

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE NATUREZA E CULTURA – INC
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS: BIOLOGIA E QUÍMICA

EVANDRÍCIA DOS SANTOS MAIA

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS DOS CAROÇOS DE
AÇAÍ (*Euterpe precatoria*), GUARANÁ (*Paulinia cupana*) e TUCUMÃ (*Astrocaryum*
aculeatum) NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.

Benjamin Constant – AM
2020

EVANDRÍCIA DOS SANTOS MAIA

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS DOS CAROÇOS DE
AÇAÍ (*Euterpe precatoria*), GUARANÁ (*Paulinia cupana*) e TUCUMÃ (*Astrocaryum
aculeatum*) NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências: Biologia e Química da Universidade Federal do Amazonas – UFAM do Instituto de Natureza e Cultura – INC, como requisito para obtenção de nota na disciplina de Orientação ao TCC.

Orientador(a): Dr.^a LISANDRA VIEIRA ROSAS

Benjamin Constant – AM
2020

Ficha Catalográfica

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

Maia, Evandrcia dos Santos
M217c Composio Quimica e benefcios nutricionais dos
caros de aai (Euterpe precat6ria), guaran6
(Paulinia cupana) e tucum6 (Astrocaryum aculeatum)
na alimentao animal. / Evandrcia dos Santos Maia.
2020
50 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Lisandra Vieira Rosas
TCC de Graduao (Licenciatura Plena em Cincias
- Biologia e Quimica) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Compostos quimicos. 2. Frutos amaz6nicos. 3.
Residuos. 4. Indicaes naturais. I. Rosas, Lisandra
Vieira. II. Universidade Federal do Amazonas III.
Ttulo

DEDICATÓRIA

Quero dedicar este trabalho ao meu marido Jânderson Rocha Garcez, meu filho Jordan Maia Garcez, aos meus pais Edmilson e Angelita Lima, meus irmãos, meu avô Francisco Martins dos Santos e aos meus sogros Jasson e Meire Margareth e família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela trajetória e desafios de vida; a minha cunhada Lilyanne Rocha Garcez pelo apoio nas análises dos dados; a professora Dr.^a Lisandra Rosas Vieras pela orientação, conselhos e carinho nos momentos precisos; a professora Ma. Vandrezza Santos pela coorientação, professora Ma. Alcinei Lopes e professora Virgínia Mansanares Giacon coordenadora do Laboratório de Materiais Amazônicos e Compósitos (LabMAC) na Faculdade de Tecnologia (UFAM) juntamente com técnico Diogo Milome Monteiro pelo apoio. Também aos amigos do curso de Biologia e Química Weique Andrade, Geruzeth Arcanjo, Eliana Rengifo, Nádia Guedes, José Araújo, Vanderleia Tapudima e Jucelanea Govea.

RESUMO

A região amazônica se caracteriza pela disponibilidade de frutos com potencial econômico e nutricional. Este trabalho teve como objetivo analisar a composição química de três frutos da região amazônica: o açaí (*Euterpe precatória* Mart.), o guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) e o tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer) e verificar sua importância para nutrição animal. As amostras foram processadas no Laboratório de Materiais da Amazônia e Compósitos, na Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, Campus Manaus. Foram realizadas análises de umidade, teor de cinzas, Termogravimetria e FRX (Fluorescência de Raio X) dos caroços do açaí, casquilhos do guaraná, caroço inteiro do tucumã, o endocarpo do caroço do tucumã e a amêndoa do caroço do tucumã. Os teores de umidade encontrados foram 9,65%, 9,09%, 7,9%, 9,34% e 6,38% e os teores de cinza foram 22,24%, 25,80%, 20,96%, 27,46% e 10,02% para caroço de açaí, casquilho de guaraná, caroço de tucumã, endocarpo tucumã e amêndoa de tucumã respectivamente. Portanto esses resíduos são ricos em minerais. Os principais elementos encontrados nos caroços de açaí foram K e Ca, no de casquilho de guaraná foram Ca e Si, nos caroços de tucumã foram K e Ca, no endocarpo de tucumã foram K e Ca e nas amêndoas de tucumã foram K e Ca. Os compostos com maior teor para os caroços de açaí foram SiO_2 e K_2O , para casquilho de guaraná foram SO_3 e CaO , para caroço de tucumã foram SiO_2 e K_2O , para endocarpo de tucumã foram SiO_2 , CaO e P_2O_5 e para as amêndoas de tucumã foram SO_3 e K_2O . O conhecimento dos elementos químicos e óxidos na composição dos resíduos são de grande importância para nutrição animal, possibilitando o manejo sustentável desses frutos na natureza, bem como indicadores nutricionais como potássio, cálcio, silício, ferro e fósforo para formulação de ração animal. Os elementos químicos presentes no açaí, guaraná e tucumã possuem minerais e nutrientes que são importantes para nutrição de aves, suínos, ruminantes e peixes.

Palavras-chave: Compostos químicos, frutos amazônicos, resíduos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: A - Açaí (<i>Euterpe precatoria</i>), B - Guaraná (<i>Paulinia cupana</i>) e C-Tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i>).....	18
Figura 02: Amostras armazenadas após coleta e limpeza. (A) os caroços do açaí, (B) os casquilhos do guaraná, (C1) caroço do Tucumã. (C2) o endocarpo do caroço de tucumã, (C3) a amêndoa do caroço de tucumã.....	20
Figura 03: Amostras sendo inseridas no moinho de facas, da esquerda pra direita, os caroços do açaí, os casquilhos do guaraná, o endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã.....	20
Figura 04: Amostras trituradas no moinho.....	20
Figura 05: Aparelho analisador de umidade com as amostras do caroço do açaí, endocarpo do tucumã e amêndoa do tucumã.....	20
Figura 06: As amostras do caroço do açaí, casquilho do guaraná, caroço e amêndoa do tucumã.....	21
Figura 07: Equipamentos utilizados para as análises de: (A) FRX e (B) Termogravimetria.....	22
Figura 08: Resultados de teor de umidade e cinzas.....	24
Figura 09: Análise termogravimétrica do caroço do açaí.....	37
Figura 10: Análise termogravimétrica do casquilho do guaraná.....	38
Figura 11: Análise termogravimétrica do caroço do tucumã (C1).....	39
Figura 12: Análise termogravimétrica da fibra que reveste a amêndoa (C2).....	40
Figura 13: Análise termogravimétrica da amêndoa de dentro do caroço (C3).....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Teor de umidade e teor de cinzas dos caroços de açaí (<i>euterpe precatória</i>) amostra (A), guaraná (<i>paulinia cupana</i>) amostra (B), amostra (C1) caroço de tucumã (<i>astrocaryum aculeatum</i>), (C2) o endocarpo do caroço de tucumã, C3 e a amêndoa do caroço de tucumã.....	23
Tabela 02: Elementos químicos (OXIDOS Fluorescência de Raio X) nos resíduos de açaí (<i>E. precatória</i>), guaraná (<i>P.cupana</i>) e tucumã (<i>A. aculeatum</i>).....	27
Tabela 03: Compostos químicos (OXIDOS Fluorescência de Raio X) nos resíduos de açaí (<i>E. precatória</i>), guaraná (<i>P.cupana</i>) e tucumã (<i>A. aculeatum</i>).....	28

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. OBJETIVO GERAL	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3.1. Açáí (<i>Euterpe precatória</i> Mart.).....	12
3.2. Guaraná (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i>)	14
3.3 Tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i> G. Meyer).....	15
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
4.1. Preparação dos resíduos para a caracterização química.	18
4.1.1. Coleta, limpeza e acondicionamento das amostras.	18
4.2. Análise dos dados	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1. Análise de teor de umidade e de cinzas dos resíduos de açáí (<i>E. precatória</i>), guaraná (<i>P. cupana</i>) e tucumã (<i>A. aculeatum</i>).	23
5.2. FRX (Fluorescência de Raio X) nos resíduos de açáí (<i>Euterpe precatória</i>), guaraná (<i>Paullinia cupana</i>) e tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i>).....	25
5.3. Análise de Termogravimetria em resíduos de açáí (<i>Euterpe precatória</i>), guaraná (<i>Paulinia cupana</i>) e tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i>).....	36
CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS:.....	45

INTRODUÇÃO

A região amazônica concentra 44% das 500 espécies de frutas nativas do país, possuindo cerca de 200 frutos comestíveis na região, mas ainda são poucas as domesticadas, vindo à maioria do extrativismo (EMBRAPA, 2016).

A cada dia aumenta o interesse por frutos amazônicos no mercado nacional e internacional, porém, pouco se sabe sobre a real composição dos teores de minerais nos alimentos da Amazônia (SANTOS, 2010).

Os avanços tecnológicos alteram os padrões de oferta das frutas nativas, gerando renda a ribeirinhos e incentivando o cultivo, como exemplo a produção do açaí (*Euterpe precatória* Mart.), do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbillis*) e do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer).

Nos últimos anos vem aumentando o número de agroindústrias na região amazônica desses frutos e após o beneficiamento e despulpamento, os caroços são desprezados nas lixeiras públicas e em outros locais de despejo, podendo assim causar um acúmulo de matéria orgânica aparentemente sem utilidade (EMBRAPA, 2016). A maioria dos resíduos que saem dos pequenos produtores e agroindústrias possui valor econômico que ainda não são explorados, podendo ser utilizado na nutrição animal, pois possui potencial como ingredientes de elevado valor nutricional a ser inserida em rações, podendo baixar o custo de produção.

Segundo Miranda *et al.* (2001), é muito importante estudar resíduos de alimentos uma vez que tem valor econômico, ecológico, ornamental e nutricional para plantas e animais, mas para que se possa aproveitar as vantagens econômicas é necessário ampliar os estudos básicos e aplicados para a produção e comercialização de novos recursos tecnológico e inovadores.

O estudo químico dos resíduos desses três frutos da região amazônica é escasso e pouco se sabe sobre os elementos químicos e quais minerais dispõem em sua composição. O açaí (*E. precatória*), o guaraná (*P. cupana*) e o tucumã (*A. aculeatum*) podem mostrar as diversas potencialidades econômicas, nutricionais e ecológicas de restauração do ambiente em que vivemos em prol da sustentabilidade regional. Além de sais e minerais, são fontes de compostos orgânicos como: proteínas, vitaminas, lipídios etc., e inorgânico como: cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, ferro etc. (MIRANDA *et al.* 2001).

Esses minerais são substâncias inorgânicas presentes nos tecidos corporais em pequenas quantidades. Para os animais eles podem ser essenciais tanto no metabolismo quanto na nutrição. Kieling (2017) afirma que destinar uma aplicação rentável para esses resíduos na agropecuária é contribuir para a preservação do ambiente e gerar renda para produtores de animais.

O presente trabalho tem como escopo analisar a composição química dos resíduos, do açaí (*Euterpe precatoria*), guaraná (*Paulinia cupana*) e tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) que são descartados no ambiente sem nenhuma orientação ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a composição química dos resíduos, do açaí (*Euterpe precatoria*), guaraná (*Paulinia cupana*) e tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar os compostos químicos presentes em resíduos de açaí (*Euterpe precatoria*), guaraná (*Paulinia cupana*) e tucumã (*Astrocaryum aculeatum*);
- ✓ Averiguar os benefícios nutricionais desses resíduos para alimentação animal.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Açaí (*Euterpe precatoria* Mart.)

A *Euterpe precatoria* é uma palmeira monocaule que atinge, em média, 15 a 35 m de altura e 10 a 20 cm de diâmetro. A partir do terceiro ano após o plantio, produz praticamente o ano todo (pico no período de dezembro a maio). Cada planta emite dois a oito cachos/ano, que necessitam de aproximadamente seis meses para atingir a fase de colheita, rendendo até 24 kg de frutos maduros (SOUZA et al., 1996 e LORENZI et al., 1996).

O principal elemento extraído do fruto é o chamado vinho-de-açaí (suco), feito com a polpa e a casca dos frutos maduros. A polpa é também consumida na forma de creme, licor, geleia, mingau, sorvete, picolé e doces. O estipe é lenhoso, sólido, sendo utilizado em edificações. As folhas são usadas para cobertura de barracas provisórias e fechamento de paredes; quando verde, podem ser usadas na alimentação animal. A palmeira é usada em ornamentação. Também é extraído um palmito de boa qualidade (SOUZA et al., 1996 e LORENZI et al., 1996).

O açaí é uma das frutas de maior valor sócio-econômico-cultural para a população da região amazônica. O seu fruto é arredondado de 1 a 2 cm de diâmetro e um peso médio de 0,8 a 2,3g, seu epicarpo é de cor violácea-púrpura quase negra e muito fina, tem apenas 1 a 2 mm de espessura. O epicarpo e o mesocarpo constituem a parte comestível do fruto (TEIXEIRA et al., 2006).

