



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA DA AMAZÔNIA
LEGAL**



**A CADEIA DE VALOR DE BIOPRODUTOS DO AMAZONAS:
A CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO DE TECNOLOGIAS DE PROCESSO.**

ROSEANE DE PAULA GOMES MORAES

**MANAUS
FEVEREIRO – 2018**

ROSEANE DE PAULA GOMES MORAES

**A CADEIA DE VALOR DE BIOPRODUTOS DO AMAZONAS:
A CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO DE TECNOLOGIAS DE PROCESSO.**

Orientador: Prof. Dr. Valdir Florêncio da Veiga Junior

Co-Orientador: Dr. Francisco Elno Bezerra Herculano

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas, na Área de concentração Biodiversidade e Conservação.

MANAUS

FEVEREIRO – 2018

Ficha Catalográfica

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

M827c Moraes, Roseane de Paula Gomes
A cadeia de valor de bioprodutos do Amazonas: a contribuição do estudo de tecnologias de processo. / Roseane de Paula Gomes Moraes. 2018
174 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Valdir Florêncio da Veiga Júnior
Coorientador: Francisco Elnó Bezerra Herculano
Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Tecnologia. 2. Bioprodutos. 3. Processamento. 4. Cadeia de valor. 5. Amazônia. I. Veiga Júnior, Valdir Florêncio da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

*“Tua palavra, tua história
Tua verdade fazendo escola
E tua ausência fazendo silêncio em todo lugar*

*Metade de mim
Agora é assim
De um lado a poesia, o verbo, a saudade
Do outro a luta, a força e a coragem pra chegar no fim
E o fim é belo, incerto, depende de como você vê
O novo, o credo, a fé que você deposita em você e só*

*Só enquanto eu respirar
Vou me lembrar de você
Só enquanto eu respirar...”*

*Ao meu pai, Ely Moraes, que chegou a ver parte desta
etapa da minha vida com orgulho, e me deixou a
saudade e a coragem para concluir este desafio
inspirada na confiança que ele tinha nas minhas
realizações.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio, respeito e compreensão nesta caminhada intensa vivida com esforço, trabalho, ausências, perdas, resiliência e superação. Ao meu pai Ely Moraes (*in memoriam*), minha mãe Maria Rosi Gomes Moraes, minhas irmãs, Rosely e Roselene Moraes, e minhas sobrinhas, minhas “pururuquinhas” Camilla e Manuella Moraes. Em cada uma dessas pessoas amadas, cada atitude, abraço, sorriso e diálogo, também estão presentes Deus na Trindade Santa e Maria dos pobres e do silêncio. Com humildade e alegria, sou grata!

À Obed Garcia Barros, amigo, tradutor, o referee mais exigente, sou imensamente grata pela presença constante, colaboração incansável e apoio concreto em todos os momentos. Obrigada por tudo!

Aos meus sogros José Obed e Graça Barros, aos compadres e cunhados Leonardo e Andressa Barros, que colaboraram diretamente no percurso deste caminho. Agradeço pelo carinho constante, sorriso aberto, lindo e sincero do meu sobrinho e afilhado Levi Sobreira Barros.

Agradeço ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia na Amazônia Legal da Rede Bionorte, na pessoa dos coordenadores Prof^ª Dra. Antônia Queiroz e do Prof. Dr. Jair Max Fortunato, por todo apoio e colaborações de toda natureza disponibilizados ao longo desses quatro anos.

Ao meu orientador, Professor Valdir Florêncio da Veiga Júnior, a quem conheci trabalhando juntos no “beiradão” do rio Madeira, no município de Manicoré em julho de 2013, e desde lá vem me incentivando acadêmica e profissionalmente, propondo desafios construtivos e valorizando cada esforço e conquista neste sentido. Obrigada pela orientação constante, pelo apoio, por cada palavra amiga e pelos diálogos mais severos também. Porque não se vive apenas de sonhar e sim, de planejar, organizar e consolidar ações para alcançar as metas que se tem para a vida. Com admiração e respeito, agradeço!

Ao meu Co-Orientador, o Dr. Francisco Elnó Herculano, pela vasta contribuição no campo da economia, da produção e comercialização de produtos naturais na realidade amazônica. Obrigada por “manter os meus pés no chão”!

Às amigas de infância e adolescência, Tânia Castro, Andréia Hara, Rebeca Flores, Christiane Castro e Ana Maria Castro, que me acompanham pela vida e compartilharam das minhas preocupações, alegrias, desesperos e transformações no percurso deste doutorado.

Obrigada por toda paciência, apoio e carinho de cada uma à sua maneira e nas suas possibilidades. Imensamente grata!

Às amigas-irmãs que a Universidade do Amazonas me proporcionou conhecer e a vida se encarregou de nos manter unidas até hoje, Lucivana Mourão, Doriane Rodrigues, Cristiany Silva e Karina Damasceno. Obrigada pelos risos e choros, pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis e por partilharem também as alegrias e conquistas em cada ciclo de nossas vidas.

À minha afilhada e designer, Thayssa Castro, por estar sempre disposta a colaborar melhorando fotos e mapas tornando esse trabalho o mais original e didático possível.

A todas as pessoas que participaram e as que hoje constituem o Grupo Q-Bioma, todo meu agradecimento pela convivência, aprendizado e colaboração.

À Olinda Canhoto, Frederico Nogueira e Carlos Victor Lamarão, queridos amigos, irmãos e parceiros que o grupo de pesquisas Q-bioma me deu a oportunidade de conhecer, com os quais aprendi muito e onde a convivência/experiência tornou mais branda a carga emocional que um doutorado tem. Quero levá-los comigo por toda vida.

Aos colegas das turmas 2014 e 2015 dos PPGs Bionorte e Biotec, em especial aos mais próximos, Ketlen Ohse, Neila Picanço, Rosana Mafra e Rafael Medeiros, companheiros nas disciplinas, incentivadores sinceros na amizade e no respeito pelos trabalhos de cada um de nós.

Aos Professores/Amigos que incentivaram e colaboraram diretamente para o meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional, desde 1994, quando ingressei na Universidade do Amazonas, até hoje: José das Neves Falcão, Nidia Noemi Fabr e, Maria Olivia de Albuquerque Simão, Vandick Batista, Thierry Gasnier, Eduardo Nagao, Eva Atroch, Maria Gracimar Pacheco “Gal”, Marcelo Gordo e Spartaco Astolfi Filho. Toda a minha gratidão, admiração e respeito.

Aos Professores que fizeram parte da banca do exame de qualificação, Prof. Dr. Charles Clement, Prof. Dr. Dimas Lasmar e Prof. Dr. José de Castro, os quais contribuíram muito com suas correções e sugestões para a tese que hoje entrego.

Ao Dr. Aldenor da Silva Ferreira por compartilhar sua rica experiência na Índia e na Amazônia com os trabalhadores da juta e gentilmente disponibilizar esses valiosos conhecimentos ao meu trabalho.

Ao Dr. Antônio Carlos Siani, da Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz/RJ, pelo incentivo, parceria e colaboração para a publicação dos resultados referentes à cadeia produtiva de resinas de breu.

Aos interlocutores que facilitaram o meu acesso aos empreendimentos e instituições durante as coletas de campo nos municípios, além de disponibilizar seu tempo e informações a cerca da realidade pesquisada. Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Felipe Silva, Prof. Leandro Morais, Prof.a. Sônia e seu marido, Elione.

Aos colaboradores entrevistados, empresários, dirigentes, cooperados, responsáveis pela produção nas agroindústrias visitadas e demais envolvidos nas cadeias produtivas dos bioprodutos focais desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal, CAPES, pela concessão de bolsa de estudos para a realização desta pesquisa.

À Universidade do Estado do Amazonas, UEA e à Universidade Federal do Amazonas, UFAM, nas suas estruturas organizacionais, de recursos humanos, de pesquisa e de logística oportunizaram orientação, aprendizagens e experiências fundamentais aos meus estudos.

Minha gratidão sincera.

RESUMO

Este trabalho descreve e analisa as tecnologias de processamento de bioprodutos tendo como base o levantamento destas na realidade local e em outros cenários tecnológicos nacionais e internacionais. Os dados foram obtidos por meio da pesquisa de campo, documental e bibliográfica, realizada em diferentes municípios do Amazonas e em empreendimentos nacionais e internacionais. Nos resultados foram analisadas as singularidades e especificidades das tecnologias aplicadas no processamento de fibras naturais de juta/ malva, de oleoresinas de breu, de polpa de açaí, de sementes de cupuaçu e de castanhas, no sentido de contribuir para o estudo da cadeia de valor destes bioprodutos considerando os diferentes contextos de produção, as políticas públicas de apoio ao setor, as questões ambientais relacionadas e as características de gestão. Visando o desenvolvimento local, o intuito desta investigação foi ampliar as alternativas tecnológicas que correlacionem estratégias e processos nas atividades de apoio da cadeia de valor de bioprodutos amazônicos. Na Índia, utilizam-se cultivares de elite, selecionando variedades de juta de alto rendimento, a fim de permitir que os agricultores obtenham o maior rendimento econômico possível por unidade de terra arável. Assim como, o uso do consórcio bacteriano pectinolítico foi eficiente para acelerar a maceração da juta e verificou-se que as fibras de plantas recém colhidas com auxílio de extrator de fibras operadas manualmente, similar à máquina descortadora fornecida aos produtores da Amazônia e Pará, permite a maceração de 5 a 7 dias em condições de campo agricultores com melhor qualidade de fibra no grau de texturização, o que garante suavidade e resistência. Dados disponíveis na literatura e os dados analíticos de técnicas podem ser aplicados para gerar padrões para a extração, purificação, e análise da fração resina breu, apontam problemas de qualidade com base em padrões físico-químicos que podem afetar a cadeia produtiva por: consolidar as metodologias apropriadas para coletar e armazenar a matéria-prima; agregar valor e qualificar a melhoria primária de processos e apoiar a certificação das matérias-primas para comercialização. As tecnologias mais avançadas e praticadas em outras localidades para agregar valor aos produtos do fruto do açaí foram as que se aplicam na produção da polpa desidratada como a liofilização, a atomização, desidratação a vácuo, e a produção do xarope em misturas de polpa de açaí com outras frutas. A combinação dos cuidados com a conservação dos castanhais, as boas práticas de manipulação das castanhas associadas às tecnologias avançadas de processamento e controle de aflatoxinas, são aspectos fundamentais para que esta atividade produtiva consolide um perfil sustentável e atrativo a investimentos e exportação. Para a manteiga de cupuaçu, torna-se especialmente importante reduzir as perdas na quantidade de sementes que entram no processamento, o que pode ser alcançado por mudanças tecnológicas para otimização da fermentação e secagem das sementes. Atender aos padrões e normas de qualidade e segurança pode não representar uma restrição a comercialização destes bioprodutos, desde que sejam estabelecidos objetivos alcançáveis pelos empreendimentos locais, a partir de informações sobre os recursos naturais utilizados, conhecendo o mercado e as possibilidades de especialização ou diversificação dos produtos e subprodutos pelos meios de processamento e tecnologias.

Palavras-chave: tecnologia, bioprodutos, processamento, cadeia de valor, Amazônia.

