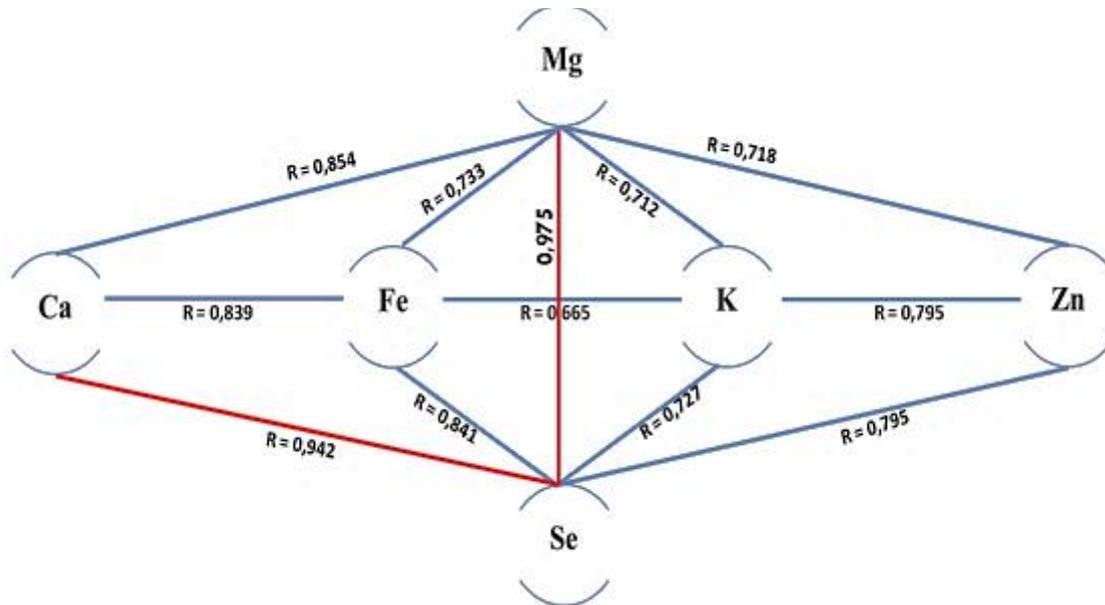
Com os resultados obtidos, pode-se observar que o estágio de maturação tem pouca influência sobre as concentrações dos nutrientes, porém em alguns frutos como, *M. egenensis* e *E. stipitata* percebeu-se uma maior influência na polpa. A espécie *M. fallax* não apresentou diferença no seu perfil nutricional com o amadurecimento do fruto. Observou-se ainda, que existe diferença significativa destes nutrientes entre as partes dos frutos.

De modo geral, a semente em ambos os estágios foi a parte dos frutos que apresentou maior quantidade de calorias, isto está diretamente relacionado com os elevados teores de carboidrato, proteína e Lipídio. O teste estatístico comprovou uma correlação forte entre a quantidade de caloria com o teor de carboidrato ($R = 0,992$, $p < 0,001$) e Lipídio ($R = 0,842$, $p < 0,001$), além de comprovar que quanto maior o teor de umidade de um fruto, menor a quantidade de calorias, ao mostrar uma correlação fortemente negativa entre esses dois parâmetros ($R = -0,844$, $p < 0,001$). Estas partes não convencionais dos frutos podem ser reaproveitadas como ingredientes de produtos alimentícios, ou na forma de acompanhamento com outros alimentos, para serem incluídas em dietas que necessitem de alimentos calóricos.

A composição centesimal mostrou pouca relação com a concentração de minerais. Observou-se correlações ($p < 0,001$) moderadamente significativas entre o teor de cinzas e a concentração de Se ($R=0,685$), Ca ($R=0,732$), Mg ($R=0,610$) e Fe ($R=0,670$), e negativa moderadamente fraca com Na ($R = -0,532$), visto que esses foram os micronutrientes encontrados em maior quantidade nas cinzas. O teor de fibras apresentou correlações positivas moderadas ($p < 0,001$) com a concentração de K ($R=0,491$), Fe ($R=0,590$) e Al ($R=0,590$), e correlações negativas moderadas com Cu ($R=-0,602$) e Ni ($R=-0,602$).

Em relação a composição mineral, observou-se correlações fortemente positivas e moderadas a $p < 0,001$ de significância (Figura 27). Apenas o Na não mostrou correlações com nenhum outro mineral. Entretanto, o Mg apresentou correlações moderadamente fortes com Ca, Fe, K, Zn e Se. Este último foi o que mostrou correlações positivas mais forte com a concentração de Mg e Ca. As correlações do P foram moderadas, principalmente com o Al ($R=0,527$), o Se ($R=0,571$) e com o Cu ($R=-0,631$). Além disso, observou-se ainda correlações moderadas entre a concentração de Se e Mo ($R=0,585$) e Bi ($R=0,586$).

Figura 27: Correlações positivas fortes e moderadas ($p < 0,001$) entre minerais nas frações dos frutos de Myrtaceae.



O perfil nutricional da espécie *M. egensis* caracterizou a polpa madura como fonte significativas de proteína, carboidrato digerível, fibra bruta e as maiores quantidade de Na, K, Ca, Mg, P, Fe. Já a semente é rica em Lipídio, micronutrientes (principalmente K, P, Cd, Ni e Bi), além de carboidrato total, sendo 84% digerível pelas enzimas digestivas. Conseqüentemente, essa foi a parte do fruto com a maior quantidade de calorias e superou a quantidade de nutrientes de alguns frutos amazônicos como é o caso do ingá, que possui na semente 209,68 Kcal e na polpa 59,05 Kcal (BERTO et al., 2015).

Esses valores podem contribuir para a popularização de *M. egensis*, que ainda é muito limitada, sendo conhecida e consumida apenas pela população ribeirinha amazônica. Esse fruto pode ser utilizado como matéria prima para a produção de produtos e subprodutos alimentares. Um exemplo disso é a casca e a semente da jabuticaba que é reaproveitada como matéria prima para a produção de geleias, doces e ração humana por apresentarem quantidades consideráveis de nutrientes (ALVES, 2011; CUNHA, 2016). Esse processo pode contribuir ainda para a geração de renda da população local, além de uma alimentação mais saudável.

A polpa madura de *M. fallax* mostrou-se a parte mais nutritiva do fruto, sendo rica principalmente em proteína, lipídio, fibra e de K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Al, Mn, Se, Cr, Mo e Ni. Enquanto que o potencial da semente é a grande quantidade de carboidratos, dos quais

aproximadamente 95% são digeríveis; além de ser a parte que apresentou as maiores concentrações de Na e Cu.

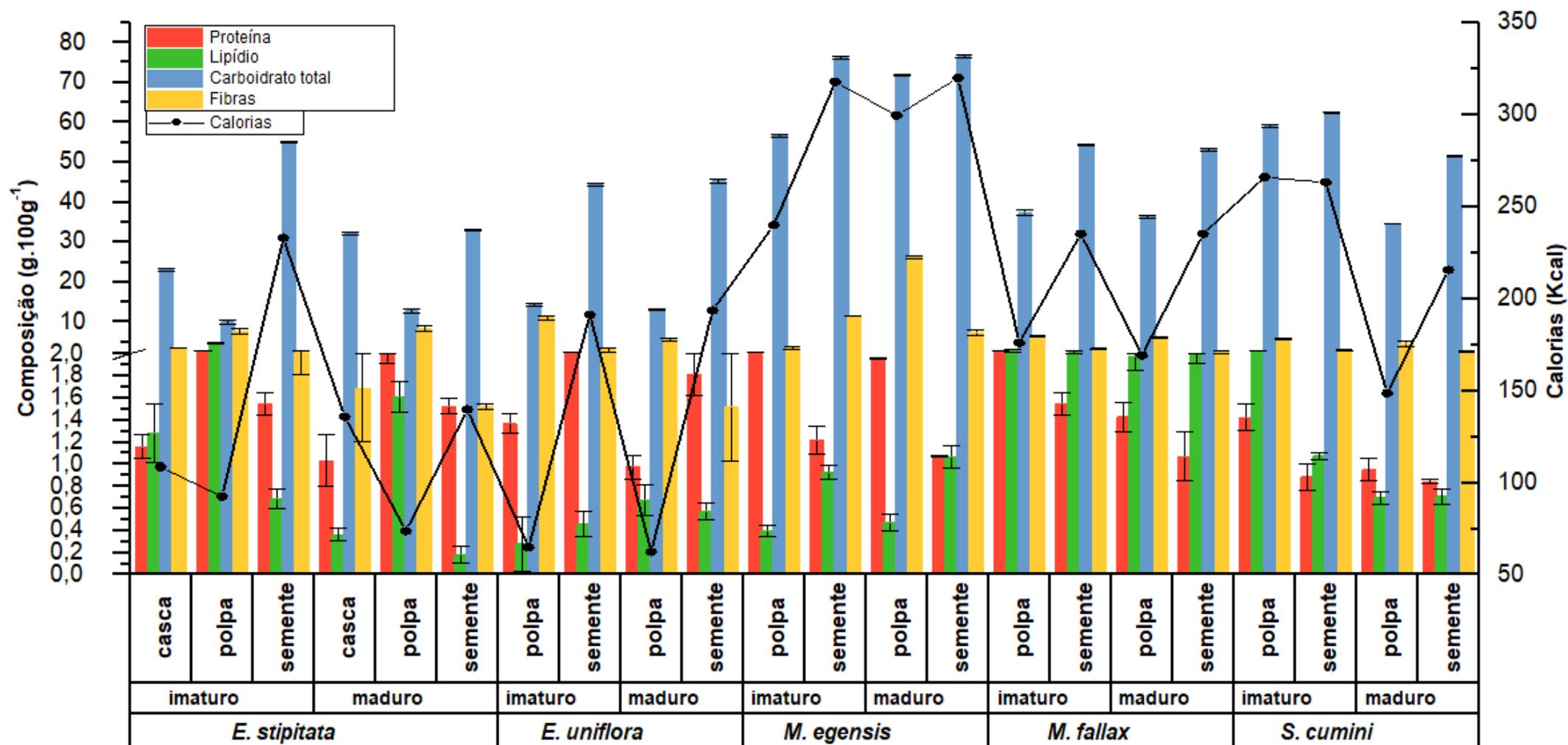
Os resultados inéditos aqui obtidos fornecem informações que podem incentivar o consumo e popularização de *M. fallax*, principalmente por ser uma fonte proteica juntamente com a semente de *E. uniflora* e a polpa de *S. cumini* nos dois estágios de maturação, que apresentaram teores elevados de proteína (Figura 28). Esta pode ser uma alternativa viável para a população de baixa renda, especialmente as ribeirinhas, ou aquelas que tem acesso limitado a ingestão de proteína animal (KINUPP; INCHAUSTI, 2008).