O caroço do açaí constitui cerca de 83% do fruto é formado por um pequeno endosperma sólido ligado a um tingimento que na maturidade é rico em material orgânico, carbono, celulose, hemicelulose, cristais de insulina e em lipídios. Um epicarpo fibroso, rico em sílica e um endocarpo pouco lenhoso (EMBRAPA, 2007).

Estudos voltados à reciclagem de resíduos sólidos (RS) da agroindústria e resíduos sólidos urbanos (RSU) partem do princípio de não haver destinação ou viabilidade econômica para sua revalorização, entretanto estes resíduos, quando submetidos a beneficiamento, acabam se tornando atraentes a mercados secundários (PAULA, 2010; SOBOTKA e CZAJA, 2015).

Em geral, resíduos orgânicos passam por processos de compostagem e posterior transformação em adubo, no caso do adubo a base de caroço de açaí, configurando um ciclo reverso fechado (QUEMEL et al., 2014).

Algumas inovações têm sido acrescentadas como alternativas sustentáveis, formando ciclos reversos abertos, casos do biocombustível a base de semente de pequi (GUIMARÃES, 2015) e de sementes (maracujá, graviola e goiaba) no tratamento da água (REIS et al., 2014). As práticas de logística de reserva (LR) identificadas na literatura, de forma geral, incluem etapas de coleta, processamento (triagem, reutilização, recuperação, remanufatura, reciclagem) e redistribuição (LAOSIRIHONGTHONG et al., 2013).

Existem algumas pesquisas inovadoras com grandes potenciais sustentáveis a partir do caroço do açaí, como os estudos de Silva (2014) que utilizou o caroço em compostagem como adubo orgânico de qualidade equivalente aos usados pela agricultura, pois é rico em nitrogênio. Silveira (2012) aproveita o caroço na formação da pólio e poliuretano (adição de polímeros) em próteses de biomaterial sintético, reduzindo os custos na fabricação das próteses em até cinco vezes e adição de valor à matéria-prima.

Mesquita (2013) estudou as potencialidades do uso de caroços de açaí para fabricação de madeiras sintéticas a partir da secagem e estabilização da massa seca seguida de moagem, separação da fibra e catalisação com a resina poliéster. Benatti (2013) pesquisou sobre o uso em artesanatos como biojoias com integral aproveitamento da semente e produtos acabados com valor agregado de até 800% sobre o custo de fabricação.

Seye et al. (2008) investigaram o uso de caroços de açaí na geração de bioenergia via gaseificação em gerador com dois subsistemas alimentado pelo caroço após os processos de secagem e separação das fibras (tratamento prévio), sendo alternativa de geração energética em comunidades isoladas. Pereira et al. (2014) usaram o caroço para tratamento de água como carvão vegetal para a retirada de metais pesados de águas superficiais processado em duas fases: carbonização (tratamento térmico com retirada de componentes voláteis e secagem) e ativação (impregnação com agentes químicos e nova carbonização), sendo o método eficiente e ecológico como solução econômica para ribeirinhos a partir da desidratação do caroço seguido de ativação química com NaOH, carbonização, resfriamento, lavagem e secagem.

3.2. Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbillis*)

A *Paullinia cupana* é uma espécie vegetal perene que em condições favoráveis pode viver até 40 anos, trepadeira quando encontrada em mata nativa e semi-arbusto quando cultivada, pertencente à família Sapindaceae e conhecida popularmente como guaranazeiro. O seu produto de maior interesse comercial são as sementes, principalmente por causa de suas propriedades medicinais e estimulantes (GARCIA et al., 1995). Bebidas estimulantes são produtos que apresentam em sua composição química, a cafeína, que age diretamente no sistema nervoso central (ANDRADE, 2006).

A cafeína é um derivado metilado de bases purínicas estruturalmente identificada como 1,3,7-trimetilxantina e é considerada como a substância psicoativa mais consumida em todo o mundo, por pessoas de todas as idades, independentemente do sexo e da localização geográfica. Esse alcalóide está presente na natureza em mais de 63 espécies de plantas, entre elas, o guaranazeiro, que apresenta os maiores teores de cafeína, principalmente em suas sementes (TFOUNI, 2007).

Os principais efeitos fisiológicos da atuação da cafeína no organismo humano são o efeito estimulante, o efeito diurético e a dependência química. Tais efeitos são responsáveis pelo aumento da taxa metabólica, do relaxamento da musculatura lisa dos brônquios, do trato biliar, do trato gastrintestinal e de partes do sistema vascular. Após cinco minutos do consumo, a cafeína pode ser detectada em todo o corpo humano, atingindo o seu máximo depois de vinte a trinta minutos. Ela é metabolizada no fígado e tem uma meia vida de cerca de três a seis horas, não acumulando no corpo.

A ingestão de cafeína em excesso pode causar vários sintomas desagradáveis incluindo a irritabilidade, dores de cabeça, insônia, diarreia, palpitações do coração. A dose letal para uma pessoa adulta pesando 70 kg é cerca de 10 g, equivalente a 100 xícaras de café ou 200 latas de refrigerante que contenha a cafeína em constituição ou ingerir 50 kg de chocolate. O percentual de cafeína presente nas sementes do guaraná varia de 3,2 a 7%, sendo cerca de seis vezes superior ao encontrado nas sementes do café (BRENELLI, 2003 e PAGLIARUSSI et al., 2002).

3.3 Tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer).

As palmeiras pertencentes à família Arecaceae se adaptam a diversos tipos de ambiente como floresta de terra firme, florestas periodicamente inundadas a ambientes alterados (RIZZINNI & MORS, 1976).

Astrocaryum aculeatum G. Meyer é uma palmeira originária do Brasil, cuja distribuição geográfica abrange os estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima e Pará, podendo ser encontrada também em outros países da América do Sul, tais como Peru e Colômbia (COSTA et al., 2011).

A. aculeatum é descrita como palmeira alta (podendo alcançar 25 m), solitária, adaptada a solos pobres, secos e degradados, sendo comumente encontrada em florestas secundárias, atingindo densidade de 50 árvores por hectare. O desenvolvimento desta palmeira é lento, a germinação das sementes ocorre em um intervalo de 8 meses a 2 anos, enquanto a frutificação ocorre em um período de 8 anos (FAO, 1986).

A frutificação do tucumã ocorre, predominantemente, entre os meses de fevereiro e agosto, podendo ocorrer também nos meses de outubro e novembro. Uma palmeira produz em média 4 cachos por ano. A quantidade de frutos por cacho também pode diferir em função do período do ano. Uma maior produção pode ser registrada entre os meses de janeiro e abril em comparação com os meses de julho e agosto, em que é cerca de 41% menor (MOUSSA e KAHN, 1997).

Muitas destas palmeiras mostram-se resistente ao desmatamento e queimadas, o que justifica sua ocorrência e às vezes, com grande densidade (MIRANDA et. al., 2001).

É importante conhecer as alternativas locais que, associadas às pesquisas, comprovam o potencial socioeconômico e ambiental de espécie como o tucumã. Neste sentido, estudos comprovam que seus frutos são compostos por um caroço lenhoso, de cor quase preta e contém uma amêndoa de massa branca, oleaginosa, bastante dura e recoberta por uma película de cor parda, aderente. O caroço é recoberto externamente, por uma polpa amarelo-alaranjada e oleosa de pouca consistência. Pesando em média 30 gramas o fruto fresco maduro com 40% de umidade. A polpa externa representa 39,2% do fruto, a casca lenhosa do caroço 38,8% e a amêndoa 22% (PESCE, 2009).

A palmeira caracteriza-se como cultura básica alimentar e seus subprodutos proporcionam uma alternativa, a médio e longo prazo a ser explorada no sistema de produção familiar. Estas plantas encontram-se entre os recursos vegetais mais úteis para o homem amazônico, incluindo os povos indígenas, que delas obtém grande parte de seu sustento e moradia, além de múltiplos objetos que satisfazem suas necessidades materiais (MIRANDA et. al., 2001).

De um modo geral, fazem parte do cenário amazônico apresentando grande densidade em áreas degradadas e pastagens abandonadas. Na floresta de terra firme a maioria das espécies é composta por palmeiras de pequeno porte, atingindo em média 6 m de altura e a maioria são palmeiras que se destacam dentro da vegetação pela altura que pode atingir. Em áreas periodicamente inundadas, ocorre pouca diversidade e muita abundância. (MIRANDA et. al., 2001).

Além do seu valor alimentar, a importância das palmeiras pode ser evidenciado pelo seu valor econômico, como por exemplo, o fornecimento de matéria-prima para a indústria de cosméticos e alimentícios, a partir da extração do palmito para atender a demanda industrial. As folhas jovens servem para coberturas das casas, as palhas maduras servem de abrigos para aves, o tronco é utilizado na fabricação de assoalho e parede de casas, além da importância ecológica, ornamental e na alimentação dos animais (PESCE, 2009).

No que se refere ao seu valor ambiental, a exploração de forma seletiva de palmeiras com este potencial por meio da identificação de plantas com produção precoce e com grande abundância de frutos, contribui com a preservação do ambiente e da espécie (LIMA, 1986).

Segundo Cruz & Valente (2004) as comunidades que exploram o tucumã dispõem de conhecimentos tradicionais na exploração de partes da planta, de maneira simples e especializada para que as atividades possam ser vantajosas para a renda da família, do grupo social e da idealização de políticas e tecnologias, que possam atender este cenário, respeitando e conservando os recursos naturais renováveis disponíveis.

Shanley & Medina (2005) fundamentam que:

“o valor econômico direto das palmeiras para as comunidades amazônicas, podem ser constatados pela comercialização dos seus frutos, extração de vinho e óleos, servem como alimento, alisar o cabelo, tratamento de doenças (dor de ouvido e garganta etc.),

biocombustível, confecção de artesanato, carvão a partir do endocarpo e adubo para o solo, o palmito é doce e nutritivo. De maneira indireta, a palha, tronco, cacho, fonte de alimento para a fauna local, a qual serve como fonte de proteína para a comunidade. São alguns valores extraídos das palmeiras, que podem ser explorados e políticas públicas implementadas sobre seu uso e aproveitamento, como o tucumã, na forma de cursos e orientações para um aproveitamento melhor destas potencialidades pelas comunidades”.

Desse modo, o tucumã e demais palmeiras, possuem esse perfil, os quais podem ser explorados em consórcio com outras culturas e com isso, possibilitando a agregação de valores ambientais e econômicos.

A biodiversidade da região amazônica somente poderá ser utilizada de forma sistematizada, por meio de uma proposta transparente de uso econômico das plantas, como também, na manutenção da cobertura vegetal, através da exploração extrativista seletiva (FAO/INCRA, 1994).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1. Preparação dos resíduos para a caracterização química.

4.1.1. Coleta, limpeza e acondicionamento das amostras.

As amostras selecionadas são de frutos nativos da região Amazônica, o açaí (*Euterpe precatoria*), o guaraná (*Paulinia cupana*) e o tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).



Figura 01. A - Açaí (*Euterpe precatoria* Mart.), B - guaraná (*Paulinia cupana* kunth) e C-Tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer).

Fonte: próprio autor.

O caroço do açaí foi coletado a partir do processamento da polpa pela micro agroindústria do município de Anori, Estado do Amazonas, que prepara o suco ou “vinho” do açaí e descarta os caroços, considerando-os resíduos e acondicionando-os em sacos de polietileno em frente ao estabelecimento para serem coletados pela empresa de coleta de lixo urbano. A retirada do caroço foi realizada *in natura*, após a utilização e processamento do fruto.

Os caroços do açaí foram lavados em água corrente, feito a assepsia com hipoclorito de sódio (2,0 a 2,5% de cloro ativo) durante 5 minutos, de acordo com a metodologia descrita por Nogueira et al. (1995), secados em temperatura ambiente, de aproximadamente 28°C, acondicionados em recipientes plásticos e armazenados até a o início das etapas posteriores, conforme metodologia indicada por Martins, et al. (2004).

Os casquilhos que revestem o caroço do guaraná foram coletados a partir do processamento do fruto pela agroindústria existente no município de Maués, Estado do Amazonas, que utiliza o fruto para produção de refrigerantes em PET e enlatados e os casquilhos são enviados para o aterro próprio da indústria ou para outros

órgãos que utilizam o material em diversas pesquisas (transformando-os em papel, extração de biodiesel, entre outros).