ABSTRACT

This work describes and analyzes the bioproduct processing technologies based on the survey of these in the local reality and in other national and international technological scenarios. The data were obtained through field, documental and bibliographical research, carried out in different municipalities of Amazonas and in national and international enterprises. The results were analyzed the singularities and specificities of the technologies applied in the processing of natural jute / mauve fibers, breu oleoresins, açaí pulp, cupuaçu seeds and nuts, in order to contribute to the study of the value chain of these bioproducts considering the different production contexts, public policies to support the sector, related environmental issues and management characteristics. Aiming at local development, the intent of this research was to expand the technological alternatives that correlate strategies and processes in the support activities of the value chain of amazonian bioproducts. In Índia, elite cultivars are used, selected varieties by breeding to increase the yield potential of the fibers. Plant breeding continues to develop high-yielding varieties of jute in order to allow farmers to get highest possible economical yield per unit of arable land. As the use of pectinolítico bacterial consortium was efficient to accelerate the steeping Indian jute and it was found that the drawn tapes of freshly harvested plants with the help of any fiber extractor manually operated, similar to descorticadora machine supplied to the producers in the Amazon and Para could be macerated within 5 to 7 days under field conditions farmers with improved improved fiber quality in the degree of texturization, the lower this thinnest value and texturization are the wires, which guarantees softness and resistance to these. Data available in the literature and the analytical data of techniques that could be applied to generate standards for the extraction, purification, and analysis of the pitch fractions point to quality problems based on physical-chemical standards can affect the productive chain by: consolidating appropriate methodologies to collect and store the raw material; add value and qualify the primary process improvement and support the certification of the raw materials for commercialization. The most advanced technologies used in other locations to add value to açaí fruit products were those applied in the production of dehydrated pulp such as lyophilization, atomization, vacuum dehydration, and the production of syrup in açaí pulp mixtures with other fruits. The combination of cares for chestnut conservation, good chestnut handling practices associated with advanced aflatoxin processing and control technologies are fundamental aspects for this productive activity to consolidate a sustainable and attractive profile for investments and exports. For cupuaçu butter, it is especially important to reduce losses in the quantity of seeds entering the processing, which can be achieved by technological changes to optimize fermentation and seed drying. Meeting the standards and norms of quality and safety may not represent a restriction on the commercialization of these bioproducts, provided that objectives achievable by the local enterprises are established, based on information about the natural resources used, knowing the market and possibilities of specialization or diversification of products and byproducts by means of processing and technologies.

Keywords: technology, bioproducts, processing, value chain, Amazon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produtos naturais majoritários por microrregiões de origem.....	30
Figura 2. Comparação entre os processos de beneficiamento da fibra de juta com as intervenções técnicas e tecnológicas praticadas na Amazônia e na Índia. Erro! Indicador não definido.	
Figura 3. Fases do processamento da castanha-da-Amazônia desidratada embalada a vácuo em uma usina de beneficiamento.....	45
Figura 4. Resíduos das cascas da castanha para ser utilizados na caldeira da cooperativa.	46
Figura 5. Fluxograma dos processos de transformação do fruto do cupuaçu. Adaptado de ISAE/FGV/SUFRAMA (2003).	50
Figura 6. Ambiente e recipientes em que as sementes de cupuaçu ficam armazenadas na fase de fermentação na agroindústria visitada.	51
Figura 7. Estufas artesanais para a secagem das sementes de cupuaçu na agroindústria visitada.....	52
Figura 8. Esquema do spray-dryer e do fluxo do ar de secagem.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Proposição preliminar das espécies para levantamento de dados sobre a produção no Estado do Amazonas.	25
Quadro 2. Lista de locais para a pesquisa de campo por produto/empresa.	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1. As tecnologias e as transformações nos sistemas de produção.	15
2.2 Tecnologias apropriadas e o paradigma da sustentabilidade.	17
2.3 Bioprodutos, sustentabilidade e gestão.	19
2.4 A visibilidade comercial dos produtos da biodiversidade amazônica e os entraves associados.	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Área de estudo	25
3.2 Espécies focais da pesquisa	25
3.3 Pesquisa de campo	26
3.4 Instrumentos de coleta de dados	27
3.5 Análise de dados	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Principais bioprodutos explorados no Amazonas e sua valorização para o desenvolvimento local.	29
4.2 As tecnologias vigentes no processamento de bioprodutos no Amazonas e as perspectivas promissoras.	32
4.2.1 O processamento de fibras naturais no Amazonas (juta e malva) e na Índia (juta).	32
4.2.2 Aspectos tecnológicos e de gestão para a cadeia produtiva das resinas de breu.....	36
4.2.3 Análise da realidade da bioindústria da polpa de açaí em Codajás a partir de contextos tecnológicos mais avançados.	38
4.2.4 O processamento de castanhas desidratadas no Amazonas e as contribuições da indústria boliviana.	43
4.2.5. Comparação das tecnologias da bioindústria do cupuaçu <i>Theobroma Grandiflorum</i> com processos tecnológicos de transformação do cacau <i>Theobroma Cacao</i>	49
CONCLUSÕES.....	57

REFERENCIAS	60
Apêndice A – Formulário de entrevistas para a pesquisa de campo	72
Apêndice B – Artigo “Produtos da Amazônia: Distinguir para valorizar” publicado na revista Ciência Hoje, N°333, v. 56, Jan/Fev, 2016	74
Apêndice C – Artigo “The sustainability of amazon natural fibers: the problem of technology and the prospect of productive diversification”. A ser submetido à revista internacional Economic Botany.	75
Apêndice D – Artigo “Toward establishing the productive chain for triterpene – based amazonian oleoresins as valuable non-timber forest products” publicado na revista Open Journal of Forestry, 2017, 7, p. 188-208	91
Apêndice E - Artigo sobre as tecnologias de transformação da polpa de açaí	92
Apêndice F – Capítulo de livro intitulado “A bioindústria da castanha-da-amazônia: a realidade e as perspectivas para agregação de valor ao produto local”, publicado no livro Estudos da bioindústria amazonense: sustentabilidade, mercado e tecnologia. Manaus: FUA, 2017. p. 113 – 127.	116
Apêndice G - Esboço do artigo sobre o processamento do cupuaçu em uma agroindústria no interior do Amazonas comparado ao processamento do cacau.....	129
Anexo 1 - Declaração da Editora da Universidade Federal do Amazonas (EDUA) sobre a publicação do capítulo de livro intitulado “ <i>A bioindústria da castanha-da-amazônia: a realidade e as perspectivas tecnológicas para a agregação de valor ao produto local</i> ”, incluído no livro Estudos da bioindústria amazonense: sustentabilidade, mercado e tecnologia , ISBN 978-85-526-0031-2.....	143

1. INTRODUÇÃO

A desigualdade e a sustentabilidade estão diretamente relacionadas aos desequilíbrios nos processos produtivos. Na forma atual de uso dos fatores de produção e das tecnologias, a inclusão produtiva é exceção. O fato essencial é que o modelo atual de desenvolvimento subutiliza as capacidades produtivas do país, aumentando o desafio do acesso ao trabalho digno preconizado nos objetivos do desenvolvimento sustentável até 2030 (LOPES, 2014; ONU, 2015).

Objetivo 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.

Objetivo 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação (ONU, 2015 p. 18).

Nesse contexto, abrem-se oportunidades para integrar uma indústria baseada em matérias-primas renováveis. Na área de energia, com os conhecidos biocombustíveis, um fluxo de inovações em desenvolvimento lançou as bases para uma indústria integrada de exploração de biomassa. Entretanto, essa indústria, ainda em construção, irá exigir esforço tecnológico considerável (COUTINHO & BOMTEMPO, 2011).

Os determinantes do interesse crescente por matérias-primas renováveis são o potencial da biologia industrial ou *white biotechnology* (RIESE, 2009), as restrições ambientais ao uso de matérias-primas fósseis (LISKA et al., 2001), a orientação das estratégias empresariais e a perspectiva da inovação tecnológica (COUTINHO & BOMTEMPO, 2011).

É possível avançar nesta direção concentrando parte importante da capacidade científico-tecnológica do país no estudo do trinômio “biodiversidade – biomassa – biotecnologia”, buscando a otimização do uso da biomassa na produção de alimentos, energia, adubos, rações animais e produtos industriais (SACHS, 2001). Para isto, é crucial que se persiga a diversificação das atividades, a identificação de mecanismos que permitam a inovação tecnológica na indústria e a exploração sustentável da biodiversidade. Essas atividades podem gerar complementaridades e economias externas capazes de atuar fortemente no sentido de recolocar a região na direção do desenvolvimento sustentado (SALAZAR, 2004).

A degradação ambiental materializada pelo processo de desenvolvimento tecnológico, o cenário atual das atividades de ciência, tecnologia e inovação na região amazônica e seus impactos na dinâmica dos sistemas e processos produtivos, demonstram que os programas e

projetos com resultados positivos ainda representam apenas uma pequena escala. Estes se concentram em poucos bioprodutos como o caso do guaraná, dendê, a fruticultura associada aos sistemas agroflorestais como açaí, cupuaçu, pupunha, entre outros (COSTA, 2010).

Outros bioprodutos como andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), copaíba (*Copaifera spp.*), juta (*Corchorus capsularis* L.), malva (*Urena lobata* L.), castanha (*Bertholletia excelsa* HBK), açaí (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart.) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) necessitam de levantamentos adicionais que possam maximizar o valor agregado pela transformação *in loco* nas cidades e regiões. Muitos destes recursos naturais são valorizados no mercado interno e externo. Entretanto, possivelmente pela falta de políticas de incentivo aos produtores locais, a oferta desses produtos não está compatibilizada com estrutura tecnológica de transformação, dificultando o acesso a maiores oportunidades de investimentos, de incremento de capital e melhoria dos processos industriais a partir de mão-de-obra qualificada.

Os investimentos neste setor demandam mão-de-obra especializada e tecnicamente adaptável, em condições de atender e assimilar com rapidez o acelerado processo de mudança tecnológica deste século. Assim, torna-se importante conhecer as tecnologias industriais modernas associadas à transformação de bioprodutos, no sentido de indicar as mudanças necessárias para incrementar processos orgânicos eficientes e sustentáveis, melhorias na qualidade atendendo aos aspectos fitossanitários e com isso, agregando-lhes valor.

Qualidade físico-química, organoléptica e fitossanitária do produto são dimensões inseparáveis em todas as fases da produção e processamento de bioprodutos, embora tenham diferentes significados entre os elos destas cadeias. Para o produtor, por exemplo, obter qualidade fitossanitária pode ser entendido como "produzir um alimento sem defeitos aparentes, com mínimo risco de perder a produção por pragas e doenças". Já para o industrial, qualidade com segurança pode implicar em "manter as características dentro de limites permissíveis para os padrões tradicionais internos, atendendo à legislação vigente na fabricação e na distribuição" e, finalmente para o consumidor, qualidade com segurança pode ser "adquirir um produto que satisfaça suas necessidades com relação a sabor, textura, odor, valor nutritivo, conteúdo de aditivos e higiene, mantendo mínimo o perigo de adoecer por consumir o alimento" (GUAZZI, 1999).

No Estado do Amazonas, os bioprodutos são muito importantes, entretanto, persistem tecnologias rudimentares e processos de transformação que podem comprometer a sustentabilidade da atividade implicando em desperdício de matérias-primas, baixo valor comercial dos produtos, prejuízos à saúde, ao bem estar do trabalhador e do consumidor final,

bem como a adequação fitossanitária, o que dificulta a inserção plena destes produtos no mercado. Desta forma, a importância deste trabalho consiste na compreensão das tecnologias atuais de processo industrial para bioprodutos da Amazônia e suas interações com a sustentabilidade econômica, social e ambiental bem como na comparação com outros processos tecnológicos empregados pela indústria nacional ou internacional que possam ser propostas para a realidade amazônica, visando possibilidades de mudanças positivas para o setor.

Importante considerar neste contexto a quarta influência filosófica de Ignacy Sach - a combinação tecnológica. Em suas viagens à Índia e China, Sachs observou a possibilidade de combinar alta tecnologia com baixa tecnologia, no sentido de acúmulo de capital e conhecimento, sem cair na ilusão de que o melhor é aquilo que tem mais ciência inserida. O melhor é a combinação dos dois perfis tecnológicos, e verificou que isto se aplica em todos os setores da economia e da vida social (LOPES, 2014).

Muitos setores de transformação de bioprodutos regionais estão estagnados em processos tecnológicos comuns ainda na primeira revolução industrial. Somente com acesso ao conhecimento à segunda e quem sabe, à terceira revolução industrial/tecnológica será realidade na busca de uma transformação de paradigmas quanto à melhoria tecnológica da indústria regional, com aproveitamento sustentável dos recursos naturais, valoração justa de produtos e serviços ambientais, o acréscimo de alternativas econômicas com ganhos sociais e a valorização da força de trabalho da população amazônica.

1.1OBJETIVOS

GERAL

Analisar as tecnologias de transformação de bioprodutos no Amazonas a partir do levantamento de processos mais avançados na bioindústria nacional/internacional.