Alguns autores relatam o reaproveitamento das sementes e grãos de acordo com o seu potencial nutritivo. Moraes et al. (2010), estudou os compostos bioativos e nutricionais da farinha de semente de linhaça e concluiu que é uma alternativa viável para produção de pães, em substituição parcial à farinha de trigo, apresentando excelente quantidade de fibras e ácido linolênico. No presente estudo, observou-se que as sementes dos frutos, principalmente a de *M. egensis* e *M. fallax*, apresentaram quantidades de fibras próximas à da linhaça. Portanto os dados inéditos sobre o perfil nutritivo destas frutas amazônicas, além de incentivar o seu consumo, pode servir como base para a utilização deste fruto como matéria prima na produção de derivados alimentícios.

As frações do fruto de *E. stipitata* mostraram um perfil nutritivo variado. A casca foi a parte do fruto que apresentou a maior concentração de Bi, Cd, Al e Cu, enquanto que os outros minerais se concentraram em maior quantidade na polpa imatura. Algumas indústrias brasileiras utilizam a polpa do araçá-boi como matéria prima para a fabricação de produtos alimentícios e acabam descartando a casca e semente (DODO, 2016). Entretanto, os macronutrientes se distribuíram majoritariamente na polpa no estágio maduro, se destacando quando ao teor de lipídio.

Contudo, os dados obtidos nesta pesquisa incentivam o reaproveitamento destas partes do fruto na qualidade nutritiva do produto ou até mesmo como fonte de novos produtos, diminuindo a geração de resíduos. Waynny et al. (2010) encontraram quantidade de lipídio próximos ao deste estudo para o araçá-boi (4,67 g.100g⁻¹), e ao avaliarem o perfil dos ácidos graxos deste fruto identificaram a presença significativa de gorduras insaturadas que são as mais recomendadas por contribuírem para a formação do colesterol de alta densidade – HDL, além de ter uma quantidade elevada de vitamina C e uma excelente atividade antioxidante.

Figura 28: Composição centesimal das frações dos cinco frutos de Myrtaceae nos estágios maduro e imaturo.



O fruto de *E. uniflora* apresentou na polpa em ambos os estágios as maiores quantidades de K, Mg, P, Zn, Al, Se, Cd e Mo, enquanto que na semente no estágio imaturo foi encontrada a maior concentração de Cu e Mn. A composição centesimal mostrou que o maior teor de carboidrato e proteína é encontrado na semente, lipídio na polpa imatura e a polpa madura possui quantidades significativas de fibra bruta. Os resultados da composição nutricional obtidos neste estudo para as diferentes partes do fruto de *E. uniflora* encontram-se próximos aos de outros autores que estudaram o perfil nutritivo da pitanga (Tabela 9).

Tabela 9: Resultados da composição centesimal de *E. uniflora* obtidos neste estudo comparados ao de outros autores.

	Fração	Umidade	Cinza	Lipídio	Proteína	Carboidrato
Este estudo	Polpa	83,55±0,29	0,56±0,032	0,28±0,04	1,36±0,09	14,23±0,25
	Semente	51,94±0,54	0,82±0,11	0,45±0,11	2,38±0,13	44,39±0,49
Bagetti (2009)	Polpa	81,20±0,32	1,10±0,02	0,41±0,22	1,43±0,22	13,22±1,4
	Semente	58,6±0,32	0,80±0,13	0,51±0,02	3,7±0,43	37,7±0,99
TACO (2011)	Polpa	88,3±0,8	0,42±0,22	0,28±0,14	0,92±0,44	10,2±0,25

Na espécie *S. cumini* os nutrientes se apresentaram bem distribuídos entre as partes do fruto. A polpa madura concentrou a maior quantidade de proteínas, lipídio e fibra bruta, enquanto que na semente foi encontrado maior teor de carboidrato. Quanto aos minerais, observou-se que a semente madura é rica em Mg e Cu, enquanto que a polpa madura é rica em macrominerais, especialmente Ca, K, Mg, P e quantidades consideráveis de Fe, Zn, Al e Se.

O fruto de *S. cumini* apresentou um perfil nutricional superior ao encontrado em alguns estudos desse fruto, como é o caso da pesquisa feita por Barcia (2009) que estudou os frutos de jamelão coletados em Pelotas-RS (Tabela 10). Além disso, o jamelão é fonte de ácidos graxos insaturados, especialmente o ácido linoleico que é um dos ácidos graxos essenciais que o organismo humano não consegue produzir, além de ser fonte de compostos fenólicos com propriedades antioxidantes (LUZIA; JORGE, 2009).

Tabela 10: Composição centesimal de *S.cumini* obtida neste estudo comparado ao de outros autores.

	Fração	Umidade	Cinza	Lipídio	Fibras	Proteína	Carb.
Este estudo	Polpa	84,8±0,2	2,0±0,1	2,6±0,0	5,7±1,0	1,42±0,1	59,2±0,2
Barcia (2009)	Inteiro	83,0±0,9	0,3±0,0	1,9±0,0	0,91±0,1	1,18±0,0	52,1±0,3
TACO (2011)	Inteiro	88,45	1,82	2,12	1,62	0,92	49,5

Desta forma, o consumo destas frutas pode contribuir para diminuir as deficiências destes nutrientes. Além disso, as partes tradicionalmente não comestíveis, que também apresentaram fontes de nutrientes, podem vir a serem reaproveitadas para fins nutracêuticos e tecnológicos, como produto microencapsulado, evitando desperdícios e ainda ser uma alternativa aos que possuem hábitos alimentares diferenciados como os veganos e vegetarianos (FELIX et al., 2017).