Os casquilhos do guaraná, por serem material de espessura muito fina e sensível ao toque das mãos, foram acondicionados em recipientes plásticos, armazenados em temperatura ambiente, de aproximadamente 28°C e transportados até os laboratórios para o início das etapas posteriores.

O caroço do tucumã foi coletado de forma doméstica no qual o fruto foi obtido na Feira da Manaus Moderna (centro comercial do município de Manaus, capital do Estado do Amazonas) e após a retirada e consumo do da polpa do fruto, reservou-se os caroços para esta pesquisa.

A polpa dos caroços do tucumã *in natura* foi removida manualmente com o auxílio de uma faca inox e em seguida, os caroços foram lavados em água corrente para total remoção da polpa. Posteriormente, foi feita a assepsia com hipoclorito de sódio (2,0 a 2,5% de cloro ativo) durante 5 minutos, de acordo com a metodologia descrita por Nogueira et al. (1995), secados em temperatura ambiente, de aproximadamente 28°C, acondicionados em recipientes plásticos e armazenados até a o início das etapas posteriores, conforme metodologia indicada por Martins, et al. (2004).

a) Moagem das amostras

As amostras foram levadas ao *LaMAC* (Laboratório de Materiais da Amazônia e Compósitos), na Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas – campus Manaus. Para a realização das análises, os caroços do açaí que foram indicados como amostra “A”, os casquilhos do guaraná foram identificados como amostra “B”.

As amostras A e B foram utilizadas da forma como estavam armazenados. No caso dos caroços do tucumã, foram divididos em três partes, sendo uma o caroço inteiro, indicado como amostra C1, somente o endocarpo do caroço (parte fibrosa que reveste a amêndoa central do caroço), amostra C2 e a amostra C3 é a amêndoa do caroço. A Figura 02 apresenta as amostras A, B, C1, C2 e C3.

De cada amostra obteve-se aproximadamente 300g de sólidos e cada uma delas foram colocadas separadamente no moinho de facas para a trituração (Figura 03).



Figura 02. Amostras armazenadas após coleta e limpeza. A - caroços do açai; B - casquilhos do guaraná; C1 - caroço do Tucumã; C2 - o endocarpo do caroço de tucumã; C3 - a amêndoa do caroço de tucumã.
 Fonte: próprio autor.



Figura 03. Amostras sendo inseridas no moinho de facas, da esquerda pra direita, os caroços do açai, os casquilhos do guaraná, o endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã.
 Fonte: próprio autor.

Após a trituração (Figura 04) foram retiradas amostras para as análises de umidade, cinzas, Termogravimetria, FRX (Fluorescência de Raio X).



Figura 04. Amostras trituradas no moinho.
 Fonte: próprio autor.

b) Teor de umidade

A umidade (w) foi determinada em análise triplicata em aparelho Analisador Halogêneo de Umidade da marca Ohaus (Figura 05), do Laboratório de Materiais da Amazônia e Compósitos, onde foi exposto a 105°C até que a massa estivesse constante.



Figura 05. Aparelho analisador de umidade com as amostras do caroço do açaí, endocarpo do tucumã e amêndoa do tucumã.

Fonte: próprio autor.

c) Teor de cinzas

O material, após processado no moinho e medido o teor de umidade (w) foi armazenado em saco hermético tipo zip para a determinação dos teores da matéria orgânica e minerais.

Para a determinação de teor de cinzas (Equação 1) o material foi pesado e colocado em uma mufla a uma temperatura de 100-110°C por 3 horas e em seguida, a temperatura de 550°C por mais 1 hora (P_2) (Figura 06).

$$\text{Cinzas totais (\%)} = \left[\frac{(P_2 - P_1)}{(P_3 - P_1)} \right] \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde: P_1 : peso do cadinho;

P_2 : peso do material retirado da mufla (g);

P_3 : peso do material original (g);

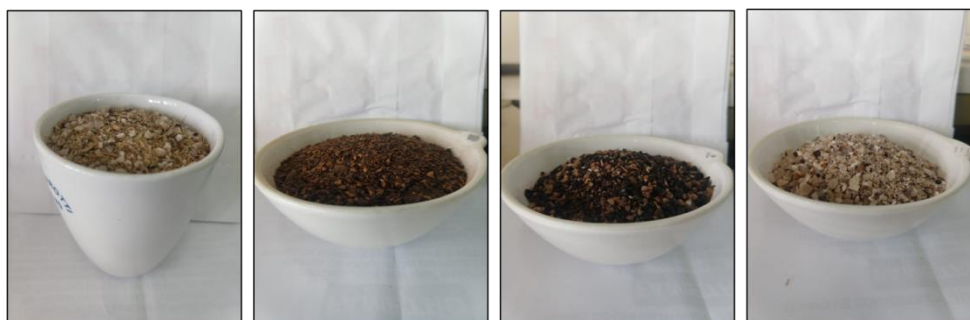


Figura 06. As amostras do caroço do açaí, casquilho do guaraná, caroço e amêndoa do tucumã.

Fonte: próprio autor.

d) Fluorescência de Raio X – FRX

A técnica de fluorescência de raios-X é utilizada para avaliação quali-quantitativa da composição química (NASCIMENTO FILHO, 1999).

A análise de FRX foi realizada no carvão ativado no LaMAC em equipamento do fabricante PANalytical modelo Epsilon3-XL (Figura 07A), com atmosfera de gás hélio (pressão a 10 atm).

e) Termogravimetria

Segundo IONASHIRO (2005), a análise termogravimétrica (TGA) pode ser definida como a técnica termo analítica que acompanha a variação da massa da amostra (perda e/ou ganho de massa), em função da programação de temperatura.

A Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) pode ser definida como técnica na qual se mede a diferença de energia (entalpias) fornecida à substância e a um material referência, em função da temperatura enquanto a substância e o material de referência são submetidos a uma programação controlada de temperatura.

A análise em estudo, tem como intuito conhecer características do material em relação aos teores das fibras, foi realizada Termogravimetria das amostras no equipamento TA Instruments (Figura 07B) do LaMAC, operando com rampa de aquecimento com taxa de 10°C/min de 20°C até 800°C em atmosfera inerte de nitrogênio (30 mL/min).

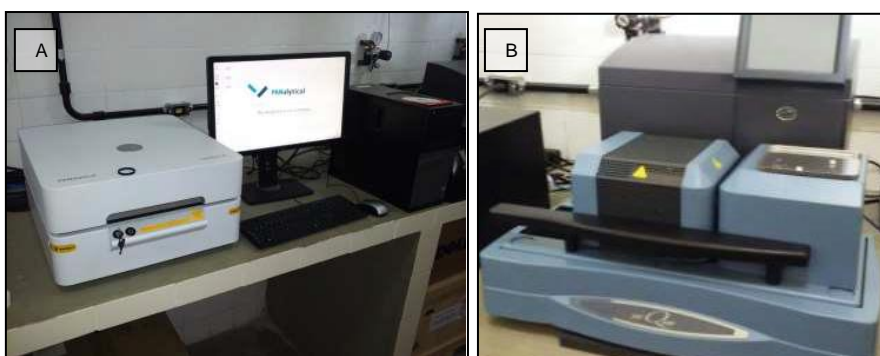


Figura 07. Equipamentos utilizados para as análises de FRX (A) e Termogravimetria (B).
Fonte: próprio autor.

4.2. Análise dos dados

Para este estudo os resultados obtidos foram tabulados em planilha Excel e tabela de dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise de teor de umidade e de cinzas dos resíduos de açai (*E. precatória*), guaraná (*P. cupana*) e tucumã (*A. aculeatum*).

Os resultados mostrados na Tabela 01 e Figura 08 indicam que a queima dos resíduos ocorreu em duas temperaturas diferentes, a umidade foi obtida a 110°C e as cinzas em temperatura a 550°C, essas temperaturas são indicadas para retirar água e lipídios da amostra e tem a intenção de qualificar os resíduos inorgânicos no qual pertence após a queima de matéria orgânica que é transformada em CO₂, H₂O e NO₂.

Tabela 01. Teor de umidade e teor de cinzas dos caroços de açai (*Euterpe precatória*) (A), guaraná (*Paulinia cupana*) (B), caroço de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) (C1), endocarpo do caroço de tucumã (C2) e a amêndoa do caroço de tucumã (C3).

Amostra	Umidade %	Peso do Cadinho	Peso da amostra	Peso a 110°C	Peso a 550°C	% Cinzas
A	9,65	83,945	172,811	161,443	103,706	22,23685
B	9,09	98,465	157,040	150,875	113,578	25,80111
C1	7,90	88,207	150,314	142,735	101,228	20,96543
C2	9,34	90,520	151,626	144,167	107,298	27,45721
C3	6,38	89,165	144,684	138,696	94,731	10,0254

O caroço de açai foi o resíduo com maior teor de umidade com 9,65% e amêndoa do caroço de tucumã foi o menor com 6,38% de umidade. Esses valores encontrados são próximos aos valores também estudados por Bora et al. (2001) para as espécies, no qual os teores de umidade, foram de 6,57 a 11,1%, respectivamente.

A perda do material é de mais de 80%, exceto para a amêndoa do tucumã que já possui pouca umidade, visto não há interferência com a temperatura ambiente.

O teor de água de um alimento é um dos índices analíticos mais importantes, uma vez que o alimento com elevado teor de umidade, como a maioria das frutas *in natura*, apresenta vida útil curta, portanto estes alimentos são classificados como altamente perecíveis. As características microbiológicas assim como as alterações fisiológicas, as quais influenciam a qualidade de modo geral está diretamente ligada à umidade dos alimentos (CECCHI, 2003 e IAL, 2008).

O teor de umidade é um dos fatores que está relacionado com as propriedades de estabilidade e dimensões da matéria, em manter seu tamanho mesmo sob condições ambientais variáveis (ELEOTÉRIO, 2000). De acordo com Kollmann et al. (1975), os percentuais ideais de teor de umidade variam de acordo com o material empregado, todavia, a transferência de calor por meio deste teor é prejudicada quando a temperatura é muito alta ou muito baixa (MALONEY, 1989 e HASELEIN et al., 2002).

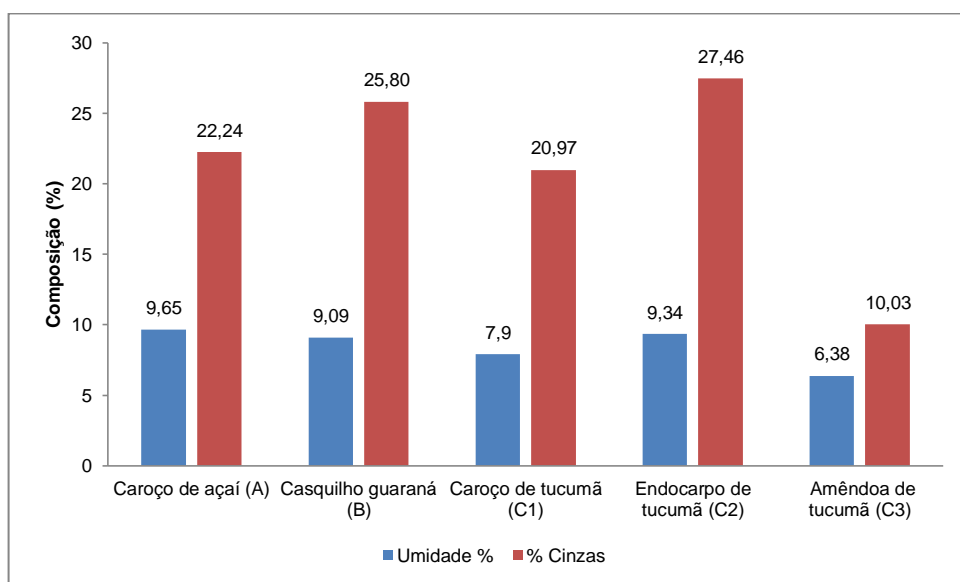


Figura 08: Resultados de teor de umidade e cinzas.

Entre os valores de cinza encontrados, os mais destacados foram o endocarpo do tucumã com maior teor 27,46% e o casquilho do guaraná com 25,80%, e a amêndoa do tucumã com 10,02% com menor teor.

Esses valores encontrados foram mais elevados do que os estudado por Yuyama et al. (2008) encontraram 1,26% de cinzas na polpa de tucumã *in natura*, enquanto MATOS et al. (2008), estudando a caracterização físico-químicas de cupuaçu com diferentes formatos encontraram valores de minerais totais que variaram de 1,19 a 1,67%.