ESPECÍFICOS

- Identificar as cadeias produtivas de juta e malva; resinas de breu, açaí, castanha e cupuaçu no Amazonas.
- Descrever e avaliar as tecnologias aplicadas no processamento de bioprodutos regionais.
- Identificar tecnologias mais avançadas para o processamento e transformação de bioprodutos destacados nesta pesquisa e/ou para produtos similares praticadas em outros cenários do contexto nacional e internacional.
- Analisar as tecnologias mais avançadas relacionando-as com as tecnologias de processamento de bioprodutos vigentes no contexto regional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. As tecnologias e as transformações nos sistemas de produção.

Baumgarten (2002) destaca o sentido etimológico da palavra tecnologia, a origem do termo vem do grego *tecknologia* e significa tratamento ou descrição sistemática de uma ou mais *teknai* (artes, práticas e ofícios). Assim, na perspectiva da autora, tecnologia pode ser definida, genericamente, como um conjunto de conhecimentos e informações organizados, provenientes de fontes diversas como descobertas científicas e invenções, obtidos através de diferentes métodos e utilizados na produção de bens e serviços (CASTRO, 2013).

Friedmann (1962) justifica que todo trabalho depende de condições técnicas, que pressupõem a existência de um meio material, mais ou menos complexo, representado por instrumentos e aparelhos. Ao fazer tal reflexão, o autor delimita essa vinculação e orienta que na relação entre trabalho e tecnologia, ao mesmo tempo em que o trabalho está inscrito na estrutura da máquina a tecnologia passa a representar essa máquina/instrumento (meio material) e a maneira de utilizá-lo (técnica).

Sob esse aspecto, Friedmann (1962) considera que, o conceito, as acepções e concepções de tecnologia, em um determinado contexto sócio-histórico, giram em torno da preocupação existente entre a função e a adaptação do homem por meio do trabalho, ou seja, pela sua materialidade. Isso porque:

Desde as suas origens e através de todas as etapas da sua evolução, até os primórdios da automatização (que o suprime em suas formas tradicionais), o trabalho está inscrito na estrutura da ferramenta ou da máquina: a tal ponto que, para os períodos da Pré-história ou da História desprovidos de qualquer documento que nos explique as modalidades práticas do trabalho, estas se esclarecem graças à descoberta de uma ferramenta, de um instrumento (FRIEDMANN, 1962 p. 80 e 81).

Nesse sentido, todos os conhecimentos da ferramenta, da máquina, dos processos de fabricação, determinam as formas de trabalho e, em certos casos, sua diversidade são produtos simbólicos, não podendo ser concebidos fora da dimensão sócio-histórica. Esses produtos simbólicos são tecidos, por meio dos sistemas simbólicos, e materializam-se por meio das contradições e relações dialéticas entre homem e trabalho (CASTRO, 2013).

Assim, para satisfazer as necessidades humanas é indispensável produção ou usufruto de bens que o homem extrai da natureza, transformando-os, modificando suas características, deslocando-os e estocando-os no espaço. A atividade humana consiste em modificar os recursos e a natureza com a finalidade de satisfazer as necessidades humanas é denominada

pelo termo produção. Trata-se de uma atividade consciente e intencional, fundamentada no trabalho. Das relações entre a produção e o trabalho se originam os elementos vitais do processo econômico (LANGE, 1967 apud ROSSETTI, 2012).

Os recursos que os sistemas econômicos mobilizam no processo de produção, as reservas naturais, ou o fator terra. As reservas naturais, renováveis ou não, encontram-se na base de todo o processo de produção. A própria distribuição espacial das populações humanas foi historicamente condicionada pela disponibilidade de reservas naturais como, terras potencialmente apropriadas para agricultura e produção animal, mananciais, lençóis de água subterrâneos, rios, recursos da flora e da fauna, clima e a pluviosidade (ROSSETTI, 2012).

O homem modifica a disponibilidade de recursos naturais pela descoberta de novos usos para os materiais. Quando o estado tecnológico se altera pela inovação, as características econômicas e, também físicas, de um dado recurso natural podem igualmente alterar-se. Assim, quando a tecnologia evolui, a base dos recursos naturais tende igualmente a se alterar (ROSSETTI, 2012).

O desenvolvimento de tecnologias sempre foi uma condição determinante na mudança dos padrões de sobrevivência das populações humanas. A necessidade de controlar as condições naturais, entre elas o uso da biodiversidade, pode ser constatada no transcurso histórico do progresso da humanidade.

Durante o período denominado “Idade do Aço”, a introdução de novos instrumentos de trabalho agrícola deu aos pastores meios para restringir seu nomadismo e estabelecer povoados permanentes. Com o desenvolvimento da metalurgia do ferro, da escrita alfabética e do papel houve a especialização das funções tribais como defesa, subsistência e acumulação de estoques. Este processo de acumulação sinaliza o início do que poderia ser chamado de comércio (SALAZAR, 2004). Com isso, nota-se que desenvolvimento de tecnologias atua frequentemente como indutor de melhoria de qualidade de vida em diversas fases da luta pela sobrevivência da humanidade.

Percorrendo a história da ascensão da sociedade de mercado, exibem-se evidências de que na antiguidade a capacidade técnica era limitada, destacando-se o aspecto predominantemente agrícola da economia neste período. As sociedades antigas eram economias rurais, tendo como base um cultivador da terra, um camponês. Ele não está tecnologicamente atento, mas apega-se com persistência e proficiência aos métodos empíricos. Este camponês não produz para um “mercado”, mas para si próprio e para o dono da terra (HEILBRONER, 1987). Esta não é uma condição restrita à antiguidade.

Nos séculos XIV e XV prosseguiu o desenvolvimento comercial e industrial em relação com o desenvolvimento das necessidades (mineração, metalurgia, indústria têxtil). Formou-se o capitalismo, composto de industriais que fazem trabalhar os assalariados. As perturbações mais importantes, em certas regiões, produziram-se no campo. O incremento de capital na agricultura leva a mudanças importantes nos modos de exploração dos recursos naturais. A exemplo do pousio, substituído pela pradaria na Flandres (DENIS, 1982), região ao norte da atual Bélgica.

A revolução agrícola foi seguida por uma série de revoluções industriais iniciadas a partir do século XVIII. A primeira revolução industrial ocorreu aproximadamente entre 1760 e 1840 com a produção a partir da força mecânica pelas máquinas a vapor e a construção de ferrovias. A segunda revolução industrial, iniciada no final do século XIX, entrou no século XX e, com a eletricidade e o desenvolvimento de linhas de montagem possibilita a produção em massa. A terceira revolução industrial começou na década de 1960 e foi impulsionada pelo desenvolvimento dos semicondutores, da computação em *mainframe*, depois pela computação pessoal (década de 1970 e 1980) e pela internet (década de 1990) (SCHWAB, 2016).

Schwab (2016) afirma que atualmente vive-se uma quarta revolução industrial. Com o aval do último Fórum Econômico Mundial em Davos, o autor destaca que esta teve início na virada do século e baseia-se na revolução digital, caracterizada pela popularização e mobilidade da internet, uso de sensores cada vez menores e mais eficientes que se tornaram mais baratos, e pela inteligência artificial. A quarta revolução industrial não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo também envolve descobertas que vão desde o seqüenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna uma quarta revolução industrial diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.

2.2 Tecnologias apropriadas e o paradigma da sustentabilidade.

As invenções estão em curso nas áreas da eletrônica, informática, automação, energia nuclear, tecnologia da informação, telefonia móvel, robótica, entre outras. Os poderes enormemente aumentados de transporte e comunicação, os meios cada vez mais eficazes de extrair do solo colheitas abundantes, a capacidade exponencialmente multiplicada de içar,

carregar, rebocar, modelar, cortar e juntar concorre para transformar o ambiente humano, com resultados que não são inteiramente benéficos (SCHWAB, 2016).

O paradigma da sustentabilidade responsabiliza a expansão industrial acelerada a partir da segunda metade do século passado pelo panorama mundial de degradação ambiental considerado irreversível segundo a literatura. Quarenta anos depois da Conferência de Estocolmo sobre Ambiente Humano (ONU, 1972), o documento oficial da Conferência Rio + 20 chamado “O futuro que queremos” (ONU, 2012) apresenta o amadurecimento do conceito de desenvolvimento sustentável ao recomendar a reconciliação com o mercado, trazendo considerações quanto à “*economia verde*” no contexto do desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza.

Neste contexto, identifica-se um processo de transição de diversos sistemas tecnológicos como os voltados para a produção de energia e materiais para atender os requisitos da nova racionalidade ambiental por meio da incorporação crescente de recursos renováveis (TORRES et al., 2015). Esta transição faz parte da bioeconomia, um conjunto de atividades econômicas relacionadas à inovação, desenvolvimento, produção e uso de bioprodutos e bioprocessos, com forte potencial de geração de mudanças socioeconômicas para os países (OCDE, 2009), tendo como base os recursos de origem biológica, vegetal e animal de forma integrada.

O cenário esperado para a bioeconomia, e mais especificamente para os bioprodutos e biocombustíveis ainda está em construção. Do ponto de vista da inovação, a bioeconomia representa o desenvolvimento de produtos finais que implica num novo arranjo para as cadeias produtivas. É preciso garantir que a biomassa esteja disponível e seja competitiva em custos para fomentar investimentos para sua adoção (TORRES et al., 2015).

Outro conceito que demanda repensar o desenvolvimento econômico levando em conta a igualdade entre gerações é a “*economia verde*”. Esta ideia surgiu recentemente e tem projeção acentuada a partir da Conferência Rio + 20, realizada em 2012. Pode-se definir economia verde como aquela que resulta em melhoria do bem-estar humano e equidade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica (UNEP, 2011).

Uma economia verde possui baixas emissões de carbono, eficiência no uso de recursos e inclusão social. A análise econômica de questões relacionadas ao meio ambiente pode se dar tanto pela microeconomia quanto pela macroeconomia. Com relação à microeconomia, pode-se verificar se a adoção de tecnologias menos poluentes ou mais eficientes é viável. Sob a visão da macroeconomia, pode-se pesquisar a relação entre o meio ambiente e o

desenvolvimento econômico, ou seja, estuda-se a questão da sustentabilidade (DINIZ & BERMANN, 2012).

Garcia (1987) apresenta o termo “tecnologia apropriada”, o qual tem origem na reconsideração do aspecto social no desenvolvimento econômico, na busca do bem estar da população numa perspectiva de desenvolvimento auto-sustentado de longo prazo. A tecnologia representa, portanto, um ponto de convergência e de equilíbrio entre as variáveis econômicas, sociais, ecológicas e culturais. O problema reside em convergir os objetivos das políticas econômicas com os objetivos de desenvolvimento. Enquanto os defensores das tecnologias apropriadas privilegiam os elementos citados para o bem estar social, os bancos de desenvolvimento concentram seus objetivos no crescimento econômico.

Outro aspecto que merece destaque relacionado às tecnologias apropriadas é o conjunto dos conhecimentos de que uma sociedade dispõe sobre ciências e indústria, incluindo os fenômenos sociais e físicos aplicados à produção de bens e produtos. Esse tipo de tecnologia deve ser simples, de pequena escala, de baixo custo e de uso intensivo. Os benefícios desta tecnologia podem ser observados em pequenas comunidades rurais ao substituir técnicas antigas e obsoletas, sem que haja prejuízo no processo produtivo (ABREU et al., 2010).

Tecnologia apropriada não é tecnologia atrasada, superada pelos avanços de novos conhecimentos gerados por pesquisa e desenvolvimento. Esta tecnologia é adaptada ao local e às necessidades dos usuários de diferentes características culturais e geográficas. Desta forma, cada produtor adota o mecanismo que melhor atender sua demanda imediata, aproveitando a base tecnológica possível à sua condição espacial, social e financeira (ABREU et al., 2010).

Entre a exploração da matéria-prima até a comercialização destes bens, destacam-se especialmente dois elementos, o ribeirinho extrativista “pequeno-produtor” e o empresário das agroindústrias. Estes elementos em realidades contraditórias mantêm uma relação de interdependência em torno da demanda crescente por produtos naturais amazônicos. Pensar os processos produção e beneficiamento de produtos naturais no contexto amazônico significa compreender o complexo de interdependência existente entre as inovações tecnológicas, econômicas, sócio-ambientais e culturais e as contradições sócio-históricas (re)produzidas como resultado das tensões, antagonismos e resistência das populações amazônicas nos processos de produção da sua existência (CASTELLS, 1999).