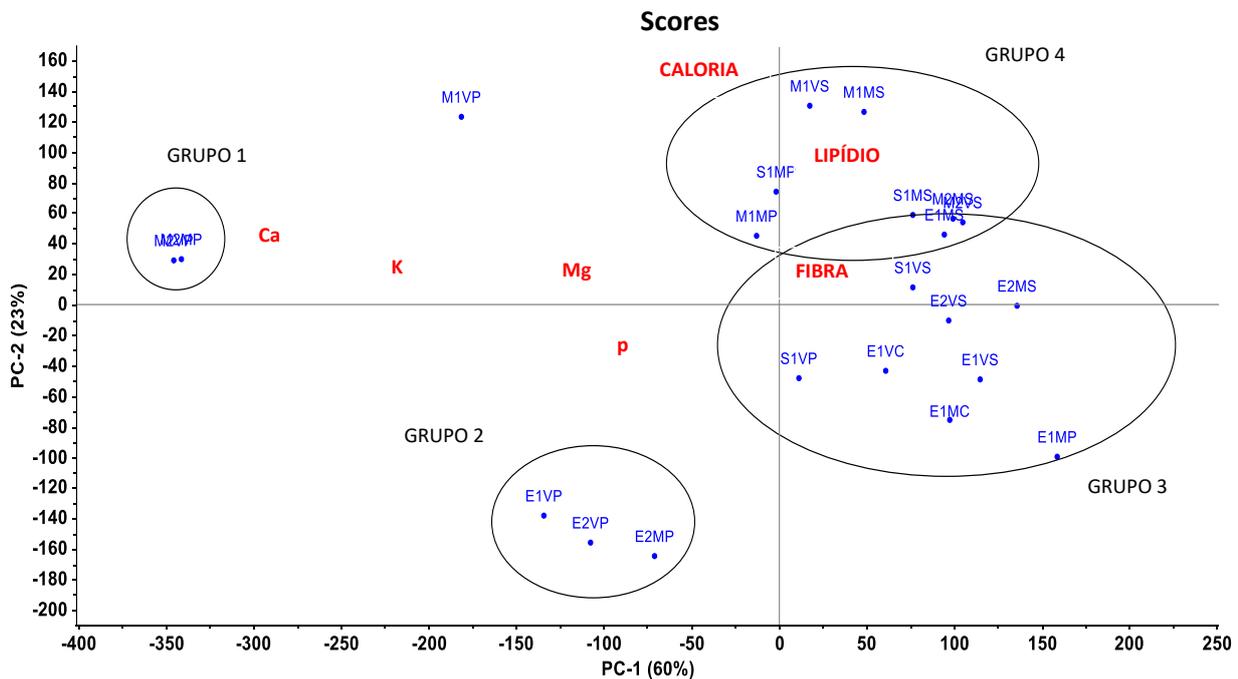
Para uma melhor visualização da correlação entre amostras e variáveis com o objetivo de verificar as semelhanças entre as frações dos cinco frutos analisados com base nos seus respectivos perfis nutricionais, foi aplicado o método de análise por componentes principais – PCA e o de análise por agrupamento hierárquico – HCA (calculada utilizando a distância Euclideana entre as amostras).

A primeira componente principal (PC1) explicou 60% da variância total dos dados, obtendo como principais variáveis as concentrações de Ca, K e Mg com pesos próximos de sinais negativos, mostrando uma correlação entre os elementos. Já a segunda componente principal (PC2) obteve 23% da variabilidade dos dados foram atribuídas a concentração de Ca e Mg (Figura 30).

Examinando a figura 29, que representa o gráfico de escores da PC1 versus PC2 das frações para os cinco frutos estudados, pode-se observar uma separação em quatro grupos a partir da composição nutricional das amostras. O grupo 1 se encontra no segundo quadrante, assumindo os valores negativos em PC1, formado pelas frações polpa madura e imatura de *M. fallax* (M2MP e M2VP, respectivamente), diferenciando-se de todas as outras amostras pelas elevadas concentrações de cálcio. Já o grupo 2, formado pela polpa dos frutos de *Eugenia*, localizada no terceiro quadrante, agrupa as frações que possuem as menores quantidades de calorías, e fontes significativas de K, Ca, Mg e P. Já o Grupo 3, que se encontra distribuído no

terceiro e quarto quadrante, assumiu valores negativos na PC2 e positivos em PC1, agrupando-se por serem as frações que são ricas em fibras, e consequentemente, as que possuem menores quantidades de carboidratos digeríveis. Por fim, o grupo 4, presente no primeiro quadrante, assumiram os valores positivos em PC1 e PC2, agrupou as frações que são mais calóricas, e com maior quantidade de Lipídio.

Figura 29: Gráfico de scores da análise de componentes principais das frações dos frutos de Myrtaceae.



A aplicação da matriz de dados na análise de agrupamento hierárquico (HCA) corroborou com as informações obtidas na PCA. A Figura 31 mostra o dendograma formado por quatro grupos de frações dos frutos, com um grau de similaridade de aproximadamente 50%. Pode-se observar a formação de quatro grupos: o primeiro formado pelas amostras M2MP e M2VP, com elevadas concentrações de cálcio. O segundo grupo formado somente pelas frações dos frutos de *Eugenia*, que são semelhantes entre si por serem fontes significativas de macrominerais. e o terceiro grupo formado pelas frações de *M. egensis* e *S. cumini* que são semelhantes por serem as que tem o maior por serem fontes de fibras. O último grupo foi o mais heterogêneo, agrupando as frações de *M. fallax*, *E. stipitata*, *E. uniflora* e *S. cumini* que são semelhantes por terem grandes quantidades calóricas.

Figura 30: Gráfico de Loadings da análise de componentes principais das frações dos frutos de Myrtaceae.

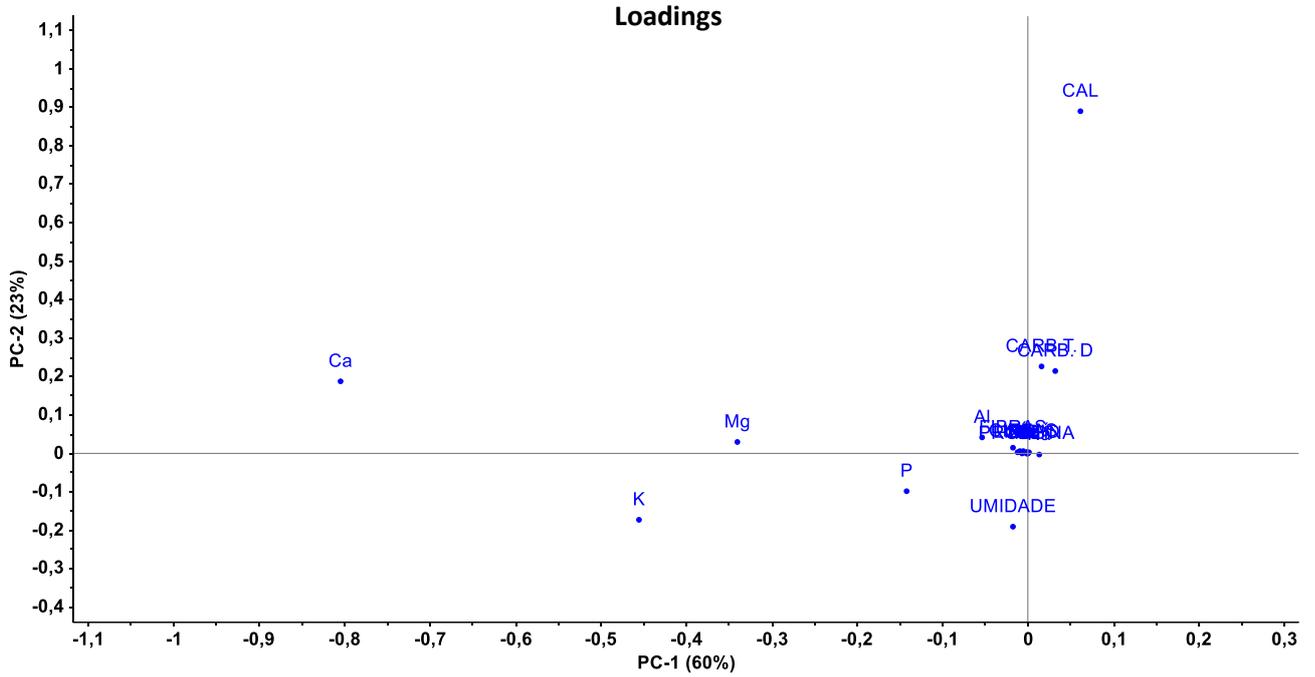
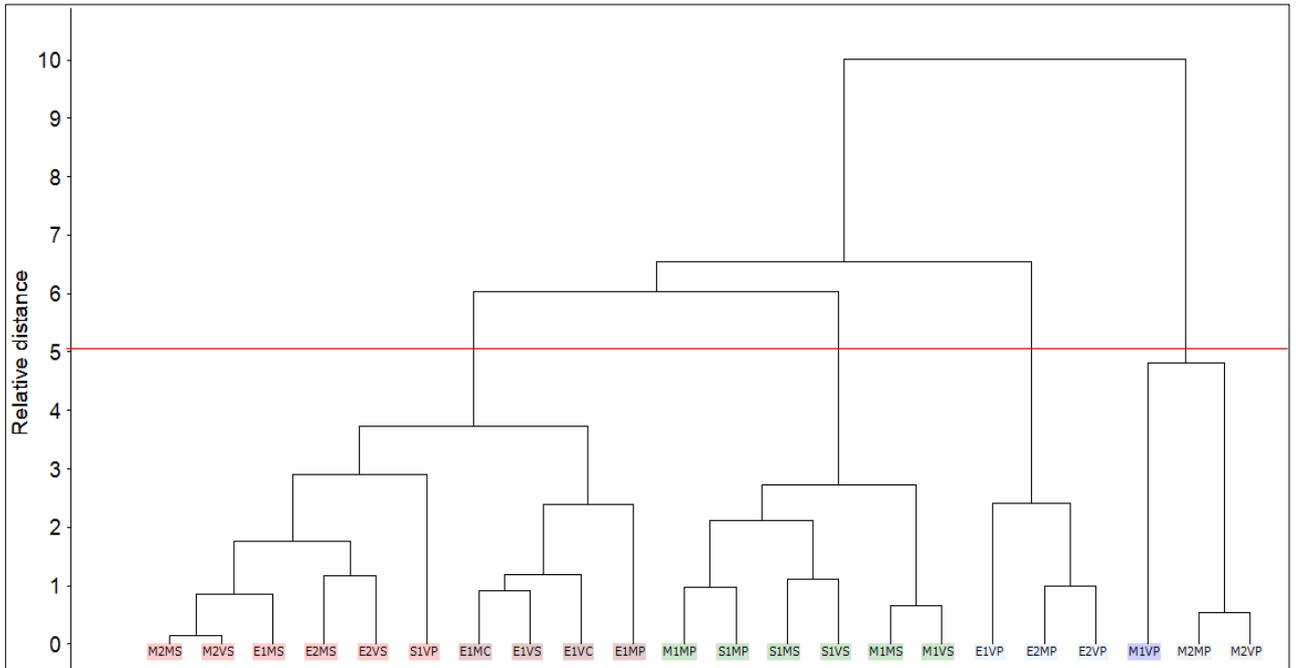