Zambiasi (2010) informa que o teor de cinzas em alimentos refere-se ao resíduo inorgânico ou resíduo mineral fixo (sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, cobre, cloreto, alumínio, zinco, manganês e outros compostos minerais) remanescente da queima da matéria orgânica em mufla a altas temperaturas (500-600°C). Nogueira et al. (1996) afirma que o teor de cinzas corresponde à quantidade

de compostos minerais presentes nos alimentos e considera também como medida geral de qualidade, frequentemente utilizado como critério na identificação dos alimentos. O teor de substâncias inorgânicas, de material de origem vegetal submetido à análise química, indica a riqueza da amostra em elementos minerais como cálcio, magnésio, fósforo, ferro, potássio e outros.

5.2. FRX (Fluorescência de Raio X) nos resíduos de açaí (*Euterpe precatória*), guaraná (*Paullinia cupana*) e tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).

Conforme demonstrado na Tabela 02 os principais elementos químicos encontrados no caroço do açaí foram Silício (Si), Potássio (K) e Cálcio (Ca). Os principais elementos encontrados no casquilho de guaraná foram Potássio (K) e Cálcio (Ca). Os principais elementos encontrados no caroço de Tucumã foram Silício (Si), Fósforo (P), Cloro (Cl), Potássio (K) e Cálcio (Ca), no endocarpo do Tucumã foram Silício (Si), Potássio (K) e Cálcio (Ca) e na amêndoa do Tucumã foram Potássio (K) e Cálcio (Ca).

Tabela 02: Elementos químicos (Fluorescência de Raio X) nos resíduos de açaí (*E. precatória*), guaraná (*P.cupana*) e tucumã (*A. aculeatum*).

Composição		Caroço de açaí (A)	Casquilho guaraná (B)	Caroço de tucumã (C1)	Endocarpo de tucumã (C2)	Amêndoa de tucumã (C3)
Mg	%	0,934	2,038	0,914	0,422	2,012
Al	%	0,330	0,000	0,000	0,126	0,000
Si	%	15,374	0,910	10,938	19,524	0,906
P	%	5,203	5,261	6,054	6,113	6,184
S	%	2,112	5,879	2,769	0,000	5,276
Cl	%	2,709	0,811	6,200	2,288	8,808
K	%	48,222	49,224	42,706	30,493	50,294
Ca	%	17,355	29,415	23,119	26,626	19,660
Ti	%	0,234	0,090	0,059	0,000	0,004
Cr	%	0,424	0,000	0,189	0,775	0,010
Mn	%	1,242	2,408	1,841	1,202	1,970
Fe	%	2,722	1,756	1,661	4,919	0,974
Ni	%	0,104	0,000	0,059	0,159	0,008
Cu	%	0,184	0,299	0,172	0,290	0,151
Zn	%	0,238	0,259	0,132	0,164	0,195
Br	%	0,028	0,052	0,086	0,167	0,084
Rb	%	0,338	0,154	0,543	0,368	0,823
Sr	%	0,049	0,064	0,038	0,114	0,021
Ag	%	2,205	1,351	2,339	6,168	2,607
Sn	%	0,000	0,026	0,182	0,082	0,000
Re	%	0,004	0,006	0,001	0,005	0,016
Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A importância desses elementos químicos e o conhecimento das exigências nutricionais para aquicultura proporciona a elaboração de rações que maximizam o desempenho produtivo, reprodutivo e saúde animal. Essas exigências variam entre as espécies, tamanho, correlação de nutrientes, ambiente, funções metabólicas, sistema de cultivo e os hábitos alimentares (NRC, 2011).

A seguir, será apresentado as exigências nutricionais desses elementos para as principais espécies cultivadas no mundo, que podem ser suplementados em premix[®] na ração.

O cálcio (Ca), um dos elementos mais encontrados nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã são importantes na dieta de bagre do canal, carpa comum, tilápia truta, salmão e bargo vermelho do mar, que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 0,2 a 0,7 mg/100g na ração (NRC, 2011).

O fósforo (P), cujo teor foi encontrado nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã são importantes na dieta de bagre do canal, carpa, tilápia, truta, salmão, robalo, peixe leite, corvina, Hadoque, bagre japonês, bagre europeu, dourada e bargo vermelho do mar, que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 0,35 a 1,1 mg/100g na ração (NRC, 2011).

O Cálcio (Ca) e fósforo (P) atuam diretamente na manutenção do equilíbrio ácido-base dos fluídos corporais nos peixes. O cálcio, especificamente, tem importante papel na contração muscular, coagulação sanguínea, transmissão nervosa, integridade da membrana celular e na ativação enzimática (NRC, 2011).

O potássio (K) que é o principal elemento encontrado nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã são importantes na dieta de bagre do canal, pargo e tilápia, que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 0,2 a 0,3 mg/100g na ração (NRC, 2011).

O cloro (Cl) encontrado nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã podem ser importantes na dieta de tilápias e bargo vermelho do mar, que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 0,1 mg/100g na ração (NRC, 2011).

O potássio e cloro são os eletrólitos mais abundantes nos peixes e participam de importantes funções biológicas, tais como no controle da pressão osmótica, no equilíbrio ácido-básico, no funcionamento da bomba de sódio e potássio e na constituição do suco gástrico (NRC, 2011).

O magnésio (Mg) encontrado nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã são importantes na dieta de bagre do canal, tilápias, carpa e pargo, que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 0,02 a 0,06 mg/100g na ração. Atuando no metabolismo do tecido esquelético e na transmissão neuromuscular este mineral desempenha papel importante no transporte de gases no sangue, visto que concentrações elevadas do mesmo são encontradas nos eritrócitos dos peixes (NRC, 2011).

O cobre (Cu) que foi encontrado nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã são importantes na dieta de catfish, carpa comum, truta, salmão, tilápia e garoupa, que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 1,5 a 5 mg/kg na ração. Tem importante papel metabólico nos peixes por atuar no fígado e ser cofator enzimático essencial de inúmeras enzimas, além de auxiliar no funcionamento do cérebro, coração, e olhos contêm concentrações elevadas de cobre (NRC, 2011).

O ferro (Fe) encontrado nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã são importantes na dieta de carpa, tilápias e bargo vermelho do mar, que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 30 a 200 mg/kg na ração e são importantes para o transporte de oxigênio no sangue e no músculo nos peixes (NRC, 2011).

O zinco (Zn) que foram encontrados nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã são importantes na dieta de carpa, tilápias e cachorro do mar que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 30 a 150 mg/kg na ração. Nos peixes tem importante função antioxidante por prevenir a peroxidação dos lipídios das membranas celulares, e atua, ainda, na estabilização química dos tecidos vivos e melhora imunidade (NRC, 2011).

O manganês (Mn) encontrado nos caroços do açai, casquilhos do guaraná, endocarpo do caroço de tucumã e a amêndoa do caroço de tucumã são importantes

na dieta de bagre americano, carpa e tilápias, que possuem exigências nutricionais a serem suplementados de 2 a 13 mg/kg na ração e é necessário ao normal crescimento, função cerebral, reprodução e na prevenção de anormalidades esqueléticas dos peixes (NRC, 2011).

A ocorrência das quantidades necessárias desses elementos na dieta e/ou na água é essencial para o funcionamento normal do metabolismo de peixes. A essencialidade dos minerais citados acima na dieta animal foi comprovada a partir de estudos que demonstraram que a deficiência de qualquer um deles na dieta, ou na água, a depender do mineral, causa disfunção biológica de algum tipo. Além disso, o fornecimento do mineral na dieta, a animais acometidos de quadros comprovados de deficiência dele, elimina as anormalidades orgânicas anteriormente observadas. Finalmente, o efeito de um determinado mineral no organismo não pode ser substituído por nenhum outro (NRC, 2011).

Na Tabela 03 será apresentado os principais compostos químicos na forma de óxidos. Os principais compostos encontrados nos caroços do açaí foram o dióxido de silício (SiO_2), óxido de potássio (K_2O) e óxido de cálcio (CaO). Os principais compostos encontrados no casquilho de guaraná foram o pentóxido de fósforo (P_2O_5), óxido sulfúrico (SO_3), K_2O e CaO . Os principais compostos químicos descobertos nos caroços de Tucumã foram SiO_2 , P_2O_5 , K_2O e CaO , no endocarpo do Tucumã foram SiO_2 , P_2O_5 , K_2O , CaO e o óxido férrico (Fe_2O_3) e na amêndoa do Tucumã foram P_2O_5 , SO_3 , K_2O , CaO .

A Tabela 03 apresenta elementos que também foram encontrados na Tabela 02, como Cloro (Cl), Titânio (Ti), Cromo (Cr), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Bromo (Br), Rubídio (Rb), Estrôncio (Sr) e Prata (Ag), porém com valores diferentes, sendo que na Tabela 02 os elementos estão puros e na Tabela 03 ocorre combinação dos elementos com o oxigênio, isso significa que esses elementos receberam uma carga insuficiente para formar óxidos. Na literatura os elementos químicos que apresentam NOX +1, +2 ou +3 que não formam óxidos básicos.

A maioria dos elementos presentes na natureza está associada a um composto químico e não à sua forma elementar. No início do século XIX, os avanços na química experimental tornaram mais fáceis o isolamento dos elementos químicos (BROWN, 2005) e a determinação de suas propriedades físicas e químicas.

Tabela 03: Compostos e elementos químicos na forma de óxidos (Fluorescência de Raio X) nos resíduos de açaí (*E. precatória*), guaraná (*P.cupana*) e tucumã (*A. aculeatum*).

Composição		Caroços de açaí (A)	Casquilho guaraná (B)	Caroços de tucumã (C1)	Endocarpo de tucumã (C2)	Amêndoas de tucumã (C3)
MgO	%	1,284	2,902	1,308	0,553	2,930
Al ₂ O ₃	%	0,514	0,000	0,000	0,198	0,000
SiO ₂	%	25,016	1,815	17,501	31,507	1,647
P ₂ O ₅	%	9,041	9,845	10,579	10,394	11,745
SO ₃	%	3,877	11,488	5,491	0,000	10,560
Cl	%	1,983	0,611	4,577	1,600	6,852
K ₂ O	%	39,038	42,204	36,303	24,219	42,633
CaO	%	14,062	26,831	19,329	22,265	18,429
Ti	%	0,138	0,059	0,038	0,000	0,023
Cr	%	0,249	0,000	0,107	0,448	0,007
Mn	%	0,727	1,513	1,122	0,637	1,287
Fe ₂ O ₃	%	2,276	1,571	1,538	3,965	0,909
Ni	%	0,061	0,000	0,037	0,082	0,005
Cu	%	0,107	0,186	0,103	0,163	0,098
Zn	%	0,120	0,161	0,079	0,084	0,111
Br	%	0,016	0,031	0,051	0,099	0,054
Rb	%	0,194	0,095	0,473	0,206	0,530
Sr	%	0,029	0,040	0,024	0,064	0,013
Ag	%	1,271	0,651	1,346	3,520	2,171
Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Noventa elementos químicos estão presentes na crosta da Terra, dos quais vinte e cinco são essenciais para os organismos vivos. Como a alimentação animal está baseada principalmente em fontes vegetais e animais, espera-se que esses elementos sejam obtidos através da dieta (FENNEMA, 1996). A importância dos elementos para os vegetais vem se desenvolvendo ao longo da história. Segundo Epstein (1975), a principal contribuição de Liebig à nutrição de plantas foi ter liquidado com a “teoria do húmus” de que a matéria orgânica do solo era a fonte do carbono absorvido pelas plantas. Dessa forma, segundo a teoria de Liebig, a planta vive de ácido carbônico, amoníaco (ácido azótico), água, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido silícico, cal magnésia, potassa (soda) e ferro. Definindo-se, assim, a exigência das plantas aos macronutrientes.

Embora estes nutrientes sejam igualmente importantes para a produção vegetal, existe uma classificação, baseada na proporção em que aparecem na

matéria seca dos vegetais. Portanto, existem dois grandes grupos de nutrientes de plantas (não considerando C, H e O): Macronutrientes – São os nutrientes que são absorvidos ou exigidos pelas plantas em maiores quantidades como o Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) (expresso em g kg⁻¹ de matéria seca). Os macronutrientes podem ainda ser divididos em macronutrientes primários que são N, P e K e os macronutrientes secundários que são o Ca, Mg e S. Micronutrientes – São os nutrientes que são absorvidos ou exigidos pelas plantas em menores quantidades como o Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Cloro (Cl) e Molibdênio (Mo) (expresso em mg kg⁻¹ de matéria seca). Em alguns casos, culturas acumuladoras de determinados micronutrientes podem apresentar teor deste nutriente maior que um macronutriente.