2.3 Bioprodutos, sustentabilidade e gestão.

O termo bioproduto ainda não possui uma definição de consenso. “*Bioproduto se refere aos novos produtos desenvolvidos a partir de organismos vivos e/ou partes constituintes destes*”, que podem substituir ou elevar a geração de produtos de fontes não-renováveis (FOOD CANADA, 2003).

Ainda, “*o termo bioproduto pode ser definido como sendo qualquer produto derivado ou gerado a partir de biomassa*”. Atualmente, estima-se que o mercado americano de bioprodutos esteja em 10 milhões de toneladas com estimativa de atingir 30 milhões de toneladas em 2030 (COUTINHO & BOMTEMPO, 2011).

O conceito de “Bioprodutos” se aplica aos derivados da bioindústria, podendo ter origem animal, vegetal ou de microorganismos (MIGUEL, 2007). É este conceito que permeia o tema aqui estudado, voltando-se para os bioprodutos de origem vegetal.

A classificação dos bioprodutos por processos divide-os em: Tradicionais; Fermentativos, Processos Enzimáticos; Bioenergéticos; Biomateriais; Bioquímicos. Conforme esta classificação, os exemplos de bioprodutos tradicionais são borracha, óleos e extratos naturais, produtos botânicos, nutracêuticos, hidrocolóides, ácidos graxos poli-insaturados e oleoquímicos (THIMMANAGARI et al., 2010). Neste sentido, esta pesquisa debruça-se sobre importantes bioprodutos tradicionais processados e comercializados a partir da região amazônica.

No que se refere à utilização econômica dos bioprodutos ‘típicos’ (nativos ou adaptados) amazônicos e os seus respectivos segmentos agroindustriais e industriais, os sistemas ainda estão restritos à exploração de espécies e famílias de espécies tradicionais, tanto na fruticultura, quanto nas matérias-primas e insumos em geral para os fitocosméticos, por exemplo (COSTA, 2010).

A análise dessas condições de trabalho e de produção visa aprimorar a compreensão tanto da distinção quanto a complementaridade de ambas as realidades, contribuindo para a compreensão desta realidade estruturada e o papel da melhoria tecnológica para a região diante dessas forças produtivas.

A falta de gestão destes processos colabora para a o enfraquecimento dos produtos amazônicos no mercado. A gestão de processos é uma metodologia utilizada para definir, analisar e gerenciar as melhorias no desempenho dos processos das organizações, a fim de atingir condições ótimas (RADOS, 1999). Tal metodologia favorece o conhecimento do funcionamento das organizações, do conjunto de atividades de entrada (input), agrega-lhe valor e gera uma saída (output) para um cliente interno ou externo (HARRINGTON, 1993).

Destaca-se para a gestão de processos a Cadeia de Valor, definida como o levantamento de toda a ação ou processo necessário para gerar ou entregar produtos ou serviços à um beneficiário, isso permite melhor visão do valor ou benefício agregados nos processos e sendo utilizada amplamente na definição dos resultados e impactos de organizações. O modelo da cadeia de valor facilita a correlação entre a estratégia e os processos, bem como a articulação entre estes para que a entrega dos produtos e serviços sejam feitos de forma satisfatória para os clientes. Neste sentido, a cadeia de valor é um instrumento que proporciona a coordenação dos esforços necessários para o surgimento de vantagens competitivas. E ter vantagem competitiva significa que a estratégia seguida pela organização pode determinar e sustentar o seu sucesso (TORRES et al., 2013).

Segundo Porter (1986), uma empresa é uma cadeia de valor, representada por uma série de processos inter-relacionados. Desta forma, para se compreender a empresa/organização é necessário um efetivo entendimento das relações entre os processos que a compõem e, reconhecer que uma empresa deve ser vista do contexto de uma cadeia global de atividades, onde é gerado o valor.

Uma cadeia de valor é composta por atividades divididas em dois grupos, atividades primárias e atividades secundárias ou de apoio. As atividades primárias se referem a: logística interna, produção, logística externa, marketing, vendas e serviços. As atividades de apoio consistem em: aquisição, desenvolvimento de tecnologia, gerência de recursos humanos e infra-estrutura. A importância de cada uma dessas atividades de valor difere com relação às características específicas de cada organização, onde as mesmas avaliando suas atividades e o que representa valor para seus clientes conseguem identificar, em sua cadeia, as atividades de maior potencial para a obtenção de vantagens competitivas (TORRES et al., 2013).

A partir das concepções a cerca da cadeia de valor é possível observar que as atividades da bioindústria no interior do Amazonas não estão sincronizadas por uma cadeia de valor, não apenas pelo que já se identificou como inexpressivo de desenvolvimento tecnológico, mas pela falta de elos com fornecedores, interação que beneficiaria toda a cadeia de suprimentos, e pela falta de elos com clientes diversos visando explorar e melhorar as relações com os canais de distribuição (HERCULANO, 2013). Cadeia de valor contribui para uma maior eficiência das organizações na medida em que elenca os conjuntos de atividades realizadas possibilitando a percepção de gargalos e desperdícios, bem como a eliminação ou redução de atividades e processos que não agregam valor.

O paradigma de industrialização incentivado e proposto para a Amazônia Ocidental no âmbito do quadro mais geral de incentivo fiscal foi, na década de 60, a opção adotada para

fazer frente ao vazio econômico que se seguiu à crise da borracha. Sob o ponto de vista setorial o modelo de industrialização foi um sucesso, mas sozinho não foi insuficiente para promover interações dinâmicas com as economias regional e nacional (SALAZAR, 2004). Aonde se verifica a estagnação da indústria regional em muitos lugares da Amazônia onde não se verifica as transformações promovidas pelas revoluções industriais.

Becker (2009) ressalta a importância da Amazônia para o avanço da fronteira da ciência, que reside em grande parte na biotecnologia. Para a ciência, a biodiversidade impõe um desafio duplo: o de descrever e quantificar os estados e processos biológicos, e o de atribuir um valor à natureza, que até agora era exterior à esfera econômica (BECKER, 2009).

2.4 A visibilidade comercial dos produtos da biodiversidade amazônica e os entraves associados.

As iniciativas que partem da exploração sustentável da biodiversidade e busca dos mercados “verdes” tem demonstrado perspectivas promissoras concretas de promoção de parcerias entre iniciativas comunitárias e setor privado como são os casos dos óleos vegetais (andiroba *Carapa guianensis* Aubl.e copaíba *Copaifera spp.*), da castanha (*Bertholletia excelsa* HBK), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) e outras linhas produtivas de cosméticos e fragrâncias.

O cupuaçu, por exemplo, é um fruto amazônico cuja industrialização está baseada no beneficiamento de sua polpa. Entretanto, pesquisas têm demonstrado um grande potencial de aproveitamento em suas sementes, que correspondem a 20% da massa do fruto. Dessas sementes, podem-se produzir produtos semelhantes aos oriundos das sementes de cacau (*Theobroma cacao* L.), seguindo as mesmas etapas de pré-processamento e processamento, conforme o produto que se deseja obter (COHEN et al., 2009).

Neste sentido, merecem destaque o cacau (*Theobroma cacao* L.) e o cupuaçu, cuja similaridade das amêndoas tem despertado interesse científico, pois a partir das sementes de cupuaçu fermentadas e torradas podem ser obtidos produtos análogos ao chocolate e achocolatados de excelente qualidade em termos de sabor (LOPES; PEZOA-GARCÍA; VASCONCELOS, 2003).

Complementando esta alternativa, as sementes, resíduo do processo de extração da polpa de cupuaçu, ainda não são plenamente aproveitadas para formulação de alimentos industrializados, apesar de diversas pesquisas científicas já terem sido realizadas a fim de fornecer conhecimento tecnológico para aplicação industrial desta matéria-prima. É possível

afirmar que as proteínas do cupuaçu apresentaram considerável potencial nutricional, pois possuem valor biológico e composição aminoacídica superiores às do cacau (LOPES; PEZOA-GARCIA; AMAYA-FARFÁN, 2008). O grande trunfo para colocação do chocolate de cupuaçu no mercado é a possibilidade ímpar de se ofertar um produto regional, de alta qualidade e baixo custo, gerando importante alternativa de consumo (LANNES & MEDEIROS, 2003).

Outro bioproduto de grande visibilidade nacional e internacional é o açaí. A importância socioeconômica do açaizeiro decorre do seu potencial de aproveitamento integral de matéria-prima, embora este não seja plenamente efetivado. O principal aproveitamento é a extração da polpa que fica aderida ao mesocarpo da semente, mas as sementes podem ser utilizadas no artesanato e como adubo orgânico. E uma vez que a produção de polpa varia em torno de 5 a 15% do volume do fruto, há uma grande quantidade de resíduos gerados no processamento (PAGLIARUSSI, 2010).

Atuando neste nível, a inovação técnico-produtiva, deve ser direcionada à busca de uma qualidade dos bioprodutos pautadas nas perspectivas da sustentabilidade. De acordo com a definição de sustentabilidade e suas dimensões, para que um produto seja sustentável deve responder a requisitos como, basear-se em recursos renováveis, otimizar o emprego dos recursos não-renováveis, não acumular resíduos que o ecossistema não seja capaz de re-assimilar, e seja capaz de induzir desenvolvimento com crescimento econômico e justiça social no espaço ambiental onde são produzidos (MANZINI & VEZZOLI, 2011).

Outro aspecto de alta relevância na negociação, produção e fornecimento produtos sustentáveis é o estabelecimento de padrões da qualidade. A globalização de mercados e a tecnologia da informação vêm incentivando mudanças comportamentais do consumidor, tornando-o mais crítico e seletivo. Essas questões adquirem importância central quando os produtos envolvidos são alimentos, não só em nível nacional como internacional (CARRIZO, 2006). Para TOLEDO (2001), segurança do alimento significa que o mesmo não apresenta nenhum tipo de risco à saúde de quem o consome, isto é, livre de contaminações químicas, físicas ou microbiológicas. Muitos empreendimentos da agroindústria regional que processam produtos florestais não madeireiros, por exemplo, parecem negligenciar o acondicionamento e a conservação de matéria-prima, como o caso das polpas de frutas, favorecendo a proliferação de insetos, deposição de fezes e larvas, bem como, a contaminação por fungos e bactérias de um produto que será utilizado na alimentação.

Neste cenário crítico, porém instigante, torna-se fundamental conhecer a problemática tecnológica atual que envolve os processos de transformação industrial de bioprodutos onde

estes se destacam pela importância para a economia, a sociedade e o meio ambiente. Assim, torna-se evidente que o uso sustentável da biodiversidade depende das tecnologias empregadas. E na região amazônica predominam tecnologias seculares que geram desperdício de recursos, depreciação da qualidade de bioprodutos e desagregação de valor constituindo-se, portanto, na problemática central a ser abordada deste trabalho, para a qual se vislumbra mudanças no contexto da bioindústria amazônica.

3.MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Para a definição das áreas a serem pesquisadas foram obtidos dados sobre a produção, as quantidades, regiões de ocorrência, qualidade e logística disponível. A existência de dados oficiais sobre importantes recursos naturais amazônicos com foco em bioprodutos e potencial de aplicação industrial restringem-se a apenas três, o açaí, a castanha-da-Amazônia e o óleo de copaíba (IBGE, 2012 *apud* HERCULANO, 2013). Juta e malva são cultivares com dados de produção obtidos pelo levantamento de safra da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab.

Para outros produtos de importância econômica e social para o Amazonas, como as resinas de breu e o cupuaçu, não se têm dados oficiais de produção, devido a essa limitação foi realizado levantamento bibliográfico e documental sobre estes.

3.2 Espécies focais da pesquisa

A partir da atualização das informações referentes à exploração de bioprodutos no Estado, foram definidas as espécies a serem abordadas nesta pesquisa partindo da lista destacada no Quadro 1.

Quadro 1. Espécies para levantamento de dados sobre a produção no Estado do Amazonas.

NOME	ESPÉCIE	FAMÍLIA
1. Açaí	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart. <i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Palmae
2. Breu	<i>Protium</i> sp.	Burceraceae
3. Castanha-do-Brasil	<i>Bertholletia excelsa</i> HBK	Lecythidaceae
4. Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i> Schum.	Sterculiaceae
5. Juta	<i>Corchorus capsularis</i> L.	Tilaceae
6. Malva	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae

Fonte: própria.