Figura 31: Dendrograma da análise de componentes hierárquicos das frações dos frutos de Myrtaceae.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição nutricional dos frutos de Myrtaceae variou significativamente entre a casca, a polpa e a semente, especialmente no fruto maduro. Contudo, o estágio de maturação teve pouca influência sobre o teor de nutrientes dos frutos, indicando que durante o amadurecimento não há perda significativa do potencial nutricional. Porém, a concentração de minerais na polpa da espécie *M. fallax* se mantém constante de acordo com o amadurecimento do fruto.

Os dados inéditos obtidos para os frutos de *M. fallax* e *M. egensis* foram relevantes e mostraram um potencial nutritivo significativo para estas espécies, maiores até que outros frutos já popularizados. A polpa se mostrou rica em fibra bruta, contendo mais da metade da quantidade de ingestão diária, bem como ótima quantidade de proteína, além de serem excelentes fontes de Na, K, Ca, Mg, Zn e Se.

Além dessas, a polpa dos outros frutos são fontes de minerais: A polpa de *E. stipitata* se mostrou excelente fonte de P. Já a polpa em ambos estágios de maturação de *E. uniflora* é fonte de K e Cr, enquanto que a de *S. cumini* é rica em Mn e Cu.

Uma informação relevante obtida foi o potencial nutritivo das sementes dos cinco frutos analisados, as quais são geralmente descartadas e poderiam ser melhor aproveitadas na produção de produtos alimentícios. Porém é importante que estudos adicionais dessas sementes como a presença de substâncias antinutricionais e a biodisponibilidade dos nutrientes e micronutrientes sejam realizados para inferir sobre a melhor aplicabilidade desses produtos.

Por fim, este trabalho poderá contribuir para incentivar o consumo de frutos amazônicos e atrair a atenção de indústrias alimentícias para o aproveitamento e inclusão dessas partes não tradicionais de frutas para consumo humano, contribuindo para reduzir a desnutrição e a acumulação de resíduos orgânicos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. P. L. Tabela de Composição de Alimentos da Amazônia. Manaus, **Acta Amazônica**, v. 18, n. 2, p. 422–430. 1996.
- AKTER, M. S. et al. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camucamu (*myrciaria dubia*) fruit: A review. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1728–1732, 2011.
- ALBERTON, J. R. et al. Caracterização farmacognóstica do jambolão. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 23, p. 34–38, 2001.
- ALVES, R. E. et al. Antioxidant Activity Measurement in Tropical Fruits : a Case Study with Acerola. **Acta Horticulturae**, p. 299–306, 2008.
- ALVES, A. P. DE C. Casca de jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg): Processo de secagem e uso como aditivo em iogurte. **Food Research International** p. 1–90, 2011.
- ANDERSON, J. W. et al. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, v. 67, n. 4, p. 188–205, 2009.
- ANDRADE JÚNIOR, M. C. DE; ANDRADE, J. S. Physicochemical changes in cubiu fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal) at different ripening stages. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. ahead, p. 0–0, 2012.
- ANDRADE, J. S.; PANTOJA, L.; MAEDA, R. N. Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, v. 23, p. 34–38, 2003.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Ministério da Saúde. RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists. 2016.
- AUGUSTA, I. M. et al. Caracterização física e química da casca e polpa de jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, (L.) Merryl & Perry). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 928–932, 2010.
- BAGETTI, M. et al. Antioxidant capacity and composition of pitanga seeds TT - Capacidade antioxidante e composição de sementes de pitanga. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2504–2510, 2009.
- BALBI, M. E. et al. Castanha-Do-Pará (*Bertholletia Excelsa* Bonpl .): Composição Química E Sua Importância Para a Saúde. **Visão Acadêmica**, v. 15, n. Abril, p. 51–60, 2014.

BARCIA, M. T. **Composição centesimal e de fitoquímicos em jambolão (*Syzygium cumini*)**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação de ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas. 2009.

BELITZ, H.D.; GROSH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. Springer, 4 ed., 232-242 p. 2009.

BECKER, M. M. et al. Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native Amazon fruits. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, n. 6, p. 397–405, 2013.

BERTO, A. et al. Proximate compositions, mineral contents and fatty acid compositions of native Amazonian fruits. **Food Research International**, v. 77, p. 441–449, 2015.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. **A Rapid Method of Total Lipid Extraction And Purification**. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, v. 37, n. 8, p. 911-917. 1959.

BORGES, L. L.; CONCEIÇÃO, E. C.; SILVEIRA, D. Active compounds and medicinal properties of Myrciaria genus. **Food Chemistry**, v. 153, p. 224–233, 2014.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. 2. ed. Southern Gate: John Wiley & Sons, Ltd Registered, 2015.

CANUTO, G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196–1205, 2010.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas, São paulo.: Editora Unicamp, 2003.

CELLI, G. B.; PEREIRA-NETTO, A. B.; BETA, T. Comparative analysis of total phenolic content, antioxidant activity, and flavonoids profile of fruits from two varieties of Brazilian cherry (*Eugenia uniflora* L.) throughout the fruit developmental stages. **Food Research International**, v. 44, n. 8, p. 2442–2451, 2011.

CHAIEB, K. et al. The Chemical Composition and Biological Activity of Clove Essential Oil , *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L . Myrtaceae): A Short Review. **Phytoterapy Research** v. 506, n. March, p. 501–506, 2007.

CHO, S. S. **Handbook of Dietary fiber**. 3. ed. Evansville, Indiana: Mead Johnson Nutritionals/Bristol-Myers Squibb Company, 2001. v. 2

COMINETTI, C.; COZZOLINO, S. M. F. Selênio. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes**, v. 8, p. 24, 2009.

COUTO, M.; JÚNIOR, D. A.; ANDRADE, J. S. Amazonian Fruits : An Overview of Nutrients , Calories and Use in Metabolic Disorders. **Food and Nutrition Sciences**, v. 5, n. September, p. 1692–1703, 2014.

CUNHA, M. G. **Avaliação do efeito de extratos de compostos fenólicos da jaboticaba Sabará (Myrciaria jaboticaba (Vell.) Berg) administrados a camundongos C57BL/6 alimentados com dieta hiperlipídica com alto teor de sacarose**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências farmacêuticas. 2016.

DEMAN, J. M. **Principles of Food Chemistry**. Springer US. Ed. 3, 233-244 p. 1999.

DEMBITSKY, V.M.; et al. The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. **Food Research International**, Vol. 44, n.4. 1671–1701. 2011.

DODO, G. C. **Composição centesimal das sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh)**. Monografia. Faculdade de Educação e Meio Ambiente. 2016.

DRI. Dietary References Intakes - DRI. **Food and Nutrition Board**, v. 2, n. 1997, p. 10–12, 2011.

DUTRA DE OLIVEIRA, J.E.; MANCHINI, J.S. Vitaminas Lipossolúveis. In: **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Sarvier, p. 167-190. 1998.

ELANSARY, H. O. et al. Chemical Composition, Antibacterial and Antioxidant Activities of Leaves Essential Oils from *Syzygium cumini* L., *Cupressus sempervirens* L. and *Lantana camara* L. from Egypt. **Journal of Agricultural Science**, v. 4, n. 10, p. 144–152, 2012.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food energy – methods of analysis and conversion factors**. Report of a technical workshop. 4, p. 928–932, 2011.

FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 5. ed. Madison, wisconsin: Marcel Dekker, Inc., 2017.

FERREIRA, S. M. R. et al. Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico Quality of tomatoes cultivated in the organic and conventional cropping systems. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, n. 1, p. 224–230, 2010.

GINÉ, M. FERNANDA. **Espectrometria de Emissão Atômica**. 1. ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2010.

GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 4, p. 825–827, 2005.

GORDON, A. et al. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of

Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256–263, 2012.

GOVAERTS, R. et al. **World Checklist of Myrtaceae: 1-455**. Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew. 2008.