Neste sentido, Mengel e Kirkby (1987) classificaram os nutrientes em quatro grupos. O primeiro grupo é formado pelo C, H, O, N e S, considerados nutrientes estruturais constituintes da matéria orgânica e com participação em sistemas enzimáticos; assimilação em reações de oxi-redução. O segundo grupo é composto pelo P e B, e em algumas culturas o Si, sendo nutrientes que formam com facilidade ligações do tipo éster (transferidores de energia). O terceiro grupo é formado pelo K, Mg, Ca, Mn, Cl e Na considerados nutrientes responsáveis pela atividade enzimática e atuam na manutenção do potencial osmótico, no balanço de íons e no potencial elétrico, especialmente o K e Mg. E no último grupo têm-se o Fe, Cu, Zn e Mo, que atuam como grupos prostéticos de sistemas enzimáticos e participam no transporte de elétrons (Fe e Cu) para diversos sistemas bioquímicos.

Segundo Tokarnia et al. (2000) os minerais são indispensáveis aos processos metabólicos animal e por esta razão devem estar presentes na alimentação animal: Ca, P, Mg, K, Cl, S, Fe, Mn, Cu e Zn. Os primeiros seis elementos são denominados macrominerais, necessários aos animais em quantidades acima de 100 mg/kg.

Para Pedreira e Berchielli (2006) nem todos os elementos da tabela periódica estão presentes no organismo humano e animal, alguns são adquiridos por meio dos alimentos ingeridos ou encontrados nos resíduos dos vegetais que são desprezados.

Os elementos minerais podem exercer três funções no organismo animal, conforme descreve Underwood & Suttle (1999):

1) Estrutural: Compõem estruturas nos órgãos e tecidos do corpo, nos ossos e dentes e no músculo.

2) Fisiológica: Ocorrem nos fluídos e tecidos como eletrólitos e estão envolvidos com a manutenção da pressão osmótica, do balanço ácido-básico, da permeabilidade de membranas e irritabilidade dos tecidos.

3) Catalítica: Agem como catalisadores nos sistemas enzimáticos e hormonais, como componentes da estrutura de metal proteínas ou como ativador do sistema.

Apesar desta separação, cada função não é exclusiva de um determinado elemento mineral de forma que um único mineral pode exercer mais de uma função específica assim como diversos minerais pode exercer uma única função quando em interação no organismo animal.

Os minerais também são constituintes essenciais dos tecidos moles e dos fluídos do organismo, além de estarem envolvidas no desempenho reprodutivo, na manutenção do crescimento, no metabolismo energético, nas propriedades do sangue em transportar oxigênio (hemoglobina), na função imune e entre outras funções fisiológicas do animal. Os minerais além de estarem envolvidos na manutenção da vida do animal, também estão relacionados com aumento do desempenho e/ou produtividade animal. Estando presente também, por exemplo, em algumas proteínas do leite como a caseína do leite e de modo geral são indispensáveis ao corpo (MORRISON, 1966 e MENDONÇA JÚNIOR et al., 2011).

Isto exclui as formas elementares de muitos elementos químicos como, por exemplo, o ferro metálico. Nos alimentos, estão presentes como espécies distintas (complexos, quelatos, ânions oxigenados) dependendo das propriedades químicas de cada elemento. Alguns minerais apresentam-se basicamente na forma de íons como, por exemplo, os íons Na⁺ (sódio), K⁺ (potássio), Cl⁻ (cloreto) e F⁻ (fluoreto) (FENNEMA, 1996).

Por razões diversas, quadros de deficiência nutricional são comuns para alguns nutrientes e raros para outros. Além disso, existem grandes variações nesses quadros de deficiência nutricional que dependem de fatores geográficos e socioeconômicos. Nos animais, deficiências nutricionais têm sido relatadas para cálcio, cobalto (presente na vitamina B12), cromo, iodo, ferro, selênio e zinco (FENNEMA, 1996).

Cálcio, cromo, ferro e zinco ocorrem nos alimentos na forma ligada (complexos e quelatos) e sua biodisponibilidade dependerá diretamente da composição do alimento. O iodo é encontrado na forma iônica nos alimentos e na água, ao passo que o selênio se apresenta na forma de complexo (BRANEN, DAVIDSON & SALMINEN, 1990).

O potássio (K) é o principal cátion do fluido intracelular e através de suas trocas com o sódio, combinação com o cloro e com o íon bicarbonato desempenham um papel na regulação da pressão osmótica e no balanço ácido-base, na condução dos impulsos nervosos e na excitabilidade muscular. No rúmen o potássio está ligado a manutenção da ação tampão e a manutenção de umidade (MORRISON, 1966).

O potássio (K) e o fósforo (P) são essenciais nos processos metabólicos do organismo animal, além de participarem da criação de um meio ótimo para suporte dos microrganismos. Atuam no compartimento estomacal dos ruminantes, que é um sistema biológico fechado, mantendo seu meio interno constante, em virtude da ação tampão, pressão osmótica, concentração relativa de íons (PEDREIRA & BERCHIELLI, 2006).

O Cálcio (Ca) juntamente ao fósforo são minerais de muita importância para os animais. Os animais "sentem" mais quando estão sujeitos a falta de cálcio e fósforo do que a falta de outro mineral. Esses dois compostos representam cerca de três quartos das substâncias minerais do organismo animal e mais de 90% dos seus esqueletos, além disso, contribuem com mais da metade dos minerais presentes no leite (MORRISON, 1966).

O cálcio junto com o magnésio é responsável pela formação do tecido ósseo (ossificação), manutenção dos ossos e dentes. Ainda, o cálcio apresenta a função de cofator enzimático, coagulador, contração muscular, regulação dos batimentos cardíacos, transmissão de impulsos nervosos, secreção de hormônios, ativador e estabilizador de enzimas, interação com a vitamina D e afins (ANDRIGUETTO et al., 1982; LECLERCQ, 1999; CASTILHO et al., 2015).

Na produção de ovos, o cálcio junto ao fósforo, é utilizado no desenvolvimento das aves, contribuindo também na produção da casca de ovo. As aves em deficiência de cálcio e fósforo apresentam redução do desempenho, com aparecimento de bicos e ossos frágeis. E em excesso podem dificultar a absorção

de outros minerais. Esses dois elementos ainda são considerados reguladores da ingestão de alimentos (SÁ et al., 2004 e PINTO et al., 2012).

Também, cerca de 80% do fósforo está nos ossos e dentes. O fósforo está envolvido no crescimento e diferenciação celular e é um dos componentes dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) associado com lipídios para formação dos fosfolípidos, principalmente componentes da membrana plasmática. Também é considerado um tampão e visa a manutenção do equilíbrio ácido-base e osmótico. Além disso, tem importância significativa na atividade dos microrganismos do rúmen e a parte solúvel participa das trocas energéticas (ATP) (TREVIZAN, 2003).

Segundo Morrison (1966) o cálcio e o fósforo são requeridos pelos animais em crescimento, pelas fêmeas em gestação e pelas que estão produzindo leite. Para a manutenção desses nutrientes, devem ser ministradas quantidades suficientes de acordo com as perdas diárias do corpo. Quando o animal assimila o cálcio e fósforo, necessita receber a vitamina D, sendo que esta vitamina pode ser fornecida pelo o alimento ou pela luz.

Quanto ao magnésio (Mg), 70% encontra-se formando o esqueleto e exerce função estrutural, os 30% restantes são encontrados no interior das células e nos líquidos do organismo. No interior das células atua como ativador de enzimas da rota da glicólise e em casos de deficiência ocorre a falta de glicólise no sistema nervoso. Além disso, está ligado ao desenvolvimento do esqueleto, a transmissão de impulsos nervosos e ativação neuromuscular. Apresenta interação com o magnésio e cálcio (GIONBELLINET et al. 2015).

O Cloro (Cl) são encontrados tanto nas células quanto nos fluidos extracelulares, sendo importante na digestão dos alimentos no estômago, onde é secretado na forma de ácido clorídrico garantindo o pH ácido necessário. É o principal ânion do fluido extracelular, onde representa papel fundamental na manutenção da homeostasia eletroquímica (ANDRIGUETTO et al., 1982).

Cloro é constituinte essencial do fluido cerebrospinal, sendo necessário na ativação enzimática que leva a formação da angiotensina II, potencializada pelos hormônios adreno corticotrópicos e a alta concentração de potássio no plasma, induz a liberação de androsterona. A deficiência de cloreto de sódio na alimentação conduz a distúrbios na saúde e produtividade animal, para animais adultos a

carência resulta em apatia, apetite depravado, pelagem áspera, perda de produção e fecundidade e até morte (ANDRIGUETTO et al., 1982).

A maior parte do Enxofre (S) do organismo, encontra-se nas proteínas, sob a forma de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) e algumas vitaminas (biotina e tiamina) possuem enxofre na sua molécula. Importante para os hormônios que são sintetizados pela metionina. Nos tecidos de sustentação do organismo, os líquidos sinoviais e nas secreções encontra-se enxofre na forma de sulfato. Os animais necessitam de pouco enxofre, assim as quantidades fornecidas na maioria das rações aparentemente são suficientes (MORRISON,1966).

O teor de Ferro (Fe) varia de acordo com a espécie animal e é um elemento indispensável para a constituição da hemoglobina. O ferro apresenta papel fundamental na hematopoese indispensável para realização de processos oxidativos (transportador de oxigênio via hemoglobina, utilização do oxigênio e muscular respiração celular (ANDRIGUETTO et al.,1982). Em condições de deficiência nos leitões, por exemplo, pode resultar em anemia. O teor de ferro no leite de porcas lactantes é considerado fraco. Em aves pode provocar também hemorroidas, despigmentação das penas. Em poedeiras causa o aparecimento de coloração preto-esverdeado na gema do ovo (ANDRIGUETTO et al., 1982).

O Cobre (Cu) é um constituinte normal e constante do organismo animal e sua concentração varia conforme a espécie e a idade animal. Uma das funções principais do cobre é o papel essencial que desempenha na hematopoese, além de fazer parte da composição de diversas enzimas com funções oxidativas (ANDRIGUETTO et al., 1982).

O cobre favorece a reabsorção intestinal do ferro, bem como sua mobilização dos tecidos para o plasma estimulando a síntese da hemoglobina. A pigmentação dos pelos e da lã depende da presença desse elemento e ainda participa da mineralização dos ossos, formação e manutenção da integridade do sistema nervoso central e na manutenção da integridade do miocárdio podendo sua deficiência provoca fibrose do músculo cardíaco em bovinos e aves (ANDRIGUETTO et al., 1982).

A absorção do cobre em cães ocorre na parte inicial do jejuno, em homens no duodeno e no intestino delgado e no cólon em suínos. Nas aves é absorvido no estômago e no intestino delgado, porém, a absorção é baixa na maioria dos animais

dependendo da forma química do cobre e da acidez intestinal na área de absorção (ANDRIGUETTO et al., 1982).

A deficiência do (Cu) se caracteriza pela anemia em todas as espécies, o crescimento é retardado, distúrbios ósseos, despigmentação dos pelos, lã e penas, desenvolvimento anormal da lã e das penas, desmielinização difusa e simétrica do sistema nervoso central e da medula espinal e distúrbio gastrointestinal (diarreia) (ANDRIGUETTO et al., 1982).

A toxicidade de cobre depende da espécie animal, a espécie doméstica mais suscetível são os ovinos, pois o sinal desintoxicação em bovinos e ovinos é uma crise hemolítica, caracterizada por hemoglobinemia e hemoglobinúria, associada com icterícia acentuada e problemas na fertilidade (ANDRIGUETTO et al., 1982).

O manganês (Mn) é um elemento constituinte dos tecidos sendo essencial para o desenvolvimento da matriz orgânica do osso. É ativador de uma série de enzimas incluindo a arginase, tiaminase, enolase, carnosinase, prolinase intestinal, sendo necessário para a fosforilação oxidativa na mitocôndria e síntese de ácidos graxos (ANDRIGUETTO et al., 1982 e LIMA et al., 2005).

Em casos de deficiência de manganês, as poedeiras reduz a produção de ovos e aumenta a incidência de ovos com cascas fracas. Em pintos causa a “perose” que é um espessamento e a má formação da articulação tíbio metatársica escapando dos cêndilos (tendão de Aquiles). E em mamíferos no geral, causa redução no crescimento e na fertilidade, causando abortos frequentes e esterilidade (ANDRIGUETTO et al., 1982 e LIMA et al., 2005).