3.3 Pesquisa de campo

A transposição da observação em questionamento permite uma outra apresentação do caráter direto ou indireto do procedimento. Na observação direta, trata-se de um questionamento que consiste em submeter grupos de indivíduos a séries de questões para obter respostas formuladas numa situação de comunicação artificial que é criada pela presença dos investigadores.

Na observação indireta, trata-se de um sistema de questionamento que visa a captar uma informação que circula nos canais dos meios de comunicação ou que é estocada em arquivos.

Focalizou-se a coleta de dados principalmente sobre as tecnologias de transformação de bioprodutos. Esta ocorreu por meio da observação direta a partir de visitas a uma amostra de empresas locais/ regionais e entrevistas junto ao principal dirigente ou sócio-proprietário dos empreendimentos, sem descartar a observação indireta no caso de empresas em outros Estados e Países.

Os municípios de Manaus, Careiro-Castanho, Codajás, Manicoré, Lábrea e Silves – todos no Estado do Amazonas – representaram a amostra não probabilística dos locais de maior relevância para a execução da pesquisa de campo porque reúnem produtos e empresas relacionadas a processos industriais de transformação (Quadro 2).

Quadro 2. Lista de locais para a pesquisa de campo por produto/empresa.

PRODUTOS	MUNICÍPIOS/AM	EMPRESAS
Açaí	Codajás	Cooperativa Mista de Produção de Açaí Bellamazon Filial
Breu	Silves	AVIVE
Cupuaçu	Careiro-Castanho	CUPUAMA
Castanha	Lábrea	Cooperativa Mista Agroextrativista Sardinha
	Manicoré	COVEMA VH da Castanha
Juta e Malva	Manaus	BRASJUTA
	Manacapuru	Companhia Textil Castanhal (Filial)

Fonte: própria.

3.4 Instrumentos de coleta de dados

Questionários e entrevistas são considerados técnicas de observação direta pelo fato de estabelecerem um contato efetivo com as pessoas implicadas no problema investigado (THIOLLENT, 1980). Nesta pesquisa utilizou-se a entrevista semi-estruturada, aplicada a partir de um formulário com questões abertas e fechadas (Apêndice A).

De modo a sistematizar e padronizar a coleta de dados, na amostra de empresas selecionadas foi utilizado um roteiro de observação direta para detalhar as informações em campo e descrever os processos de industrialização de bioprodutos. Paralelamente foram realizadas também entrevistas semi-estruturadas (Apêndice A) visando quantificar e comparar processos tecnológicos de industrialização quanto à produtividade, valor agregado, diversificação de bioprodutos com valor comercial.

Estas entrevistas foram realizadas também com especialistas em instituições reconhecidas pela pesquisa em tecnologia de alimentos e biotecnologia como, Empresa Brasileira da Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), Secretaria de Estado de Produção Rural (SEPROR) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Os dados sobre as cadeias produtivas, sobre a realidade da indústria regional, as descrições e as comparações de tecnologias pesquisadas foram obtidos a partir da observação direta durante pesquisa de campo, nas visitas aos empreendimentos e entrevistas, paralelamente ao levantamento bibliográfico. Os dados oficiais descritos originam-se do levantamento documental realizado nas instituições oficiais do setor extrativista e agrícola do Estado do Amazonas.

As coletas de dados iniciaram em Manaus e Manacapuru (AM) em novembro de 2014 nas principais indústrias de fibras têxteis da região com enfoque para a juta e a malva. Os dados sobre a extração e processamento de breu na região foram obtidos a partir de entrevistas realizadas em julho de 2015 com a representante de uma associação comunitária de mulheres, que empreende o beneficiamento de diversos bioprodutos como andiroba, cumaru, pau-rosa, copaíba, puxuri e breu no município de Silves (AM).

Sobre a indústria da castanha-da-Amazônia o levantamento foi realizado a partir de entrevistas e visitas em indústrias e cooperativas no município de Manicoré (AM), nos meses de janeiro e agosto de 2015. Em fevereiro e julho de 2016 foram realizados estes mesmos

procedimentos para a coleta de dados sobre a indústria do açaí no município de Codajás (AM). E as coletas de dados e entrevistas sobre a indústria do cupuaçu foram realizadas em julho de 2017.

3.5 Análise de dados

Os dados obtidos foram categorizados e classificados para viabilizar a descrição dos mesmos. Após esta organização os dados foram demonstrados em tabelas, fluxogramas e gráficos que permitiram análises descritivas possibilitando realizar interpretações, relações e comparações com os dados na literatura existente. A análise dos dados foi predominantemente qualitativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Principais bioprodutos explorados no Amazonas e sua valorização para o desenvolvimento local.

A seleção dos bioprodutos estudados neste trabalho teve como critério de inclusão a produção e a inserção de mercado, bem como, segmentados por categorias como fibras, polpa de fruta e resinas com cadeias produtivas distintas.

Os resultados deste levantamento subsidiaram a relação entre o conceito de DOC (Denominação de Origem Controlada) *versus* o conceito de Commodities discutidos no artigo publicado na revista Ciência Hoje Nº 333, volume 56 de janeiro/fevereiro de 2016 (Apêndice B).

DOC é uma modalidade de propriedade intelectual, como patentes, selos, marcas registradas e direitos autorais. Entretanto, são menos conhecidas e utilizadas com a finalidade de proteção do conhecimento. As designações *Porto, Champagne, Bordeaux, Havana, Roquefort, Brie*, entre outros, são exemplos de DOC conhecidas em todo o Mundo. Tais denominações de origem são usadas em produtos de alta qualidade e prestígio (CHADDAD, 1995).

De forma geral, a distribuição dos principais bioprodutos de origem vegetal no estado do Amazonas (Figura 1) mostra que não há continuidade nem homogeneidade entre microrregiões vizinhas. É possível afirmar que bioprodutos do mesmo tipo, como a copaíba (*Copaifera* sp.), originados em microrregiões diferentes têm características distintas entre si, por estarem afastados centenas de quilômetros um do outro (BARBOSA, et al., 2012).

Figura 1. Produtos naturais majoritários por microrregiões de origem.



Fonte: IBGE (2002); SEPLAN/AM (2011).

Neste contexto, grande parte dos bioprodutos amazônicos não seria adequada à comercialização no modelo de *commodities*, e sim como produtos com certificações especiais, com DOC (Denominação de Origem Controlada) e características únicas de qualidade, a serem definidas e realçadas por microrregião. Nesse modelo, os impeditivos da produção em larga escala desaparecem à medida que tornam as características especiais desses produtos ainda mais excepcionais, agregando-lhes valor. Ao contrário do que ocorre no modelo de *commodities* (FERREIRA, 2011), a floresta é mantida, há menor pressão pela obtenção de produtos com ganho na venda em grande escala, e o produtor local passa a ter papel fundamental no processo, usando seu extenso conhecimento da biodiversidade para valorizá-la. Dessa forma, ampliam-se as perspectivas produtivas, antes consideradas restritas.

As microrregiões da Amazônia influenciam as propriedades dos bioprodutos e os diferenciam entre si conforme sua procedência geográfica. Em plantas, os metabólitos secundários podem sofrer modificações resultantes de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e evolutivos, o que representa uma resposta às condições ambientais circundantes. A diversificação de produtos é favorecida pela abundância, disponibilidade dos recursos e pela existência de variados usos populares, sofrendo também interferência do tipo de tecnologia ali presente (GOBBO – NETO, 2007).

Importante ressaltar que para a geração de bioprodutos com DOC os volumes de produção devem ser mais estáveis, os padrões de qualidade devem ser definidos e seus parâmetros claramente observados, e devem ser obtidas certificações de produção orgânica e de boas práticas socioambientais e de manejo (CHADDAD, 1995). Para cumprir esses requisitos e tornar esse tipo de empreendimento uma realidade seria necessário investimento das agências governamentais de fomento. No entanto, atualmente, há mais incentivos e políticas públicas no sentido inverso, voltado ao modelo de produção em grande escala das *commodities* tradicionais, como a cana-de-açúcar e a soja (FERREIRA, 2011).

Já existem casos em que a necessidade de conservação da biodiversidade é levada em conta pelo agronegócio, gerando perspectivas concretas de parcerias entre iniciativas comunitárias e setor privado para a comercialização como, de óleos vegetais obtidos da andiroba e da copaíba, dos frutos da castanha-da-Amazônia, do açaí, do cupuaçu, entre outros bioprodutos (ANDERSON & CLAY, 2002). Entre as informações obtidas verificou-se a preocupação concreta com as formas de manejo de castanhais e inventário de copaibeiras na região de Manicoré, assim como, as boas práticas de beneficiamento das amêndoas incentivadas pelos empreendimentos locais e instituições públicas do setor.

No Amazonas, a certificação de indicação de procedência foi conferida apenas para os peixes ornamentais do Alto Rio Negro. O guaraná produzido pelos indígenas da Comunidade Andirá-Marau, em Maués, a farinha de mandioca dos produtores da região de Uarini e o abacaxi da região de Novo Remanso, em Itacoatiara, deverão obter, no próximo ano, os selos de indicação geográfica junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2017). A melhoria das tecnologias de produção e beneficiamento é importante para que outros produtos possam requerer a certificação de Denominação de origem.

O desenvolvimento da bioindústria sustentável na região norte ainda enfrenta muitos desafios. As políticas públicas nacionais, em geral, apresentam a região como prioritária apenas nos projetos, mas os recursos não são disponibilizados com a mesma prioridade. Parte da solução requer a simplificação e organização da cadeia produtiva desde a extração da matéria-prima, passando pelo processamento, até a comercialização, envolvendo as populações locais, principalmente de oferta de serviços. Além disso, é preciso formar e atrair expertise para inovação, minimizar perdas de produção ocasionadas pelas alterações climáticas, investir em manejo e conservação das espécies; incrementar mercados receptores, produção e infraestrutura para distribuição; e, acima de tudo, definir padrões de qualidade que

garantam a produtos excepcionais como os amazônicos um lugar no exigente mercado consumidor.

4.2 As tecnologias vigentes no processamento de bioprodutos no Amazonase as perspectivas promissoras.

A experiência industrial de utilização de biomassa, em particular da cana-de-açúcar para a produção de etanol, as condições naturais do país e a capacidade de inovação e produtividade na agricultura conferem ao Brasil um conjunto importante de vantagens comparativas para ocupar uma posição de liderança no processo de transição da indústria para a utilização de matérias-primas renováveis (TORRES, 2015).

A transição para que haja maior participação de renováveis requer mudanças estruturais em diversos setores como: transporte, energia, agricultura e logística. Tais mudanças sistêmicas devem abarcar transições sociotécnicas, que incluem além da tecnologia, regulação, práticas de mercado e usuários, cultura, infraestrutura, redes de relacionamento e de fornecedores (GEELS, 2002).

4.2.1 O processamento de fibras naturais no Amazonas (juta e malva) e na Índia (juta).

Os representantes da indústria de malva e juta entrevistados revelaram severas e óbvias preocupações com a fragilidade dos cultivares trabalhados na região. Uma boa parte das últimas safras anuais destas fibras foi perdida devido às alterações nos regimes de enchente. Destacaram também, neste contexto, a necessidade de uma integração concreta entre as ações das instituições de pesquisa e universidades junto a estas empresas do setor têxtil.

Com a evolução da racionalidade ambiental, a produção de juta e de malva ganhou impulso nos últimos anos, pois suas fibras tornaram-se preferenciais para as finalidades a que se destinam. Além de biodegradáveis, ajudam a manter as características organolépticas dos produtos nelas armazenados e seu cultivo evita a erosão das matas ciliares. Diversos trabalhos têm testado a utilização destas fibras como material alternativo para a construção civil com resultados positivos, porque a fibra da juta, especialmente, apresenta elevada resistência mecânica (SOUZA et al., 2010).

Mesmo enfrentando problemas de estabilidade de produção e a concorrência com os produtos sintéticos, a tendência de utilização das fibras de juta e malva como matérias-primas

tem sido favorável, embora com baixa produtividade. Com o crescimento da produção e da exportação de café, que exigem igual evolução na fabricação de sacaria, as fibras de juta e malva continuam valorizadas por conta da sustentabilidade de sua cadeia produtiva (TOLEDO, 2010).