GREENFIELD, H.; SOUTHGATE, D.A.T. **Food and composition data, production, management and use**. London: Elsevier. 2 ed., 243p. , 2003.

HARRYS, D. C. **Análise Química Quantitativa**. ed. 6, LTC. China Lake, California. 2006.

HO, C.-T. et al. **Nutrition, Functional and Sensory Properties of Foods**. 2. ed. Newfoundland, Canada: The Royal Society of Chemistry, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.

JENSEN, M. K. et al. Intakes of whole grains, bran, and germ and the risk of coronary heart disease in men. **Am J Clin Nutr**. Vol. 80(6): p. 234-244. 2004.

JONES J.R.; LINEBACK D.M.; LEVINE M.J. Dietary reference intakes: implications for fiber labeling and consumption: a summary of the International Life. **Sciences Institute North American Fiber Workshop**. Nutr Ver. Washington, DC. Vol. 64, p. 31–38. 2006.

JUNIOR, M. C. DE A.; ANDRADE, J. S. Amazonian Fruits : An Overview of Nutrients , Calories and Use in Metabolic Disorders. **Food and Nutrition Sciences**, v. 5, n. September, p. 1692–1703, 2014.

JUSTI, K. C. J. et al. Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, vol. 50, p. 405–408. 2000.

KELKAR, S.M., KAKLIJ, G.S. A simple 2 step purification of anti- diabetic compounds from *Eugenia jambolana* fruit pulp protolytic assistance and other properties. **Phytomedicine**. Vol. 44, p. 353–359. 1997.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. DE. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 846–857, 2008.

KLUCZKOVSKI, A. M.; SCUSSEL, V. M. **Gerenciamento de Risco da Castanh- do-Brasil**. Nova letra. 1º ed. 45-48p. 2015.

KOZLOWSKI, H. et al. Copper, iron, and zinc ions homeostasis and their role in neurodegenerative disorders (metal uptake, transport, distribution and regulation). **Coordination Chemistry Reviews**, v. 253, n. 21–22, p. 2665–2685, 2009.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: **Verlagcondicionadas**. Justus Perthes. n.p. 2018.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 26, n. 4, p. 847-852, 2006.

LANDRUM, L. R.; KAWASAKI, M. L. The Genera of Myrtaceae in Brazil: An Illustrated Synoptic Treatment and Identification Keys. **Brittonia**, v. 49, n. 4, p. 508, 1997.

LATULIPPE, M. et al. A narrative review of the scientific evidence in the area of carbohydrates, microbiome, and health ILSI. **Brazil International Workshop on Functional Foods: a narrative review of the scientific evi.** v. 6628, 2013.

LEAL, V. D. C. **Potencial Nutricional e Atividade Antioxidante (in Vitro) de Frutos silvestres do Estado da Bahia.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana, 2017.

LIMA, A. DE J. B. et al. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 58, n. 2, p. 416–421, 2008.

LIU, R. et al. Production of soybean isoflavone genistein in non-legume plants via genetically modified secondary metabolism pathway. **Metabolic Engineering**, Cambridge, v. 9, p. 1-7, Sept. 2007.

LUZIA, D. M. M.; BERTANHA, B. J.; JORGE, N. Sementes de pitanga (*Eugenia uniflora* L.): potencial antioxidante e perfil de ácidos graxos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p. 175–180, 2010.

MARIN, A. M. F.; SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F. Minerals, phytic acid and tannin contents of 18 fruits from the Brazilian savanna. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. SUPPL. 7, p. 177–187, 2009.

MATSUURA, F. C.; FOLEGATTI, M. I. S. Banana: pós- colheita. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, 2001.

McCLEARY, et al. Determination of Insoluble, Soluble, and Total Dietary Fiber (CODEX Definition) by Enzymatic-Gravimetric Method and Liquid Chromatography: Collaborative Study. **Journal of AOAC International.**; Vol. 95(3), p. 824-44. 2012.

McCLEMENTS, D.; J. **Food emulsions.** CRC Press, Boca Raton, Florida. 2 ed. 198-202 p. 1999.

MELO, R. R. DE et al. Características farmacobotânicas, químicas e biológicas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & I. M. Perry. **Farmacognosia**, v. 90, n. 4, p. 298–302, 2009.

MESQUITA, F. R.; LIMA, M. O.; ARAÚJO, J. M. DE. Composição Centesimal de Frutos Típicos da Região do Vale do Juruá-Amazônia Ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 2849–2857, 2014.

MIR-MARQUÉS, et al. 2016. Green direct determination of mineral elements in artichokes

by infrared spectroscopy and X-ray fluorescence. **Food Chem.** Vol. 196, p. 1023–1030. 2015.

MORAES, E. A. et al. Avaliação sensorial e valor nutricional de bolos preparados com farinha integral de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 974-979, 2010.

NEGRI, T. C.; BERNI, R. P. D. A.; CANNIATTI, S. G. B. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil Nutritional value of native and exotic fruits from Brazil. **Biosaúde**, v. 18, p. 82–96, 2016.

NIELSEN, S. S. **Food Analysis**. 4. ed. West Lafayette, IN, USA: Purdue University, 2010.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA). **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4ª. ed. rev. e ampl. Campinas, 2011. 161 p.

PEREIRA, R. J. **Composição Centesimal, Aspectos fitoquímicos, atividades antioxidantes, Hipoglicemiantes, e Anti-hiperlipidêmica dos Frutos do gênero Syzygium**. Dissertação de mestrado Universidade Federal de Lavras, 2011.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R. D. A.; MENEZES, M. E. D. S. A Química dos Alimentos : carboidratos , vitaminas e minerais. **Conversando sobre ciências em Alagoas**, p. 1–54, 2005.

PALLET, D. Perspectives de valorization des fruits amazoniens sus de l'extractivisme. Montpellier, France: **Actes du Colloque Syal**. Vol. 2. 115 p. Octobre. 2012.

PASSOS, L. . **Estudo da variação nos constituintes do óleo essencial de Calyptanthes restingae Sobral (Myrtaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe. 2009.

PAULL, R.; DUARTE, O. **Tropical Fruits**. 3. ed. Barbados: University of the West Indies, Barbados, 2012. v. 1

PEREIRA, M.A.; O'REILLY, E.; AUGUSTSSON, K. Fraser GE, Goldbourt U, Heitmann BL, et al. Dietary fiber and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of cohort studies. **Arch Intern Med**. Vol. 164(4): p. 180-22. 2004.

PEREIRA, R. J. **Composição Centesimal, Aspectos fitoquímicos, atividades antioxidantes, Hipoglicemiantes, e Anti-hiperlipidêmica dos Frutos do gênero Syzygium**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, 2011.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R. D. A.; MENEZES, M. E. D. S. A Química dos Alimentos : carboidratos , vitaminas e minerais. **Conversando sobre ciências em Alagoas**, p. 1–54, 2005.

PROSPERO, E. T. P. **Caracterização da Fruta do Jaracatia spinosa e processamento do doce de Jaracatiá em calda com a avaliação da estabilidade**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Piracicaba, 2010.

RAMOS, A. S. et al. Pedra-ume caá fruit: An Amazon cherry rich in phenolic compounds with antiglycant and antioxidant properties. **Food Research International**, v. 123, n. May, p. 674–683, 2019.

REIS, V. R. S. et al. **Potencial Nutricional das Espécies *Myrcia guianensis* e *Myrcia alagoensis* do estado da bahia**. Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos. Vol 2, 56-57 p. 2015.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos 2º ed. Instituto Mauá de Tecnologia**, 2003.

RIBEIRO, J. E. L. et al. **Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma floresta de Terra-firme na Amazônia Central**. Manaus, INPA. Ed. 1, p. 800. 1999.

RODRIGUES, S.; SILVA, EBENEZER DE O.; BRITO, E. S. **Exotic Fruits**. 1. ed. Academic Press, 2018.

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 Food Research and Technology**, v. 218, n. 4, p. 380–384, 2004.

RUFINO, M. DO S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.

RUFINO, M. D. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. Tese. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Agricultura Tropical. p. 237, 2008.

SACRAMENTO, CÉLIO K.; BARRETTO, W. DE S.; FARIA, J. C. Araçá boi : uma alternativa para agroindústria. **Bahia Agrícola**, v. 8, n. 2, p. 22–24, 2008.

SALINAS, R. D. **Alimentos e Nutrição: introdução à bromatologia**. Trad. Fátima Murad. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. 279 p.

SALINAS, R. D. Alimentos e Nutrição: introdução à bromatologia. Trad. Fátima Murad. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed,. 279 p. 2002.

SALES, D. S. et al. *Eugenia punicifolia* (Kunth) DC. as an adjuvant treatment for type-2 diabetes mellitus: A non-controlled, pilot study. **Phytotherapy Research**, v. 28, n. 12, p. 1816–1821, 2014.

SANTANA, P. J. A. DE. **Maturação , secagem e armazenamento de sementes de espécies de Eugenia (Myrtaceae)**. Secretaria de Meio Ambiente, 2007.