O zinco (Zn) é fundamental para a função reprodutiva das fêmeas, sendo essencial em todas as fases do processo reprodutivo. O zinco também participa da formação de enzimas e proteínas (mais de 200). É importante para o desenvolvimento e funcionamento do sistema imunológico. Está envolvido nos processos de crescimento e desenvolvimento, imunidade, proteção, antioxidante e estabilidade das membranas (PASA, 2010).

Segundo Andriguetto et al. (1982) e Pasa (2010) para equinos o zinco é um elemento necessário para manutenção da integridade da pele e ainda tem participação na ossificação, no crescimento e reprodução. A concentração máxima de zinco tolerável no organismo dos animais é de 1.000mg Kg^{-1} , podendo acima

disso causar toxicidade. Os elementos minerais podem exercer três funções no organismo animal, podendo acima disso causar toxidade.

5.3. Análise de Termogravimetria em resíduos de açaí (*Euterpe precatória*), guaraná (*Paulinia cupana*) e tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).

A Termogravimetria derivada (TG/DTG) e a calorimetria exploratória diferencial (DSC) são as técnicas termo analíticas mais difundidas e empregadas para o desenvolvimento de diferentes estudos e aplicações (IONASHIRO, 2004; MACHADO, 2004).

Nas análises térmicas TGA/DTG/DSC observamos o comportamento dos resíduos entre o intervalo de 25°C (temperatura ambiente) e 500°C. Os gráficos abaixo relacionam perda de massa, fluxo de calor e temperatura. As análises termogravimétricas estão representadas pelo fluxo de calor (DSC) na curva azul, perda de peso (TGA) curva verde e a curva termogravimétrica derivada (DTG) pela curva vermelha. A partir das curvas termogravimétricas, é possível notar a ocorrência de três ou quatro eventos de perda de massa, com temperaturas de degradação distintas.

A Figura 9 mostra os resultados do estudo por Termogravimetria do caroço do açaí. Na análise por TGA observamos que ocorrem três processos de perda de massa, primeiro uma pequena variação de massa de cerca de 10% até 100°C devido à perda de umidade, a partir de 225°C em que ocorre uma variação acentuada até 325°C, na qual ocorre uma perda de massa de aproximadamente 60%, atribuída à decomposição da hemicelulose e quebra de ligações da celulose. A terceira variação de massa ocorre a partir de aproximadamente 325°C devido à decomposição final da celulose e da lignina, sendo o teor final de resíduos do caroço do açaí é de 19% a 550°C. A redução de 50% da massa inicial ocorreu em 300°C.

As curvas de fluxo de calor (DSC) para o caroço de açaí determinaram o pico endotérmico a 65°C no valor de -0,7 W/g e o pico exotérmico 300°C no valor 0,27 W/g, o fluxo de calor 0,0 foi obtido a 250°C. De acordo com Martins et. al. (2009) o pico endotérmico correspondente à liberação de água de formação da fibra lignocelulósica e o aparecimento de um pico exotérmico está relacionado à deterioração da fibra (queima e/ou evaporação dos seus componentes).

A curva de DTG mostrou um pico inicial em 50°C correspondente à eliminação de água, e após este pico os caroços de açaí apresentaram uma

degradação com segundo pico em 240°C, relacionado à despolimerização da hemicelulose, e um terceiro grande pico em 280°C atribuído a decomposição da celulose e lignina, sendo que a degradação dos resíduos terminou em 350 °C.

As cores abaixo representam nos gráficos:

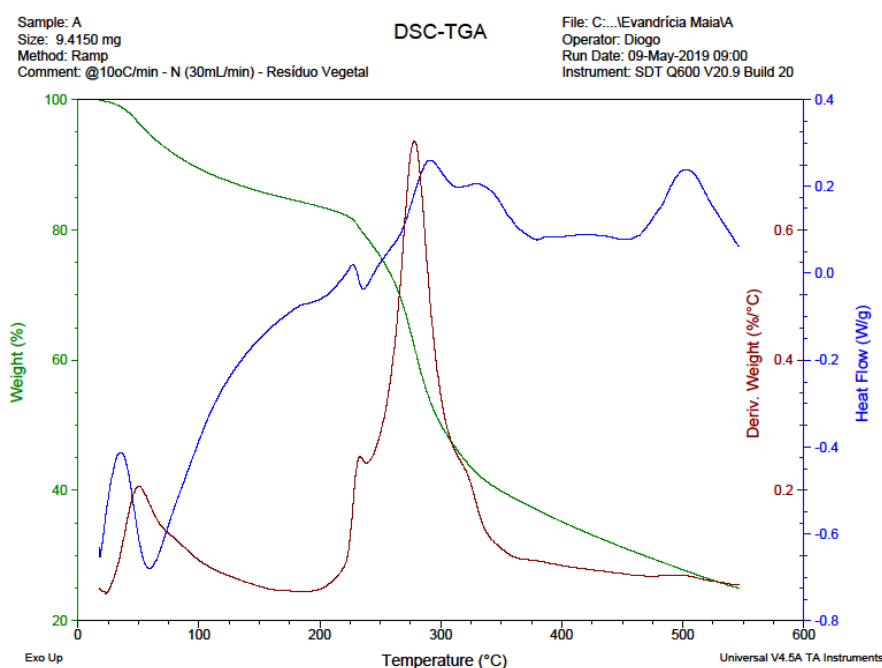


Figura 9:Análise termogravimétrica do caroço do açai.

Martins et al. (2009) analisaram a Termogravimetria em outra espécie de açai (*Euterpe oleracea*), na qual encontraram resultados de TG e de DTG para o caroço e observaram que após a redução de massa inicial, atribuída à perda de umidade, o processo de degradação mudou de três para quatro etapas e ocorreu uma redução acentuada no teor de resíduos similar ao que aconteceu para as fibras do endocarpo. O caroço apresentou boa estabilidade térmica até 200°C, apresentando uma perda de massa de 10%. A partir desta temperatura, inicia-se o processo de degradação da hemicelulose, da celulose e da lignina. A estabilidade térmica do caroço é menor que a das fibras, sendo que, a 300°C, sua massa foi reduzida em 50%, enquanto para as fibras, esta porcentagem de redução da massa inicial ocorreu a 350°C.

A Figura 10 exibe os resultados da Termogravimetria de casquilho de guaraná. Na análise por TGA ocorrem três processo de perda da massa, a primeira variação é de 10% em 100°C devido à perda de umidade. A partir de 250°C em

ocorre uma variação acentuada até 350°C, em que é atribuída à decomposição de hemicelulose e quebra de celulose. O teor final de resíduos do casquilho do guaraná é de 35% a 550°C

As curvas de fluxo de calor (DSC) para os casquilhos de guaraná tem o pico endotérmico de °C no valor de -0,85W/g e o pico exotérmico de 0,75 W/g, o fluxo de calor 0,0 foi obtido a 225°C

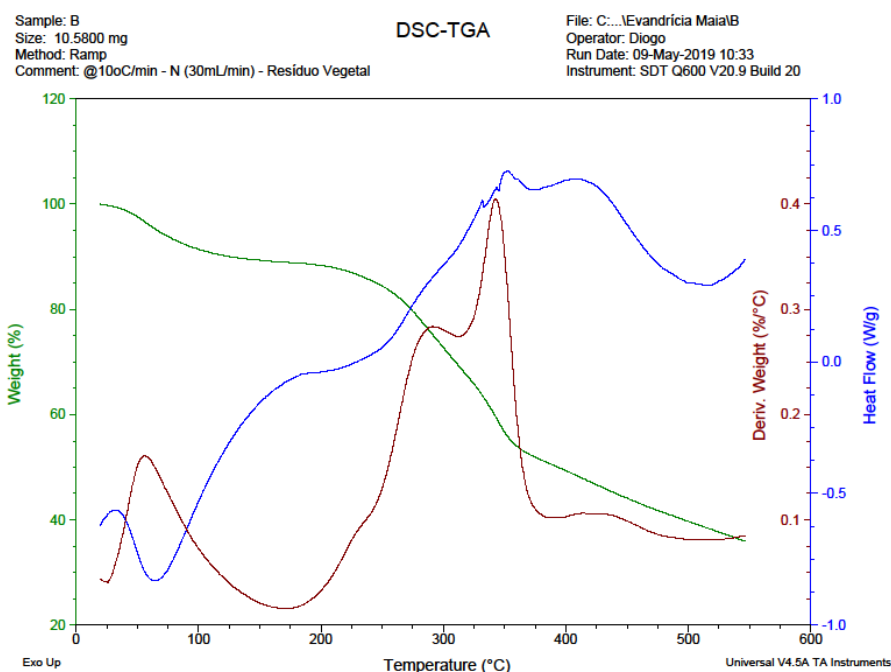


Figura 10: Análise termogravimétrica do casquilho do guaraná

A curva de DTG mostrou um pico inicial em 55°C correspondente à eliminação de água e após este pico, os casquilhos de guaraná apresentaram uma degradação com segundo pico em cerca de 290°C relacionado à despolimerização da hemicelulose, um terceiro grande pico em 345°C atribuído a decomposição da celulose e lignina, sendo que a degradação dos resíduos terminou em 450°C.

A Figura 11 mostra os resultados do estudo de Termogravimetria dos caroços de tucumã (C1). Na análise por TGA observamos que ocorrem três processos de perda de massa, primeiro uma pequena variação de massa de cerca de 7% até 100°C devido à perda de umidade, a partir de 250°C em ocorre uma variação acentuada até 375°C onde ocorre uma perda de massa de aproximadamente 60% atribuída à decomposição da hemicelulose e quebra de ligações da celulose. Sendo

o teor final de resíduos dos caroços do tucumã é de cerca de 27% a 550°C e a redução de 50% da massa inicial ocorreu em 355°C.

As curvas de fluxo de calor (DSC) para os caroços do tucumã apresentam o pico endotérmico a 50°C no valor de -0,5 W/g e o pico exotérmico 360°C no valor 0,5 W/g, o fluxo de calor 0,0 foi obtido a 235°C.

A curva de DTG mostrou um pico inicial em 130°C correspondente à eliminação de água e após este pico, os caroços do tucumã, apresentaram uma degradação com segundo pico em cerca de 285°C relacionado à despolimerização da hemicelulose, um terceiro grande pico em 350°C atribuído a decomposição da celulose e lignina, ocorre a degradação dos resíduos terminaram a 450°C.

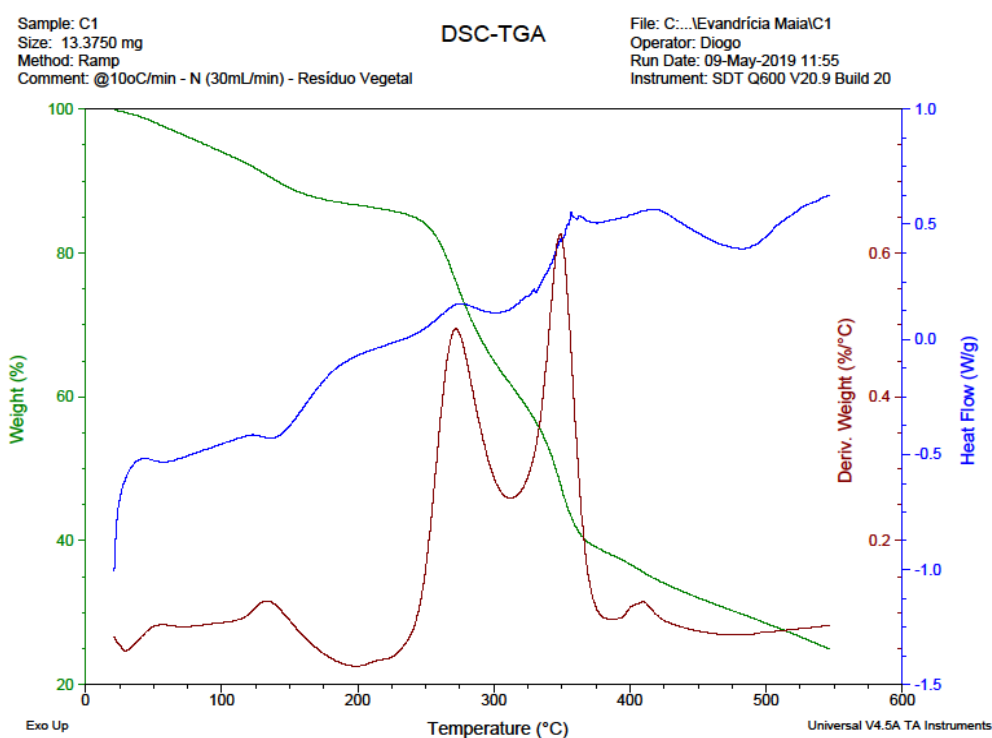


Figura 11:Análise termogravimétrica do caroço do tucumã (C1).