A escassez de novas tecnologias aplicadas à produção da juta na Amazônia faz do cultivo à produção um trabalho com retorno mínimo, mesmo com a subvenção do governo. Essa é a vida de aproximadamente 15 mil famílias na Região Norte do Brasil - 10 mil no Amazonas e 5 mil no Pará - que têm no cultivo de juta e malva sua principal fonte de rendimentos (Companhia Têxtil Castanhal, 2014). As causas que impactaram a cultura de juta, prejudicando seus indicadores socioeconômicos, incentivam a busca de soluções técnicas, ambientais, sociais, creditícias e tecnológicas que ampliem as possibilidades para incrementar seus mercados.

A demanda brasileira por produtos e subprodutos de juta vem sendo suprida com importações da Índia há anos. De esporádico importador o país passou a ser dependente sistemático de importações para satisfazer a demanda interna por sacaria de fibra natural, por parte das cadeias do agronegócio do café, cebola e outros. Em 2014 as importações do complexo foram de 13,5 mil toneladas com um dispêndio de US\$ 13,7 milhões de divisas. Tal volume é 3,3 vezes mais que as 4 mil toneladas importadas em 2013 (CONAB, 2015).

Os resultados do levantamento das tecnologias aplicadas para produção e processamento da fibra de juta na Índia e de juta e malva na realidade amazônica estão descritas no artigo presente no Apêndice C.

Na figura 2, ilustra-se o processo de beneficiamento da malva/juta praticado na Amazônia em comparação com os processos indianos e a inserção tecnológica nos dois sistemas. Observa-se a mesma seqüência de processos de beneficiamento em ambos os casos, entretanto, predomina o esvaziamento tecnológico na realidade amazônica.

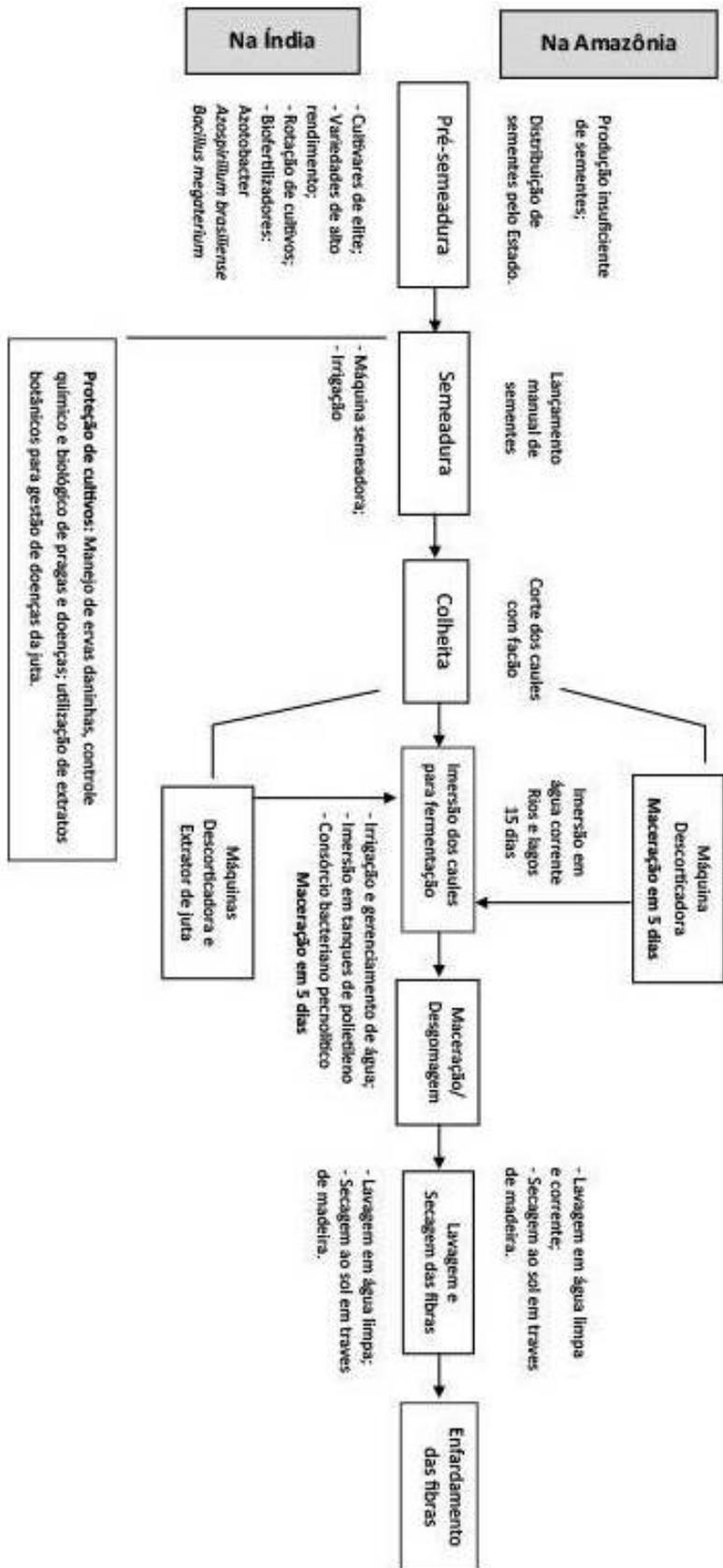


Figura 2. Comparação entre os processos de beneficiamento da fibra de juta com intervenções técnicas e tecnológicas praticadas na Amazônia e na Índia.

Fonte: Própria.

Observa-se na figura acima, as alternativas e soluções dependem em grande parte, do esforço científico e tecnológico, a exemplo do que é realizado na Índia. Ferreira (2014) destaca que a cadeia produtiva de juta e de malva na Amazônia sempre teve que conviver com o dilema da produção de fibras nas áreas de várzea, ambiente que, apesar de ser extremamente fértil, está sujeito a inundações periódicas, e a produção de sementes feita em áreas de terra firme, ambiente cujo solo não possui a mesma fertilidade da várzea. Como as outras etapas do processo produtivo, a etapa de produção de sementes também não foi alvo de nenhum incremento tecnológico e continua sendo realizada de forma arcaica. Na Índia, o desenvolvimento de novas variedades de juta com maiores rendimentos por hectare, tanto de *Corchorus capsularis* L. quanto de *Corchorus olitorius* L., tem sido uma estratégia constante.

Estas alternativas tem gerado um potencial de mudanças positivas, fundamentado no conhecimento do ambiente para a descoberta de novos recursos naturais e tecnológicos. Isto enseja o aproveitamento de fontes alternativas de energia para o desenho de outros produtos, ajuste às mudanças climáticas, redução do consumo de água, uso de produtos químicos e gestão do desperdício (BOSE & MUKHERJEE, 2011), dando suporte a uma estratégia de desenvolvimento que incorpora as condições de conservação com potencial ecológico e cultural de diferentes formações sociais (SOUZA et al., 2010).

É enorme o potencial dos processos enzimáticos a partir de biomassa, considerando-se que existe ainda potencial de redução de custos na matéria-prima e logística de suprimento, no pré-tratamento e na integração dos subprocessos. Estas também foram demandas relatadas pelos entrevistados do setor de fibras no Amazonas. Coutinho & Bomtempo (2001), citam ainda os trabalhos com melhoramento genético e o uso de novos microorganismos visando o aumento de produtividade e geração de novos bioprodutos. Assim como, comenta-se a respeito do uso de algas para a captura de CO₂ e produção de biomassa, bio-óleo e produtos de alto valor agregado (espirulina, astaxantina, carotenos entre outros). Apesar do interesse que a utilização das algas para a produção de biocombustíveis e bioprodutos tem despertado, ainda é necessário melhor compreensão dos princípios para que o escalonamento comercial seja viável (COUTINHO & BOMTEMPO, 2011).

A indicação de tecnologias viáveis para inovar o mercado de bioprodutos dependerá de um processo voltado para a geração de variedades, que a partir da dinâmica de inovação, serão selecionadas ao longo do tempo e contribuirão para a construção da indústria baseada em biomassa.

Segundo Bose & Mukherjee (2011) deve ser dada grande atenção aos indicadores de evolução de mercados (comprometimentos, marcos regulatórios) e às indicações de

amadurecimento e aprendizado das alternativas tecnológicas a serem desenvolvidas tanto pelas empresas quanto pelas agências governamentais responsáveis pelas políticas de fomento do setor.

4.2.2 Aspectos tecnológicos e de gestão para a cadeia produtiva das resinas de breu.

O potencial das resinas para comercialização está relacionado à sua composição que, em última instância, define suas aplicações. Por exemplo, utilizações especializadas de resina vegetal são baseadas em ácidos diterpênicos, como é muitas vezes a terebintina focada no seu alto teor de monoterpenos (LANGELHEIM, 2003). Dessa forma, composições variáveis como as do breu bruto fariam este material menos atraente do que qualquer mistura de composição mais estável de mono ou triterpenos. Uma vez vendidos separados, as frações voláteis e não-voláteis devem atender às demandas de mercados diferenciados, aumentando as chances de matérias-primas para acumular valor ainda em sua origem. Esta etapa deve ser tomada como fundamental para negócios sustentáveis com base no comércio de breu.

O extrato volátil ou óleo essencial obtido por destilação da resina de breu é usado na indústria de aromas e fragrâncias, e pode compor perfumes, produtos de higiene e desinfecção. O resíduo da destilação (bem como a idade de resina dura) é utilizado para compor tintas, vernizes, e para recuperar materiais impermeáveis. Tais descrições aqui apresentadas foram verificadas em Silves, no Amazonas, onde a resina de breu é processada para produzir óleo essencial, sachês aromáticos, resina em pó para velas repelentes, resina bruta e destilada. Estes produtos são vendidos para médias e pequenas empresas no sul do país, em geral empreendimentos de produtos naturais, fabricantes de cosméticos e produtos aromaterápicos. A resina bruta é vendida a fabricantes de incensos e pessoas físicas para calafetação de barcos.

Ao construir a cadeia produtiva do breu (Apêndice D), os esforços têm de ser conduzidos para resolver as deficiências decorrentes da falta de produtos e subprodutos com suas definições e características, a falta de critérios de controle de qualidade da matéria-prima visando atender mercados de alto nível, falta de conhecimento do mercado real para o breu e seus produtos e o desconhecimento sobre a valorização da cadeia para o baixo fluxo produtivo.

A implementação de questões tecnológicas como procedência das amostras; certificação botânica; classificação da matéria-prima; análises químicas; devem contribuir para preencher a primeira dessas necessidades, através do estabelecimento de padrões

aceitáveis para produtos comerciais (SANTOS & GUERRA,2010). Verificou-se na realidade investigada a preocupação com o ajuste das atividades (recolha, embalagem, armazenagem, separação, etc.) para um nível máximo possível de boas práticas ao incorporar o conceito de sustentabilidade para as atividades envolvidas na cadeia produtiva do breu.

Questões de gestão também não podem ser negligenciadas como, a prospecção de capacidade produtiva; o estabelecimento de critérios de classificação da matéria-prima; rendimento de escala versus demanda; estimativa de capacidade de armazenamento; definição de mercados específicos e preços. Tendo como prioridades, mais do que manter níveis de preços e agregação líquida de rendimentos, a certificação da matéria-prima, o breu, e sua acessibilidade pelas comunidades florestais (SHANLEY et al., 2005).

O trabalho colaborativo com instituições acadêmicas e tecnológicas locais com o objetivo de atender às necessidades de análises químicas é fundamental para satisfazer aos requisitos de mercado. A busca de fundos para sustentar as várias atividades da cadeia, bem como, defender a relevância política da cadeia produtiva do breu para a economia dos povos da floresta, uma vez que a sua participação em redes produtivas é uma ferramenta para a melhoria de vida na perspectiva de uma ética internacional de negociação (SANTOS & GUERRA, 2010).

Esta pesquisa sobre as resinas de breu trata das oleoresinas amazônicas produzidas por espécies de Burseraceae. Ao contrário dos sistemas produtivos bem estabelecidos para algumas resinas asiáticas e africanas, até o conhecimento aqui descrito ainda não há qualquer iniciativa evidente visando estruturar contextos similares para o breu da floresta. Uma vez que a qualidade breu incorpora a sustentabilidade como critério fundamental, quanto mais qualificado é o processo produtivo; maior será o seu potencial para gerar produtos para o mercado (Apêndice D).