SARMENTO, F.; BERNAUD, R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. 2013.

SERAGLIO, S. K. T. et al. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chemistry**, v. 239, p. 649–656, 2017.

SHUKLA, S.; SHUKLA, A.; MEHBOOB, S.; GUHA, S. Meta-Analysis: The Effects of Gut Flora Modulation Using Prebiotics, Probiotics and Synbiotics on Minimal Hepatic Encephalopathy. **Alimentary Pharmacology and Therapeutics**, vol. 33, p. 662-671. 2011.

SMITH, D. **Custard Apples – Cultivation and Crop Protection. Information Series.** QI90031, Queensland Department of Primary Industry, Brisbane, Australia, ed. 2, p. 73–79. 1999.

SOBRAL, M. et al.. **Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015 Disponível em:<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB171>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

SOUZA, P. A. S. ANDRADE, D. S. C. COSTA, E. C. **Determinação de lípideos em alimentos vegetais.** Anais do Congresso de Iniciação científica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Vol. 23, p 45-46. 2012.

SOUZA, S.; SOUSA, S.; LOSS, R. A. Avaliação físico-química do fruto araçá- boi (*Eugenia stipitata* MacVaugh) cultivado na mesorregião do Sudoeste Mato-grossense. p. **Destaques Acadêmicos.** 157–169, 2018.

STEFANELLO, M. É. A.; PASCOAL, A. C. R. F.; SALVADOR, M. J. Essential oils from neotropical Myrtaceae: Chemical diversity and biological properties. **Chemistry and Biodiversity**, v. 8, n. 1, p. 73–94, 2011.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.** NEPA-UNICAMP – Versão II. 2. ed. Campinas: UNICAMP, NEPA, 2011.

TANGO, J. S.; CARVALHO, C. R. L.; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 17-23, abr., 2004.

TOBARUELA, E. D. C. **Avaliação do conteúdo de carboidratos de frutas cultivadas em diferentes regiões do Brasil** Avaliação do conteúdo de carboidratos de frutas cultivadas em diferentes regiões do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. P. 46, 2016.

TOGNON, A. L. **Quantificação e avaliação da bioacessibilidade in vitro de micro e macroelementos em frutas , hortaliças e cereais in vitro de micro e macroelementos em frutas , hortaliças e cereais.** Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado, 2012.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).** São Paulo. Base de dados Food Research Center (FoRC). Versão 6.0. 2017.

VALLILO, M. I. et al. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.

VAN SOEST PJ. **Fiber analysis tables**. Am J. Clin Nutr. Clorado. p. 234. 1994.

VIZZOTTO, M. Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 27 p. 2008.

TOGNON, A. L. **Quantificação e avaliação da bioacessibilidade in vitro de micro e macroelementos em frutas , hortaliças e cereais in vitro de micro e macroelementos em frutas , hortaliças e cereais**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. P. 103. 2012.

THOMAS, R. **Practical Guide to ICP-MS**. 3. ed. New York: New York Basel, 2013.

TOBERGTE, D. R.; CURTIS, S. **The chemistry of food**. v. 53, 109-112p. 2013.

WALSTRA, P. et al. Dairy Technology; **Principles of Milk Properties and Processes**, p. 471-483. Marcel Dekker, New York. 2007.

WAYNNY, R. et al. Composição centesimal de diferentes espécies de myrtaceae. **Anais do congresso de bioquímica da universidade estadual de campinas**, v. 22, p. 72, 2010.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. 3. ed. New York: Wiley-VCH, 2005.

WHO. Food energy – methods of analysis aWHO/FAO. (2002). Food energy – methods of analysis and conversion. Fao Food and Nutrition Paper, 93. <http://doi.org/ISSN 0254-4725nd> conversion. **Fao Food and Nutrition Paper**, p. 93, 2002.

WU, S. B.; LONG, C.; KENNELLY, E. J. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 148–159, 2013.

WU, H. et al. Dietary fiber and progression of atherosclerosis: the Los Angeles Atherosclerosis Study. **Am J Clin Nutr**. Vol. 78(6): p. 86-91. 2003.

YAMAGUCHI, K. K. D. L. et al. **Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review**. **Food Chemistry**. v. 179, p. 116-123, 2015.

APÊNDICE A – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS FRAÇÕES DOS FRUTOS DE MYRTACEAE NOS ESTÁGIOS MADURO E IMATURO

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL (g.100g ⁻¹)										
ESPÉCIE	ESTÁGIO	FRAÇÃO	UMIDADE	CINZAS	PROTEÍNA	LIPÍDIO	FIBRAS	CARB T.	CARB. D	CALORIA
<i>Eugenia stipitata</i>	maduro	casca	72,91±0,1 ^{aa}	1,59±0,1 ^{aa}	1,16±0,3 ^{aa}	1,28±0,4 ^{aa}	3,47±0,4 ^{aa}	23,06±0,1 ^{aa}	19,59±1,7 ^{aa}	108,42±1,2 ^{ab}
		polpa	82,33±0,3 ^{ba}	0,36±0,1 ^{ba}	2,70±0,2 ^{ba}	4,67±0,2 ^{ba}	7,76±0,5 ^{ba}	9,94±0,7 ^{ba}	2,19±0,8 ^{ba}	92,561±1,8 ^{ab}
		semente	42,01±0,2 ^{ca}	0,61±0,1 ^{ca}	1,55±0,1 ^{ca}	0,69±0,3 ^{ca}	2,30±0,2 ^{ca}	55,14±0,5 ^{ca}	52,85±0,8 ^{ca}	232,98±1,9 ^{ab}
	imaturo	casca	65,60±0,2 ^{ab}	0,89±0,2 ^{aa}	1,03±0,1 ^{ab}	0,37±0,2 ^{ab}	1,69±0,4 ^{ab}	32,11±0,5 ^{ab}	30,42±0,7 ^{ab}	135,87±2,1 ^{ab}
		polpa	82,72±0,2 ^{bb}	0,86±0,1 ^{bb}	2,04±0,1 ^{bb}	1,61±0,3 ^{ba}	8,30±0,5 ^{bb}	12,77±0,7 ^{bb}	4,47±0,1 ^{bb}	73,750±0,9 ^{ab}
		semente	65,07±0,1 ^{cb}	0,18±0,1 ^{cb}	1,53±0,1 ^{ab}	0,18±0,1 ^{ab}	1,53±0,1 ^{ab}	33,04±0,0 ^{ab}	31,51±1,0 ^{cb}	139,87±2,1 ^{ab}
<i>Eugenia uniflora</i>	maduro	polpa	83,56±0,3 ^{aa}	0,56±0,1 ^{aa}	1,37±0,2 ^{aa}	0,28±0,4 ^{aa}	11,00±0,3 ^{aa}	14,24±0,5 ^{aa}	3,23±2,0 ^{aa}	64,923±2,4 ^{ab}
		semente	51,95±0,5 ^{ba}	0,83±0,1 ^{ba}	2,38±0,1 ^{aa}	0,46±0,2 ^{ba}	2,97±0,5 ^{ba}	44,39±0,5 ^{ba}	41,42±2,8 ^{ba}	191,20±1,8 ^{ab}
	imaturo	polpa	52,21±0,3 ^{ab}	0,19±0,1 ^{ab}	0,98±0,1 ^{aa}	0,68±0,2 ^{ab}	5,52±0,3 ^{ab}	13,11±0,4 ^{ab}	7,59±0,7 ^{aa}	62,415±1,9 ^{ab}
<i>Myrcia egensis</i>	maduro	semente	85,05±0,1 ^{bb}	0,10±0,2 ^{bb}	1,81±0,1 ^{aa}	0,57±0,1 ^{bb}	1,52±0,4 ^{bb}	45,31±0,5 ^{bb}	43,79±1,4 ^{ba}	193,64±2,3 ^{ab}
		polpa	38,41±0,4 ^{aa}	2,08±0,0 ^{aa}	2,40±0,0 ^{aa}	0,40±0,1 ^{aa}	3,41±0,4 ^{aa}	56,73±0,3 ^{aa}	53,32±1,8 ^{aa}	240,05±2,2 ^{ab}
	imaturo	semente	20,83±0,1 ^{ba}	0,89±0,1 ^{ba}	1,22±0,1 ^{ba}	0,93±0,2 ^{ba}	11,47±0,4 ^{ba}	76,13±0,1 ^{ba}	64,66±0,7 ^{ba}	317,76±2,1 ^{ab}
		polpa	23,05±0,2 ^{ab}	2,66±0,0 ^{ab}	1,96±0,1 ^{aa}	0,48±0,4 ^{ab}	26,20±0,1 ^{ab}	71,86±0,4 ^{ab}	45,66±0,7 ^{ab}	299,54±2,7 ^{ab}
	maduro	semente	20,34±0,2 ^{ba}	1,03±0,0 ^{ba}	1,07±0,1 ^{ba}	1,07±0,4 ^{bb}	7,33±0,3 ^{ba}	76,49±0,6 ^{bb}	69,17±0,4 ^{ba}	319,87±2,0 ^{ab}
		polpa	82,33±0,3 ^{aa}	2,82±0,1 ^{aa}	2,70±0,3 ^{aa}	2,80±0,2 ^{aa}	6,35±0,5 ^{aa}	37,39±0,2 ^{aa}	32,36±6,2 ^{aa}	175,98±1,8 ^{ab}
<i>Myrcia fallax</i>	maduro	semente	42,01±0,2 ^{ba}	0,87±0,1 ^{ba}	1,55±0,2 ^{aa}	2,35±0,2 ^{ba}	3,23±0,2 ^{ba}	54,44±0,1 ^{ba}	53,10±1,1 ^{ba}	235,14±1,0 ^{ab}
		polpa	56,73±0,1 ^{ab}	3,45±0,1 ^{ab}	1,43±0,1 ^{ab}	1,98±0,3 ^{aa}	6,07±0,3 ^{ab}	36,41±0,2 ^{ab}	30,34±1,2 ^{aa}	169,17±2,4 ^{ab}
	imaturo	semente	42,87±0,1 ^{bb}	0,79±0,2 ^{ab}	1,07±0,1 ^{aa}	2,02±0,3 ^{bb}	2,37±0,3 ^{bb}	53,17±0,4 ^{bb}	50,79±1,1 ^{ba}	235,14±2,6 ^{ab}
<i>Syzygium cumini</i>	maduro	polpa	34,85±0,3 ^{aa}	2,01±0,1 ^{aa}	1,42±0,0 ^{aa}	2,69±1,0 ^{aa}	5,73±0,3 ^{aa}	59,03±1,3 ^{aa}	53,30±0,8 ^{aa}	265,97±1,8 ^{ab}
		semente	34,42±0,2 ^{ba}	1,11±0,1 ^{ba}	0,89±0,0 ^{ba}	1,07±0,2 ^{ba}	2,92±0,1 ^{ba}	62,51±0,3 ^{ba}	59,58±0,6 ^{ba}	263,23±2,7 ^{ab}
	imaturo	polpa	60,84±0,2 ^{ab}	2,88±0,1 ^{ab}	0,95±0,1 ^{ab}	0,70±0,6 ^{aa}	4,63±0,1 ^{ab}	34,64±0,7 ^{ab}	30,01±1,5 ^{ab}	148,60±3,5 ^{ab}
		semente	45,79±0,1 ^{bb}	1,18±0,0 ^{aa}	0,85±0,0 ^{ab}	0,71±0,0 ^{ba}	2,46±0,2 ^{bb}	51,47±0,2 ^{bb}	49,01±0,5 ^{bb}	215,65±2,2 ^{ab}