A Figura 12 mostra os resultados de Termogravimetria da fibra que reveste a amêndoa do tucumã (endocarpo) denominada amostra C2. Na análise por TGA ocorrem três processos de perda da massa, a variação é de 6% em 100°C devido à perda de umidade, a partir de 250°C ocorre uma variação até 370°C, onde a perda de massa é de aproximadamente 60% atribuída à decomposição de hemicelulose e quebra de celulose. Sendo o teor final de resíduos endocarpo do tucumã cerca de 27% a 550°C e a redução de 50% da massa inicial ocorreu em 350°C.

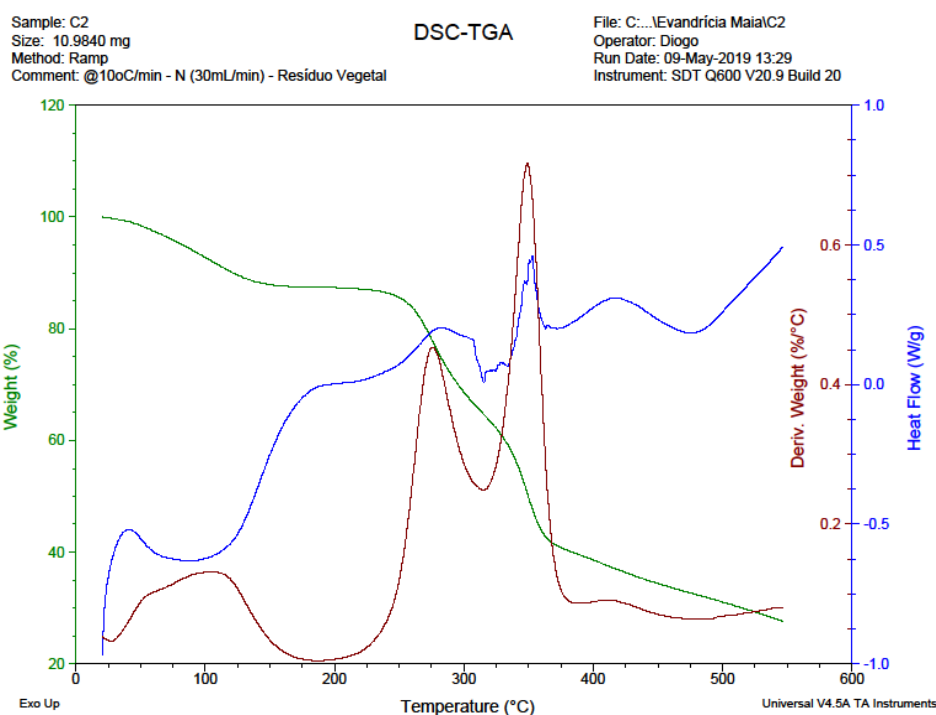


Figura 12: Análise termogravimétrica da fibra que reveste a amêndoa (C2).

As curvas de fluxo de calor (DSC) para da fibra que reveste a amêndoa do tucumã (endocarpo) apresentam o pico endotérmico a 100°C no valor de -0,4 W/g e o pico exotérmico 350°C no valor 0,5 W/g, o fluxo de calor 0,0 foi obtido a 305°C.

A curva de DTG mostrou um pico inicial em 110°C correspondente à eliminação de água e após este pico, o endocarpo apresentou uma degradação com segundo pico em cerca de 275°C relacionado à despolimerização da hemicelulose, um terceiro grande pico em 350°C atribuído a decomposição da celulose e lignina, sendo que a degradação dos resíduos de fibra que reveste a amêndoa (C2) terminaram em 375 °C.

A Figura 13 mostra os resultados de Termogravimetria da amêndoa do tucumã considerada amostra C3. Na análise por TGA ocorrem três processo de perda da massa, a variação é de 8% em 100°C devido à perda de umidade. A partir de 290°C ocorre uma variação acentuada até 420°C com perda de massa de aproximadamente 80% sendo esta atribuída à decomposição de hemicelulose e quebra de celulose. O teor final de resíduos endocarpo do tucumã é de cerca de 17% a 550°C e a redução de 50% da massa inicial ocorreu em 320°C.

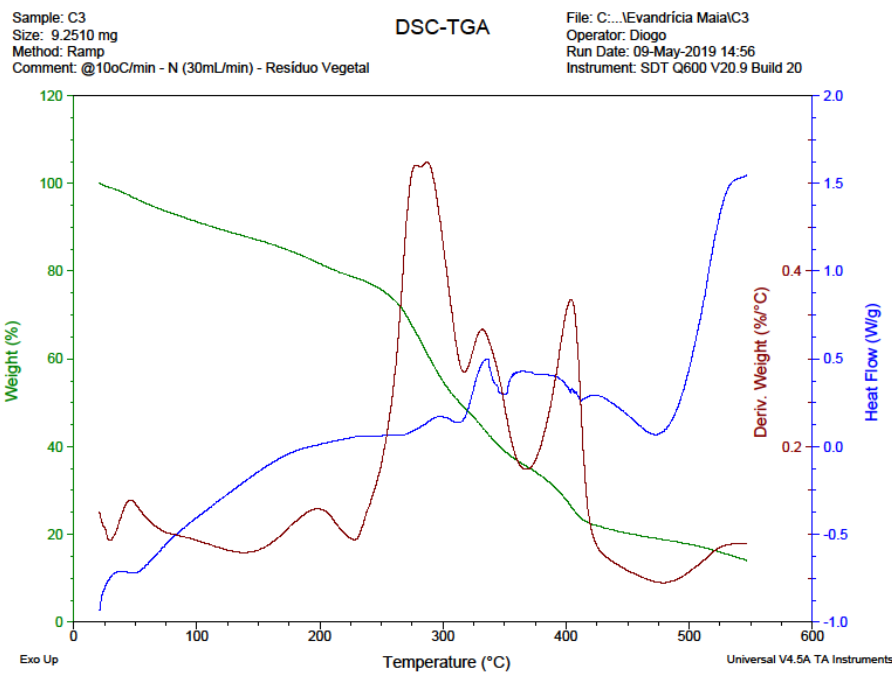


Figura 13: Análise termogravimétrica da amêndoa de dentro do caroço (C3).

As curvas de fluxo de calor (DSC) para da amêndoa de dentro do caroço de Tucumã apresentam o pico endotérmico a 330°C no valor de 0,5 W/g e o pico exotérmico 550°C no valor 1,5 W/g, o fluxo de calor 0,0 foi obtido a 175°C.

A curva de DTG mostrou um pico inicial em 50°C correspondente à eliminação de água e após este pico apresentou uma degradação com segundo pico em cerca de 200°C, um terceiro grande pico em 280°C relacionado à despolimerização da hemicelulose, e um quarto pico a 340°C atribuído a decomposição da celulose e lignina e um quinto pico a 415 °C. A degradação dos resíduos das amêndoas de dentro dos caroços de tucumã terminou a partir de 450°C.

De acordo com as figuras 9 a 13, as amostras tiveram uma variação significativa da massa, onde mostra a perda da umidade inicial (próximo a 50°C), perda da hemicelulose (aproximadamente a 250°C), depois perda da celulose (próximo de 300°C) e por último da lignina até 600°C, essas variações da massa são uteis para conhecer os aspectos que o material orgânico exercesse quanto é submetido a altas temperaturas.

Por meio da Termogravimetria é possível avaliar a decomposição, degradação oxidativa, degradação redutiva e reações de estado sólido e os físicos

de desidratação, vaporização, sublimação, adsorção, dessorção e absorção (GIOLITO, 1988; ARAUJO, 2003; PEREIRA et al., 2009). As curvas obtidas fornecem informações sobre a estabilidade térmica e composição da amostra original, composição de algum composto intermediário que pode ter sido formado e ainda a composição de resíduos, se houver (MOTHÉ; AZEVEDO, 2009). Nessas curvas, os degraus correspondem a variações de massas, que podem ser utilizados ainda para fins quantitativos, nesse contexto, a derivada das curvas TG (DTG) apresentam, para cada degrau, picos agudos, tornando a informação, visualmente, mais acessível e com melhor resolução (PEREIRA et al., 2009). No entanto os componentes encontrados por meio da análise Termogravimétrica nos resíduos de açai (*E. precatória*), guaraná (*P. cupana*) e tucumã (*A. aculeatum*) tem sua contribuição para alimentação animal.

Segundo Calsamiglia (1997) a fibra é uma substância formada por vários componentes químicos de composição conhecida, porém com uma estrutura tridimensional variada e pouco conhecida. No seu aspecto químico, a fibra é composta pela celulose, hemicelulose e lignina, embora este último trate-se de um composto fenólico e não carboidrato, assim a fibra para os animais ruminantes é compreendida como um conjunto de componentes dos vegetais que possui baixa digestibilidade e promovem ao rúmen equilíbrio em função da ruminação.

A fibra é essencial para os ruminantes e ainda que seja fornecida em pequenas quantidades na dieta animal, esse teor tem a sua importância no que se refere à microbiota ruminar e seus processos fermentativos. Van Soest (1994) quando ele afirma que quantidade mínima de fibra é necessária para ter concentrações adequadas de microrganismos no rúmen a fim de promover o processo da fermentação, produção de saliva e movimentos ruminais.

Segundo Tomme et al. (1995) tanto na saliva como no suco pancreático dos mamíferos existem enzimas hidrolíticas (amilases) capazes de catalisar a quebra das ligações glicosídicas α -1,4 do amido e do glicogênio, mas não das ligações β -1,4 da celulose, sendo assim alguns microrganismos, como os que habitam o rúmen de herbívoros, são capazes de hidrolisar as ligações β -1,4 da celulose e utilizá-la como fonte de energia.

Além disso, a fibra é importante no metabolismo energético dos ruminantes, pois independentemente da fonte de carboidratos estes são fermentados pelos

microrganismos e convertidos a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente o acético, propanoico e butílico os quais podem corresponder de 60 a 80% das necessidades energéticas dos ruminantes, mas elevados teores de fibra podem diminuir a eficiência de utilização dos carboidratos e outros nutrientes (MERTENS, 1997).

CONCLUSÃO

Através desse estudo foi possível a identificação de compostos e elementos químicos nos resíduos orgânicos do açaí (*E. precatória*), guaraná (*P. cupana*) e tucumã (*A. aculeatum*) que são descartados na natureza, mas tem atraído à atenção de produtores e pesquisadores pela importância e por apresentarem características desejáveis para nutrição animal.

O estudo de resíduos está estreitamente relacionado com a capacidade de novas pesquisas, fomento ao manejo sustentável e incentivo ao cultivo de açaí, guaraná e tucumã, produzindo sementes e frutos de valor comercial.

O conhecimento dos elementos químicos e óxidos na composição dos resíduos desses frutos por meio de análises físicas e bioquímicas são de grande importância para nutrição animal e economia na Amazônia, o qual possibilita o manejo sustentável desses frutos na natureza, bem como indicadores nutricionais como potássio, cálcio, silício, ferro e fósforo para formulação de ração animal, além de ser um vasto campo científico que aborda um conjunto de processos tecnológicos desde o extrativismo, cultivo, produção como também o descarte dos resíduos pela indústria.