Conclui-se que, dois aspectos centrais são importantes em tal cenário. A primeira é a que diz respeito aos aspectos técnicos do produto para ser exportado. Neste contexto, já existe informação científica relevante que pode ser aplicada tanto para o breu coletado cru ou intermediários semi-purificados visando sua valorização. Uma comparação com material quimicamente semelhante que é internacionalmente comercializado poderia ser útil (por exemplo, Manila elemi), apesar do fato de que as informações são em grande parte sobre a fração volátil do Breu. Em segundo lugar, essas realizações são intrinsecamente ligadas ao bom desempenho nas atividades de coleta, manuseio, embalagem, transporte e armazenamento de matéria-prima. Isso significa que o processo, como um todo, deve ser classificado como um bem.

Em ambos os sentidos, quaisquer tipos de ferramentas aplicadas para melhorar a qualidade do produto, bem como para certificar a sustentabilidade do processo, contribuirá fortemente para estabelecer a produção de breu como um bioproduto viável e valioso. Portanto, o desenvolvimento de uma gestão adequada é essencial para buscar certificações e fortalecer a cadeia produtiva. Neste sentido, estudos e projetos nesta área devem ser orientados por critérios multidisciplinares, tanto para elevar a qualidade da matéria-prima, aplicando os conhecimentos e tecnologias existentes; como também para induzir melhorias de nas práticas humanas e administração geral. Devido à sua relevância, a cadeia produtiva do breu deve ser incluída numa política geral e trans-setorial de bioprodutos, através do envolvimento de organismos governamentais de Agricultura, Meio Ambiente, Comércio e Indústria, Saúde, entre outros, o que iria integrar níveis federal, estadual e municipal.

4.2.3 Análise da realidade da bioindústria da polpa de açaí em Codajás a partir de contextos tecnológicos mais avançados.

Na última década, a comercialização e a diversificação dos produtos advindos da polpa do açaí aumentaram de forma significativa. Observa-se este aumento além das batedeiras (extração caseira da polpa), nos supermercados, nas academias e nas lojas de redes de *fast food*, com o propósito de atender aos novos nichos de mercado, envolvendo consumidores de maior poder aquisitivo (SANTANA; GOMES, 2005; NOGUEIRA, 2011). A motivação do consumo vai além da necessidade alimentar, pois incorpora questões culturais e, recentemente, os aspectos da estética e saúde, em função de elementos que o torna um alimento funcional, por ser rico em fibras, vitaminas e antocianina, que atraem os consumidores seletivos e exigentes (SILVA et al., 2006).

Além do mercado local, a polpa de açaí também tem sido demandada por outras regiões do país, particularmente, pelos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Concomitantemente, também passou a ser exportado para os principais mercados consumidores internacionais do Nafta, União Européia, Tigres Asiáticos e Mercosul (FALESI et al., 2010).

Segundo dados do IDAM no município de Codajás (AM) a produção de açaí na região foi de 17.000 toneladas no exercício 2014-2015. A partir da pesquisa de campo foi possível descrever o processamento industrial da polpa de açaí neste município (Apêndice E).

O processamento dos frutos ocorre nas seguintes etapas, a recepção e pesagem dos frutos na indústria são realizadas numa dependência específica para este fim, o material é

entregue em sacos de 50 kg, em seguida são levados para seleção e lavagem. Os frutos são lavados em tanques plásticos com água limpa e clorada a 50 °C por 20 minutos para facilitar a maceração, em seguida são retirados dos tanques e encaminhados manualmente em engradados plásticos para as coifas das máquinas de despulpamento. No despulpamento é feita a separação da semente; casca e polpa saem juntos para fornecer o suco, por meio de despulpadeiras mecânicas. Os resíduos resultantes do despulpamento são as sementes. O envazamento é automático, se dá pela sucção e elevação da polpa desde o reservatório da despulpadeira até o tanque de equilíbrio da envazadora. A partir deste ponto, o processo se dá pela ação de ar comprimido, que injeta o produto na embalagem em quantidades precisas. Conclui-se o envazamento com fechamento termo-soldável da embalagem. A participação dos operários nesta fase é na arrumação das embalagens nas câmaras frias à -40 °C.

Em Codajás, as dependências da indústria em que se processa polpa de açaí são apropriadas, é uma construção em alvenaria e azulejos brancos, embora os ângulos não sejam abaulados, o que é indicado para facilitar a limpeza. Os ambientes são bem iluminados e refrigerados, exceto na área de recepção dos frutos.

As instalações são importantes componentes de desempenho logístico da cadeia de suprimentos, principalmente no que diz respeito ao armazenamento da matéria-prima por partes das comunidades extrativistas. Pelo seu caráter perecível, os frutos de açaí devem ser colhidos, manuseados e armazenados adequadamente, na tentativa de manter as qualidades sanitárias e organolépticas exigidas pelas indústrias processadoras (GONÇALVES et al., 2012).

O problema identificado na fase de recepção foi a disposição dos engradados com os frutos recebidos diretamente no chão molhado, os quais deveriam ser depositados sobre estrados ou pallets de plástico ou madeira. Verificou-se também grande desperdício de frutos na recepção, bem como, falta de higiene e limpeza do ambiente nesta fase.

Entre os problemas tecnológicos notados foi ausência de caldeira para o aquecimento da água para a maceração dos frutos. A água estava sendo aquecida em grandes tambores de ferro sobre fogueiras na área externa da indústria, o que produzia muita fumaça nas proximidades da área de recepção dos frutos.

Na etapa de limpeza dos frutos houve destaque para um equipamento, uma peneira com ventilação, que permite a separação dos frutos de outras partes da palmeira, como galhos e folhas. O equipamento não estava sendo utilizado porque este foi desenvolvido para os frutos da espécie *Euterpe oleraceae* Mart. a qual apresenta frutos maiores, fazendo com que

os frutos de *Euterpe precatoria* Mart. passassem direto pelo equipamento junto com os resíduos, portanto esta tecnologia estava ausente na fase de limpeza.

Durante as entrevistas também foram relatadas dificuldades de gestão da cooperativa agro-extrativista de açaí que se originou no final da década de noventa no município de Codajás. Esta cooperativa operou até o ano de 2009 com muitas dívidas, o que a levou a encerrar suas atividades.

Os entraves tecnológicos são diretamente influenciados pela dificuldade na gestão de uma agroindústria de polpa de açaí. Na área focal deste estudo foram identificados diversos fatores que prejudicaram a gestão deste negócio por cooperativas locais, entre os quais destacamos: interferência política na indicação de lideranças; problemas administrativos, dívidas, alta rotatividade de gestores; problemas creditícios e tributários; processos de improbidade administrativa; fraudes fiscais e na compra de equipamentos; precariedade de instalações; multas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento por mau acondicionamento de polpas de açaí para comercialização; inadimplência dos cooperados; furtos nas propriedades produtoras de açaí e a ausência do Estado na apuração e solução dos problemas descritos.

Infelizmente, o que deveria ser exceção ainda é regra. A cultura da ilegalidade continua prevalecendo e desestimulando investimentos com responsabilidade socioambiental. Proprietários ou empresas que investem em boas práticas, como o manejo sustentável da floresta sofre com a concorrência desequilibrada, tendo que enfrentar os preços baixos e reduzirem os investimentos socioambientais. Quando o governo não corresponde ao nível de integridade política necessário ao exercício de sua função é percebido como tendencioso e isto faz com que muitas atividades econômicas na Amazônia sejam realizadas de forma não regulada (MARKTANNER et al., 2017).

Recentemente, influenciada por melhorias tecnológicas, a exportação de polpa desidratada de açaí tem apresentado uma tendência de crescimento e vem influenciando produtores da região rural do Baixo Tocantins no Pará (PAGLIARUSSI, 2010). Estudos com *E. oleraceae* demonstram que a produção de açaí em pó é uma maneira de obter produtos com baixo teor de umidade, boa estabilidade e maior vida de prateleira, embora tenha custo elevado (TONON et al., 2008).

No âmbito dos produtos desidratados, existe uma ampla gama de processos, como liofilização, atomização (*spray-drier*), secagem com filtro pré-capas a vácuo (*drumdryer*), desidratação a vácuo, entre outros, cada processo privilegiando a obtenção ou manutenção de uma característica no produto final (SANTANA et al., 2012).

O processo de microencapsulação de sucos de frutas pode ser uma alternativa de grande importância tanto na questão nutricional, devido à grande concentração de compostos bioativos; quanto na questão logística, facilitando o transporte; e também pela questão de armazenamento, devido ao menor volume apresentado por esse produto. Cuidados com as condições do ambiente, como teor de água; e com a utilização de embalagens adequadas para melhor estabilidade do produto, devem ser tomados (SOUZA, 2015).

Entre as vantagens da atomização por *spray drying* estão os custos, microcápsulas de boa qualidade e alto rendimento, solubilização instantânea e elevada das cápsulas com tamanho reduzido. As desvantagens residem na ausência de uniformidade das microcápsulas produzidas, tendo a necessidade de uso de um material para melhor aglomeração pelo fato do pó ser muito fino, e perda de materiais sensíveis ao calor, como aroma e outros compostos voláteis. Entre os melhores materiais utilizados para a microencapsulação estão a maltodextrina e a inulina. A presença de um material encapsulante adequado é de extrema importância, para retenção de compostos voláteis, para obtenção de propriedades emulsificantes ou mesmo, como no caso da inulina, para obtenção de encapsulados com propriedades probióticas (SOUZA, 2015).

Esta tecnologia foi mencionada com interesse pelos empresários entrevistados no município de Codajás, visando ampliar a distribuição e o tempo de prateleira da polpa de açaí sem perder a qualidade de suas propriedades.

Outra técnica que vem sendo estudada para a secagem de pastas alimentícias é a utilização do secador de leito de jorro com partículas inertes. Essa técnica vem sendo considerada uma boa alternativa ao secador *spray*, porque gera produtos com qualidade similar, a custos significativamente inferiores, além de apresentar a vantagem de permitir a secagem de materiais termicamente sensíveis devido à temperatura média das partículas serem mais baixas do que a temperatura média do ar de secagem (STRUMILLO e KUDRA, 1986; FREIRE et al., 2009; COSTA, 2015).

A liofilização e a pasteurização de polpa congelada de açaí mostram-se processos fundamentais no controle da estabilidade das antocianinas (ALBARICI & PESSOA, 2012).

As antocianinas tornaram-se conhecidas por sua elevada capacidade antioxidante, atuando na prevenção do aparecimento de doenças cardiovasculares e degenerativas (SEERAM et al., 2001; KRIS -ETHERTON et al., 2002; KONG et al., 2003; LIU, 2004; WALLE, 2004; NICHENAMETLA et al., 2006). Como o açaí é um fruto brasileiro com grande potencial de mercado, torna-se interessante o estudo de processos que possam agregar valor e/ou que permitam sua aplicação em novos produtos. Atualmente, a conservação da

polpa de açaí é feita pela combinação dos processos de pasteurização e congelamento, o que agrega um elevado custo ao produto (ROGEZ, 2000; ALEXANDRE et al., 2004).

Neste contexto, os processos com membrana (microfiltração e ultrafiltração) constituem uma alternativa para a conservação e produção de suco clarificado de açaí, sendo uma tecnologia limpa sem a produção de resíduos e utilização de conservadores químicos, além da possibilidade da pasteurização a frio, que permite a preservação de componentes termos sensíveis de interesse nutricional e sensorial, como os micronutrientes, as vitaminas e os componentes do aroma, sabor e cor (CHER YAN, 1998; PALLET et al., 2005; MENENDEZ, 2008).