Médias com letras iguais na mesma coluna para cada espécie não apresentam diferença estatisticamente significativas entre as frações e estágio de maturação pelo teste de Tukey (p-valor <0,05).

APÊNDICE B – COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FRAÇÕES DOS FRUTOS DE MYRTACEAE NOS ESTÁGIOS MADURO E IMATURO

CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS (mg.100g ⁻¹)												
ESPÉCIE	ESTÁGIO	FRAÇÃO	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	Al	Mn
<i>Eugenia stipitata</i>	maduro	casca	1,22±1,0 ^{aa}	69,8±0,1 ^{ba}	70,6±2,3 ^{ba}	14,7±1,2 ^{ba}	37,4±2,5 ^{aa}	0,6±0,1 ^{ab}	1,0±0,3 ^{aa}	0,6±0,2 ^{ba}	13,1±0,6 ^{aa}	0,6±0,4 ^{ba}
		polpa	18,9±0,9 ^{ba}	38,5±1,3 ^{aa}	18,6±0,6 ^{ba}	7,92±0,7 ^{aa}	9,3±0,2 ^{ab}	0,7±0,0 ^{aa}	0,5±0,0 ^{ba}	0,1±0,0 ^{aa}	1,8±0,0 ^{ba}	2,4±0,1 ^{aa}
		semente	2,21±0,4 ^{ba}	99,6±1,4 ^{ba}	63,1±0,4 ^{aa}	22,0±0,2 ^{aa}	63,8±0,7 ^{ab}	1,4±0,1 ^{aa}	1,3±0,1 ^{aa}	0,9±0,0 ^{aa}	3,2±0,1 ^{ba}	0,8±0,1 ^{aa}
	imaturo	casca	2,40±0,9 ^{aa}	92,2±0,9 ^{aa}	105,6±1,0 ^{aa}	16,6±0,1 ^{ba}	41,9±0,3 ^{aa}	0,6±0,1 ^{aa}	0,8±0,2 ^{ba}	0,6±0,0 ^{aa}	1,4±0,0 ^{aa}	0,4±0,1 ^{ba}
		polpa	2,62±1,2 ^{ba}	286,4±1,2 ^{ba}	190,5±2,3 ^{ba}	61,7±0,7 ^{aa}	154,1±0,9 ^{ab}	1,7±0,2 ^{ab}	4,2±0,5 ^{ba}	0,2±0,0 ^{ba}	34,8±0,0 ^{ba}	0,5±0,0 ^{aa}
		semente	1,64±0,9 ^{aa}	79,3±2,3 ^{aa}	46,1±0,9 ^{aa}	14,4±0,3 ^{aa}	48,9±0,4 ^{ab}	0,3±0,1 ^{aa}	0,8±0,3 ^{aa}	0,7±0,0 ^{aa}	3,3±0,1 ^{ba}	1,9±0,1 ^{aa}
<i>Eugenia uniflora</i>	maduro	polpa	5,41±1,3 ^{ba}	310,4±1,0 ^{ba}	89,8±0,3 ^{ba}	104,0±0,8 ^{ba}	109,6±0,2 ^{ab}	1,9±0,0 ^{aa}	1,2±0,0 ^{ba}	0,4±0,0 ^{ba}	1,5±0,1 ^{ba}	0,4±0,1 ^{ba}
		semente	3,02±0,8 ^{aa}	87,3±0,8 ^{aa}	20,3±0,4 ^{ba}	22,2±0,4 ^{aa}	31,7±0,1 ^{aa}	0,5±0,0 ^{ab}	0,3±0,0 ^{ba}	0,3±0,0 ^{aa}	0,4±0,0 ^{ba}	0,3±0,1 ^{aa}
	imaturo	polpa	7,84±1,0 ^{aa}	328,3±1,2 ^{aa}	122,4±1,2 ^{ba}	115,4±0,3 ^{ba}	99,9±0,5 ^{ab}	2,4±0,1 ^{aa}	1,4±0,2 ^{aa}	0,4±0,0 ^{aa}	1,6±0,0 ^{aa}	0,5±0,0 ^{aa}
<i>Myrcia egensis</i>	maduro	polpa	3,35±0,4 ^{ba}	130,1±2,5 ^{ba}	33,9±0,6 ^{aa}	37,5±0,5	50,4±0,4 ^{ab}	0,8±0,2 ^{aa}	0,5±0,1 ^{ba}	0,7±0,1 ^{aa}	0,5±0,0 ^{ba}	0,5±0,0 ^{aa}
		Semente	3,38±0,9 ^{aa}	223,5±1,3 ^{aa}	112,8±0,9 ^{aa}	54,7±0,9 ^{aa}	51,8±0,6 ^{aa}	2,7±0,3 ^{aa}	1,2±0,2 ^{aa}	0,8±0,0 ^{aa}	31,2±0,1 ^{aa}	0,2±0,0 ^{aa}
	imaturo	polpa	3,16±0,2 ^{ba}	158,5±0,9 ^{ba}	76,4±0,4 ^{ba}	60,7±0,1 ^{ba}	66,6±0,8 ^{ba}	1,0±0,0 ^{ba}	2,5±0,1 ^{ba}	0,8±0,0 ^{aa}	18,6±0,1 ^{ba}	1,3±0,0 ^{ba}
<i>Myrcia fallax</i>	imaturo	polpa	4,25±0,9 ^{ab}	275,3±0,8 ^{ab}	279,9±2,1 ^{ab}	83,1±0,4 ^{ab}	80,4±0,7 ^{ab}	4,8±0,1 ^{ab}	1,2±0,3 ^{aa}	0,4±0,0 ^{ab}	41,5±0,2 ^{ab}	0,6±0,0 ^{ab}
		semente	2,13±0,6 ^{bb}	172,6±1,4 ^{bb}	100,8±0,9 ^{bb}	70,6±0,7 ^{bb}	81,1±1,0 ^{ab}	2,0±0,0 ^{bb}	1,1±0,0 ^{bb}	0,5±0,0 ^{bb}	20,1±0,1 ^{bb}	0,4±0,0 ^{bb}
	maduro	polpa	1,02±0,7 ^{aa}	238,5±1,5 ^{aa}	440,7±2,3 ^{aa}	198,0±1,4 ^{aa}	76,0±0,5 ^{ab}	4,2±0,2 ^{aa}	5,2±0,1 ^{ba}	0,5±0,0 ^{aa}	20,4±0,2 ^{ba}	6,8±0,0 ^{aa}
<i>Syzygium cumini</i>	maduro	semente	19,5±1,4 ^{ba}	79,6±1,4 ^{ba}	70,2±0,9 ^{aa}	32,4±0,6 ^{ba}	31,0±0,4 ^{aa}	0,3±0,0 ^{aa}	2,4±0,2 ^{ba}	1,0±0,1 ^{aa}	1,4±0,0 ^{aa}	2,5±0,0 ^{ba}
		polpa	1,02±0,6 ^{aa}	239,9±2,6 ^{aa}	444,4±2,6 ^{ba}	200,2±0,4 ^{aa}	76,5±0,6 ^{ab}	4,2±0,1 ^{ab}	5,3±0,1 ^{aa}	0,5±0,0 ^{ba}	20,6±0,1 ^{ba}	6,9±0,0 ^{aa}
	imaturo	semente	19,2±1,2 ^{ba}	79,0±0,9 ^{ba}	63,5±0,6 ^{aa}	32,0±0,8 ^{aa}	30,6±0,32 ^{ab}	0,3±0,0 ^{aa}	2,4±0,0 ^{ba}	1,0±0,1 ^{aa}	1,3±0,0 ^{ba}	2,5±0,0 ^{aa}
<i>Syzygium cumini</i>	maduro	polpa	1,92±0,6 ^{ba}	191,1±1,2 ^{aa}	119,7±0,8 ^{ba}	57,0±0,9 ^{ba}	56,8±0,5 ^{aa}	3,5±0,1 ^{ab}	1,8±0,2 ^{ba}	0,9±0,0 ^{aa}	5,6±0,0 ^{aa}	1,1±0,0 ^{ba}
		semente	1,36±0,8 ^{ba}	184,8±1,0 ^{ba}	21,3±0,7 ^{aa}	74,9±0,6 ^{aa}	43,8±0,6 ^{ab}	0,3±0,0 ^{aa}	0,4±0,1 ^{aa}	1,1±0,0 ^{ba}	0,3±0,0 ^{ba}	3,1±0,0 ^{aa}
	imaturo	polpa	1,54±0,2 ^{ba}	184,6±1,4 ^{ba}	92,1±0,9 ^{ba}	68,9±0,9 ^{aa}	48,6±0,7 ^{ab}	0,8±0,0 ^{aa}	1,0±0,0 ^{ba}	0,8±0,0 ^{aa}	1,6±0,0 ^{ba}	21,1±0,0 ^{aa}
		semente	1,46±0,3 ^{ba}	179,8±2,1 ^{ba}	29,8±0,7 ^{aa}	50,8±0,4 ^{ba}	42,0±1,0 ^{ab}	0,4±0,0 ^{ab}	0,4±0,0 ^{ba}	0,9±0,0 ^{aa}	0,2±0,0 ^{ba}	3,5±0,0 ^{ba}