Nesse contexto, os elementos químicos presentes no açaí, guaraná e tucumã possuem minerais e nutrientes que são importantes para nutrição de aves, suínos, ruminantes e peixes explorados zootecnicamente, além disso, reforça-se a necessidade de mais estudos sobre os valores e quais componentes químicos que contêm nos resíduos desses frutos que são importantes para o desenvolvimento da região, proporcionando uma produção contínua de qualidade e futuras tomadas de decisões do setor primário e secundário e terciário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ANDRADE, S.C. **Avaliação de Polietileno reciclado Carregado com Fibras de Palma para Confecção de Módulo**. Dissertação de Mestrado, UFPA, 2006.
2. ANDRIGUETTO J.M et al. **Nutrição animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal**.1982.
3. ARAÚJO, A. A. S. **Análise térmica e determinação dos parâmetros cinéticos de preparações farmacêuticas e novas especialidades de zidovudina**. São Paulo, 2003.
4. BENATTI, L. P. **Inovação nas técnicas de acabamento decorativo em sementes ornamentais brasileiras: Design aplicado a produtos com perfil sustentável**. 2013. 146 f. Dissertação de Mestrado – Universidade do Estado de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Design. Belo Horizonte, 2013.
5. BRANEN, A. L.; DAVIDSON, P. M.; SALMINEN, S. **Food additives**. New York: M. Dekker, 1990.
6. BRENELLI, E. C. S. **A extração de cafeína em bebidas estimulantes: uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica**. Quím. Nova [online]. 2003.
7. BROWN, Michael E.. **Introduction to Thermal Analysis: Techniques and Applications**. 1. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005.
8. CALSAMIGLIA, S. **Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes**. XIII Curso de Especialización FEDN. Madrid.1997.
9. COSTA, J. R. DA., LEEUWEN, J. VAN., COSTA, J. A. **Tucumã of Amazonas *Astrocaryum aculeatum* G. Mey**. In: Shanley, P., Cymerys, M., Serra, M., Medina, G. Fruit trees and useful plants in Amazonian life. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2011).
10. CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2ª edição, Editora Unicamp, São Paulo, 2003.
11. CRUZ, K. C. M. S.; VALENTE, A. L. E. F. **Produção familiar, agronegócio e desenvolvimento local sustentável em área remanescente de quilombo um estudo de caso na comunidade Kalunga**.//: **Anais do XLII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**, Cuiabá, 2004.
12. EMBRAPA, MMA/SCA. **A caracterização botânica e geográfica**.1998.
13. EMBRAPA. **Lançado em Belém programa para expansão da cadeia do açaí**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9300926/lancado-em-belemprograma-para-expansao-da-cadeia-do-acai>. Acesso em 14 de novembro de 2016.
14. EMBRAPA. **Sistemas de Produção do Açaí**. ed., dez./2006
15. EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas e perspectivas**. Malavolta, E. (Tradutor). São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1975.

16. ELEOTÉRIO, J. R. **Propriedades físicas e mecânicas de painéis MDF de diferentes densidades e teores de resina**. 2000. 122 f. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
17. FAO- **Food and Agriculture Organization of the United Nations. Wood gas as engine fuel**. Rome. Italy.1986.
18. FAO/INCRA. **Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável**. Brasília FAO/INCRA,1994. 24p. (Versão resumida do relatório final do projeto UTF/BRA/036).
19. FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3rd ed. New York: M. Dekker, 1996.
20. FRANZ EUGEN Koehler. **Descrição anatômica de Paullinia cupana**. 1897
21. GARCIA, Eloi. S. **Biodiversidade, biotecnologia e saúde**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro. 1995.
22. GIONBELLINET M. P et al. **Exigências nutricionais de minerais para bovinos de corte**. 2015.
23. GIOLITO, I. **Desenvolvimento, classificação e aplicações dos métodos termoanalíticos**. Rev. Quím. Ind., Rio de Janeiro.1988.
24. GUIMARÃES, M. G. **Produção de biocombustível líquido a partir de resíduo agroindustrial: caroço de pequi**. 2015. 53 f. Monografia de Graduação – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília. 2015.
25. HILLIG, E. **Qualidade de chapas aglomeradas estruturais, fabricadas com madeiras de Pinus, Eucalipto e Acácia negra, puras ou misturadas, coladas com tanino-formaldeído**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2000
26. HASELEIN, C. R.; CALEGARI, L.; BARROS, M. V.; HACK, C.; HILLIG, E.; PAULESKI, D. T.; POZZERA, F.. **Resistência mecânica e à umidade de painéis aglomerados com partículas de madeira de diferentes dimensões**. Ciência Florestal, Santa Maria. 2002.
27. IONASHIRO, M. Giolito: **Fundamentos da Termogravimetria**, Análise Térmica Diferencial, Calorimetria Exploratória Diferencial. São Paulo: Giz, 2009.
28. INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4aed., 1ª Edição Digital, São Paulo, 1000p., 2008, disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimento_sial_2008.pdf
29. KIELINGCLAUDIO A. SANTANAP. GENILSON **Compósito Fabricado do Endocarpo do Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) com Polímero Termoplástico**. 2017.
30. KOLLMANN, F.P.T.; KUENZI, E.W.; STAMM, A.J.; **Principles of wood science and technology II: wood based materials**. 2. ed. Berlin; Springer-Verlag, 1975.

31. KELLY, M. W. **Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard.** Madison, WI: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory. 1977.
32. MALONEY, T. M. **Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing.** San Francisco: Miller Freeman, 1989.
33. MADISON, WI: USDA, **Forest Service**, Forest Products Laboratory, 1977.
34. LAOSIRIHONGTHONG, T.; ADEBANJO, D.; TAN, K. C. **Green Supply Chain Management Practices and Performance.** Industrial Management & Data Systems, n. 113, p. 1088-1109, 2013.
35. LIMA, R. R. TRASSATO, L. C.; COELHO, V. **“O tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.): principais características e potencialidade agroindustrial”.** Belém: EMBRAPA. 25p. (Boletim de pesquisa, 75). 1986.
36. LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T. **Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1996.
37. MARTINS, C. C. et al. **Temporary storage of jussara palm seeds: effects of time, temperature and pulp on germination and vigor.** Horticultura Brasileira, v.22, n.2, p.271-276, 2004.
38. MATHIAS, Caroline de Souza. **Estudo químico e atividades biológicas dos frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer).** 2014. 121 f. Dissertação de Mestrado em Química - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.
39. MARTINS, A.G. et al. **Levantamento etnobotânico de plantas medicinais, alimentares e tóxicas da Ilha do Combu, Município de Belém, Estado do Pará, Brasil.** Revista Brasileira de Farmácia, RJ, v.86, n.1, p.21-30, 2009.
40. MATOS, C. B.; SOUZA, C. N.; FARIA, J.C.; OLIVEIRA, S.J.R.; SACRAMENTO, C. K. **Características físicas e fisico-químicas de cupuaçu de diferentes formatos.** Revista ciência agrária, Belém, n.50, p.35-45, 2008.
41. MESQUITA, A. L. **Estudos de processos de extração e caracterização de fibras do fruto do açai (*Euterpe oleracea* mart.) da Amazônia para produção de ecopainel de partículas homogêneas de média densidade.** PRODERNA/ITEC, Universidade Federal do Pará. Belém, Pará. 2013.
42. PEREIRA, J. G. et al. **Termogravimetria: um novo enfoque para a clássica determinação de cálcio em cascas de ovos.** Química Nova, v.32, n. 6, p. 1661-1666, 2009.
43. MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition.** Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1987.687p.
44. MENDONÇA JÚNIOR AF et al. **Minerais: Importância de uso na dieta de ruminantes.** 2011.
45. MERTENS, D. R. **Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.** Journal of Dairy Science. 1997.

46. MIRANDA, Ires P. A.; REBELO, Afonso; BUENO, Carlos R.; BARBOSA, Edelcilio M.; RIBEIRO, Maria N. S. **Frutos de palmeiras da Amazônia**. Manaus: MCT, INPA. 2001.
47. MORRISON F.B. **Alimentos e alimentação dos animais: Elementos essenciais para alimentar, cuidar e explorar os animais domésticos, incluindo aves**. 1966.
48. MOUSSA, F., Kahn, F. **Uso y potencial economico de los palmas, *Astrocaryum aculeatum* Meyer y *A. vulgare* Martius, em la Amazonia brasileña**. Quito: Abya-Yala: 1997.
49. MOTHÉ, Cheila Gonçalves; AZEVEDO, Aline Damico de. **Análise térmica de materiais**. Editora Artliber, 2009.
50. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. [NRC]. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. National Academy Press, Washington, D.C., USA. 2011.
51. NOGUEIRA, O. L.; Carvalho, C. J. R.; Muller, C. H.; Galvão, E. U. P.; Silva, H. M.; Rodrigues, J.E.L.F.; Oliveira, M.S.P.; Carvalho, J. E. U.; Rocha Neto, O. G.; Nascimento, W. M. O.; Calzavara, B. B. G. 1995. **A cultura do açaí**. Coleção plantar. EMBRAPASPI, Brasília, DF. 1995.
52. NOGUEIRA, C.M.D.; MORAIS, N.M.T.; LOPES, M.F.G.; SÁ, M.J.H.C. **Análises químicas em plantas medicinais**. Revista Brasileira de Farmácia, Rio de Janeiro, v.77, n. 1, p. 5-6, 1996.
53. PAGLIARUSSI, R. S.; FREITAS, L. A. P.; BASTOS, J. K. **A quantitative method for the analysis of xanthine alkaloids in *Paullinia cupana* (guarana) by capillary column gas chromatography**. *Journal of Separation Science*, v. 25, 2002.
54. PASA C. **Relação produção animal e os minerais**, 2010.
55. PAULA, M. B. **A importância das cooperativas de reciclagem na consolidação dos canais reversos de resíduos sólidos urbanos pós-consumo**. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, São Paulo, 2010
56. PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T. Minerais. In: BERCHIELLI, T. T.; et al. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006.
57. PEREIRA, S. F. P.; MACIEL, A. E. S.; SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, J. S. **Remoção de metais de águas superficiais usando carvão vegetal de açaí (*Euterpe oleracea* mart)**. In: International Conference on Engineering and Technology Education, 13, 2014. **Anais...** Guimarães (Portugal), 2014.
58. PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2 Ed., ver. e atual. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009.
59. PINTO S et al. **Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: Uma revisão**. 2012.
60. QUEMEL, R.; CARVALHO, A, C. N.; PENICHE, E. P.; SILVA, R. N. C. **Logística Ambiental: a eco-eficiência como prática estratégica no processo de**

Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Indústria Mariza Alimentos LTDA, Rev. Adm. e Cont. (RAC-FCAT), 2014.

61. RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira.** São Paulo-SP. EPU, USP. 1976.
62. SÁ L.M et al. **Exigência nutricional de cálcio para frangos de cortes nas fases de crescimento e terminação.** 2004.
63. SANTOS, I. H. V. S.. **Disponibilidade de nutrientes em produtos de frutas da Amazônia, açaí (*Euterpe precatória*) e cupuaçu (*Theobroma grandi florum*), produzidos no reflorestamento econômico consorciado adensado –Reca. Porto Velho, Rondônia, 2010.**
64. SEYE, O.; Souza , R. C. R.; Bacellar , A. A.; Morais , M. R. **Caracterização do caroço de açaí como insumo para geração de eletricidade via gaseificação.** *In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 7, 2008. Anais... Fortaleza, 2008.*
65. SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica.** Belém: CIFOR, 2005.
66. SILVA, E. K. **Avaliação do uso de moinha de carvão na compostagem de lodo de esgoto e caroço de açaí para o cultivo milho (Zeamays L.),** Macapá, 2014.
67. SILVEIRA, E. **Plástico de açaí,** Pesquisa FAPESP, São Paulo, 2012.
68. SOBOTKA, A.; CZAJA, J. **Analysis of the Factors Stimulating and Conditioning Application of Reverse Logistics in Construction. Operational Research in Sustainable Development and Civil Engineering.** *In: Meeting of Euro Working Group and 15th German-Lithuanian-Polish Colloquium, Procedia Engineering, 2015.*
69. SOUZA, A. das G. de; SOUSA, N. R. de; SILVA, S. E. L. da; NUNES C.D.M.; CANTO, A. do C.; CRUZ, L A. de A. **Fruteiras da Amazônia.** Brasília: Embrapa–SPI 1996.
70. STORPIRTIS, S. et al. **Ciências Farmacêuticas - Biofarmacotécnica.** Estado: Guanabara Koogan, 2011.
71. TEIXEIRA, M. G.; CÉSAR, S.F. **Produção de Compósito com Resíduo de Madeira no Contexto da Ecologia Industrial.** Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira. EBRAMEM, 2006.
72. TFOUNI, S. A. V. et al. **Contribuição do guaraná em pó (*Paullinia cupana*) como fonte de cafeína na dieta.** Rev. Nutr. [online]. 2007, vol.20, n.1, pp. 63-68. ISSN 1415-5273.
73. TOMME, P., WARREN, R. GILKES, N. **Cellulose hydrolysis by bacteria and fungi.** Advances in Microbial Physiology,.1995.
74. TOKARNIA, C. H.; et al. **Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v.20, n.3, p.127-138, 2000.

75. TREVIZAN L. **O fósforo no organismo animal: Importância e deficiência.** Seminário. 2003.
76. VAN SOEST, P. J. **Nutrition al ecology of the ruminant.** Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.1994.
77. YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA FILHO, D. F.; YUYAMA, K.; REJÃO, M. J.; FÁVARO, D. I. T. T.; VASCONCELLOS, M. B. A.; PIMENTEL, S. A.; CARUSO, M. S. F. **Caracterização físico-química do suco de açaí de Euterpe precatória Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos.** Acta Amazônica, v. 41. 2011.
78. ZAMBIAZI, R.C. **Análise Físico Química de Alimentos.** Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 202p. 2010. SAS Institute. System for Information, versão 8.0. Cary, 2007.