Médias com letras iguais na mesma coluna para cada espécie não apresentam diferença estatisticamente significativas entre as frações e estágio de maturação pelo teste de Tukey (p-valor <0,05).

APÊNDICE C – COMPOSIÇÃO MINERAL DAS FRAÇÕES DOS FRUTOS DE MYRTACEAE NOS ESTÁGIOS MADURO E IMATURO

CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$)										
ESPÉCIE	ESTÁGIO	FRAÇÃO	Se	Cd	Co	Cr	Mo	Ni	Ba	Bi
<i>Eugenia stipitata</i>	maduro	casca	0,65±0,0 ^{aa}	0,003±0,0 ^{aa}	<LQ	0,03±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ	0,06±0,0 ^{aa}
		polpa	0,02±0,0 ^{aa}	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ	0,05±0,0 ^{aa}	0,03±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ
		semente	0,66±0,0 ^{aa}	0,000±0,0 ^{aa}	<LQ	0,14±0,0 ^{aa}	0,02±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ
	imaturo	casca	0,71±0,0 ^{ba}	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ	0,05±0,0 ^{aa}	0,02±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ
		polpa	2,81±0,0 ^{aa}	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ	0,08±0,0 ^{aa}	0,01±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,13±0,0 ^{aa}
		semente	0,35±0,0 ^{aa}	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ	0,02±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<i>Eugenia uniflora</i>	maduro	polpa	2,66±0,0 ^{ab}	0,002±0,0 ^{aa}	<LQ	0,30±0,0 ^{aa}	0,02±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,02±0,0 ^{aa}
		semente	0,27±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,23±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	imaturo	polpa	3,19±0,0 ^{aa}	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ	0,52±0,0 ^{aa}	0,01±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,10±0,0 ^{aa}
		semente	0,79±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,24±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<i>Myrcia egensis</i>	maduro	polpa	2,10±0,0 ^{ab}	0,007±0,0 ^{aa}	<LQ	0,03±0,0 ^{aa}	0,03±0,0 ^{aa}	0,03±0,0 ^{aa}	0,002±0,0	0,14±0,0 ^{aa}
		Semente	1,72±0,0 ^{aa}	0,002±0,0 ^{aa}	0,00±0,1 ^{aa}	0,02±0,0 ^{aa}	0,06±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ
	imaturo	polpa	3,61±0,0 ^{aa}	0,003±0,0 ^{aa}	<LQ	0,05±0,0 ^{aa}	0,02±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,11±0,0 ^{aa}
		semente	2,25±0,0 ^{ab}	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ	0,03±0,0 ^{aa}	0,04±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,02±0,0 ^{aa}
<i>Myrcia fallax</i>	maduro	polpa	6,11±0,0 ^{ab}	0,001±0,0 ^{aa}	0,00±0,2 ^{aa}	0,06±0,0 ^{aa}	0,76±0,0 ^{aa}	0,12±0,0 ^{aa}	0,002±0,0	0,10±0,0 ^{aa}
		semente	1,14±0,0 ^{aa}	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ	0,02±0,0 ^{aa}	0,59±0,0 ^{aa}	<LQ	0,004±0,0	0,02±0,0 ^{aa}
	imaturo	polpa	6,16±0,0 ^{ab}	0,005±0,0 ^{aa}	0,00±0,1 ^{aa}	0,06±0,0 ^{aa}	0,76±0,0 ^{aa}	0,12±0,0 ^{aa}	<LQ	0,18±0,0 ^{aa}
		semente	1,03±0,0 ^{aa}	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ	0,02±0,0 ^{aa}	0,58±0,0 ^{aa}	<LQ	0,001±0,0 ^{aa}	<LQ
<i>Syzygium cumini</i>	maduro	polpa	1,94±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,24±0,0 ^{aa}	0,03±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,04±0,0 ^{aa}
		semente	1,24±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,04±0,0 ^{aa}	0,06±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ
	imaturo	polpa	2,03±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,05±0,0 ^{aa}	0,15±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,01±0,0 ^{aa}
		semente	0,86±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	0,04±0,0 ^{aa}	0,08±0,0 ^{aa}	<LQ	<LQ	<LQ

Médias com letras iguais na mesma coluna para cada espécie não apresentam diferença estatisticamente significativas entre as frações e estágio de maturação pelo teste de Tukey (p-valor <0,05).

**APÊNDICE C - DADOS DAS CURVAS ANALÍTICAS OBTIDOS NA
CALIBRAÇÃO DA ANÁLISE DE MINERAIS.**

Mineral	R²	Equação	LD (µg.L⁻¹)	LQ (µg.L⁻¹)
Na	0,9988	$y = 31,45x - 2,7632$	2,32	8,23
K	0,9990	$y = 0,375x - 38,937$	12,3	22,4
Ca	0,9993	$y = 3,956x + 25,104$	5,87	19,5
Mg	0,9998	$y = 1,271x + 92,965$	2,2	6,9
P	0,9993	$y = 0,365x + 136,72$	4,6	8,5
Fe	0,9989	$y = 3,699x + 25,104$	1,38	4,1
Zn	0,9967	$y = 5,829x - 63,043$	1,85	6,1
Al	0,9993	$y = 2,661x - 8,1644$	1,85	6,18
Cu	0,9992	$y = 2,519x - 15,598$	0,82	4,3
Mn	0,9998	$y = 32,84x + 520,25$	0,02	0,12
Se	0,9981	$y = 0,156x + 115,93$	0,08	0,82
Cd	0,9996	$y = 2,804x + 0,1347$	0,002	0,01
Cr	0,9981	$y = 2,624x - 5,1652$	0,004	0,02
Co	0,9994	$y = 5,732x - 2,3996$	0,001	0,009
Mo	0,9997	$y = 1,561x + 1,2611$	0,003	0,02
Ni	0,9998	$y = 0,158x + 115,93$	0,0003	0,009
Bi	0,9988	$y = 0,103x + 74,052$	0,0002	0,006
Ba	0,9998	$y = 4,7323 + 6,6341$	0,0001	0,0008