Outro processo de desidratação usado para a produção do açaí em pó é a liofilização, usado por alguns produtores, mas ainda não disseminado no meio de produção devido a seu alto custo. Este processo envolve uma etapa preliminar de congelamento na qual deve ser controlada a taxa e o tempo de resfriamento para a obtenção de um produto congelado uniforme em termos de cristais de gelo para o sucesso posterior da etapa de sublimação da água. A liofilização propriamente dita é a etapa de eliminação da água pela sublimação do gelo em temperatura e pressão inferiores ao ponto triplo da água. Esta operação envolve alto vácuo, o que requer um consumo maior de energia para a sua produção, havendo, portanto, necessidade de se buscar alternativas para a sublimação da água. Todos esses métodos de conservação, congelamento do suco e secagem por pulverização, ou mesmo por liofilização, são procedimentos que contribuem para a elevação do preço do produto. No congelamento, a energia usada é menor, no entanto, o custo é aumentado com o transporte de uma massa maior, além das condições especiais de armazenagem (FRANÇA et al., 2012).

Considerar o papel das tecnologias de transformação para o processamento de produtos naturais é essencial para a manutenção das propriedades e características exigidas para os produtos e subprodutos do açaí. Os modelos tradicionais de processamento da polpa de açaí devem ser influenciados pelos avanços tecnológicos existentes e praticados para os mesmo produtos e similares, os quais lhe asseguram a qualidade esperada pelo consumidor, minimizam desperdício de matéria-prima em cada etapa de processamento e agregam valor ao compatibilizar o custo de produção com o preço que o mercado cada vez mais exigente está disposto a pagar.

A predominância do descarte das sementes é outro problema identificado na bioindústria do Amazonas, e quando não é totalmente descartado é subutilizado na forma de adubo. Esse resíduo é um subproduto potencial porque pode ser utilizado como substrato no processo de produção de enzimas devido ao seu alto grau de celulose (53%), tem ainda

potencial energético para o processo de fermentação em estado sólido (FES). Este subproduto mostra-se vantajoso pelo seu baixo custo de aquisição e sustentabilidade de fornecimento para a indústria de tecnologia enzimática (FARINAS, et al., 2012).

O acesso a todas as tecnologias de transformação que podem potencializar a bioindústria do açaí do Amazonas pode ser prejudicado pelas dificuldades de gestão identificadas e descritas nesta pesquisa. Estas constituem barreiras graves para o desenvolvimento de negócios sustentáveis voltados para a manutenção da floresta e das populações que vivem dos produtos da sociodiversidade.

4.2.4 O processamento de castanhas desidratadas no Amazonas e as contribuições da indústria boliviana.

A castanha-da-Amazônia é um dos produtos da biodiversidade regional demandado por diversas iniciativas de negócios como, plantio comercial para a produção de castanhas secas e usina familiar de beneficiamento; agroindústria de pequeno porte para transformação da castanha; fábrica de pequeno porte de biscoito com castanha; fábrica de pequeno porte de “leite” e farinha de castanha, bem como, insumo para a indústria de cosméticos (MMA/GTA/Sebrae,1998; Herculano, 2014).

A Bolívia é responsável por 70% da produção mundial de castanha-da-Amazônia (FIESP, 2016), ficando o Brasil em segundo lugar com 37% e o Peru com 13% dessa produção. A Bolívia domina também em tecnologia, níveis sanitários e, principalmente, valor agregado, controlando 71% do mercado de castanha processada (COSLOVSKY, 2005; TONINI, 2007). É ainda, grande compradora da castanha-da-Amazônia. Cerca de 90% da castanha com casca que sai do Brasil vai para a Bolívia e Peru, com 17 mil toneladas por ano para os dois países. Com isso, Brasil já exportou US\$150 milhões em castanhas e nozes em 2015, sendo a castanha-de-caju o principal item nacional a ser vendido, conforme dados divulgados no V Encontro Brasileiro e I Encontro Latino Americano de Nozes e Castanhas (FIESP, 2016).

Apesar de todo este potencial comercial, o mercado da castanha-da-Amazônia esbarra em problemas comuns a diversos bioprodutos de origem amazônica. Entre os principais problemas está a falta de estabilidade no preço, o baixo capital de giro dos extrativistas, o baixo nível tecnológico, a ação do atravessador e a qualidade do produto (SILVA, 2010). Conforme o enfoque deste trabalho concentrou-se esforços voltados aos aspectos tecnológicos da transformação da castanha em produto comercial.

O baixo nível tecnológico se manifesta desde o processo de coleta da castanha-da-Amazônia, o qual permanece inalterado há séculos, cuja estagnação ocasionou perda de competitividade do produto brasileiro. A forma pela qual se coleta, transporta e armazena a castanha influencia a qualidade do produto, o que faz com que as regiões produtoras enfrentem muitas dificuldades para se adequar aos padrões tecnológicos exigidos pelos mercados compradores (SILVA, 2010). O isolamento das comunidades extrativistas pelas distâncias dos castanhais reforça a fragilidade logística e acentua a ação dos atravessadores mantendo o preço baixo das castanhas nos locais onde são produzidas.

No Amazonas, os principais gargalos da cadeia produtiva da castanha segundo a I Conferência das Populações Tradicionais estão de acordo com os mesmos aspectos descritos para o estado do Acre. O difícil acesso aos castanhais mais centrais, o extrativista precisa ir cada vez mais longe dentro da floresta para coletar as castanhas. Foi relatada também a falta de investimento para a infraestrutura de transporte e armazenamento do produto, assim como, a oscilação no preço da castanha, falta de práticas de manejo adequado na coleta e armazenamento que garanta a qualidade do produto e, entre outros entraves destaca-se a falta de pesquisa no desenvolvimento de tecnologias para o setor. Onde se relatou a necessidade de uma máquina para a quebra dos ouriços das castanhas (AMAZONAS, 2005).

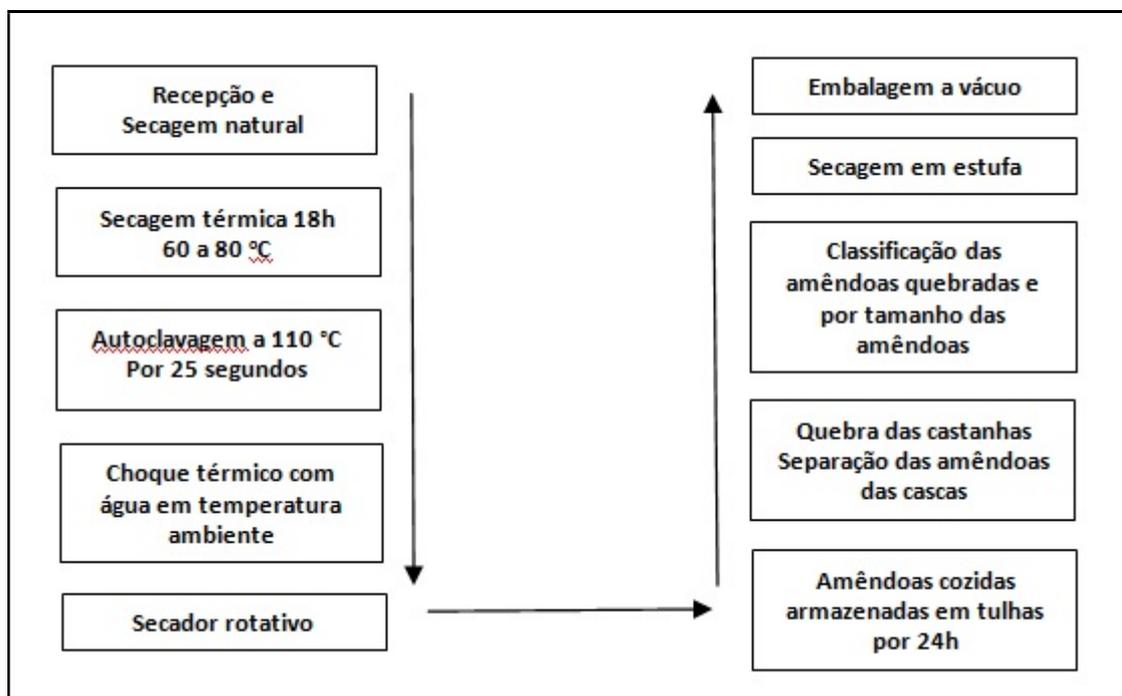
Neste trabalho, foram identificadas as tecnologias de transformação utilizadas na obtenção da castanha desidratada, produto predominantemente comercializado pelas empresas e cooperativas no Amazonas. Segundo a pesquisa de campo nas empresas e nas instituições do setor, todos os anos as safras de castanha variam assim como os preços. A matéria-prima é comprada dos extrativistas por lata, onde uma 1 lata de castanha equivale a 10 quilos comprada a R\$24,00 (vinte e quatro reais) e vendida a R\$33,00 (trinta e três reais) no ano de 2015.

A escolha das castanhas adquiridas (que podem ser da safra do ano anterior) e a maneira como foi efetuado o armazenamento na floresta e nas comunidades (se as amêndoas foram lavadas, o grau de umidade, a contaminação com óleo diesel ou peixe salgado durante o transporte nas embarcações) precisam ser observadas, pois refletem na qualidade do produto final. A região de origem da castanha também tem grande influência na qualidade do produto (HOMMA & MENEZES, 2008).

O processo de beneficiamento da castanha desidratada e embalada a vácuo se dá da seguinte forma: A cooperativa recebe a castanha lavada pelo cooperado, estas são postas para secar naturalmente nos primeiros dias e armazenadas em grandes caixas de madeira suspensas de onde são retiradas as amêndoas para a secagem térmica de 60 a 80 °C por 18 horas. Em

seguida as amêndoas vão para o autoclave para a esterilização e cozimento por 25 segundos a 110 °C e recebem um choque térmico com água em temperatura ambiente em secador rotativo por 1 hora para que a amêndoa solte da casca. As amêndoas esterilizadas e cozidas descem para um tanque chamado de tulha onde ficam por 24 horas e depois seguem para a máquina de quebra para separar as cascas das amêndoas e serem classificadas por tamanho e separar as amêndoas quebradas. Depois ocorre a quebra e segue novamente para a estufa, onde as amêndoas ficam de 16 à 18h a 60° C para eliminar o óleo, nesta fase a amêndoa deve ficar branca por dentro. Após esta secagem as amêndoas são classificadas e separadas por tamanho na máquina selecionadora que separa as amêndoas em três tamanhos, pequenas, médias e grandes. Depois, estas seguem para classificação manual onde são identificadas as amêndoas quebradas ou que ainda mantém a casca fina de cor marrom. Estes funcionários trabalham com luvas e toucas. Estas pessoas aprendem a classificar no decorrer da execução do trabalho. A fase final é a embalagem a vácuo (Figura 3).

Figura 2. Fases do processamento da castanha-da-Amazônia desidratada embalada a vácuo em uma usina de beneficiamento.



Fonte: Própria.

Como se pode observar na figura 3, a maior parte das fases de processamento da castanha desidratada se dá de forma semi-automatizada nas usinas visitadas, mas ainda foi

possível observar grande dependência do trabalho manual nas fases de processamento, bem como o contato manual após as amêndoas serem esterilizadas.

As cascas que saem do processamento geram um grande volume de resíduos que ficam acumuladas do lado de fora do galpão da cooperativa e aos poucos são utilizadas na caldeira como material de queima para o sistema de secagem térmica das castanhas. Entretanto, o volume produzido é maior que consumo da caldeira o que gera uma “montanha” de resíduos depositada na área externa na cooperativa (Figura 4).

Figura 3. Resíduos das cascas da castanha para ser utilizados na caldeira da cooperativa.



Fonte: Própria.

A cooperativa visitada manifestou o interesse no projeto para transformar as cascas das castanhas em carvão vegetal, entretanto, não ofereceu maiores detalhes quanto a isso. As estratégias de aproveitamento de resíduos relatadas e praticadas pela cooperativa é o uso de amêndoas “não selecionadas” para a extração do óleo. Este óleo é vendido para uma empresa de Manaus (R\$20/kg) e o resíduo desta extração, o bagaço, é vendido para piscicultura (0,50/kg), pois serve de alimento para os peixes. E também doam parte dos resíduos das cascas das castanhas para o IDAM para a produção comercial de adubo para hortaliças.

O dirigente de um dos empreendimentos relatou que durante a safra da castanha utiliza a mão-de-obra de 46 trabalhadores com ocupação tecnológica, mas foi possível observar apenas ocupações no processamento, embalagem das castanhas e manutenção dos equipamentos. Foi relatado que os gastos com aquisição de novas máquinas e equipamentos se dá por financiamentos do Banco do Brasil; do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES e da Agência de Fomento do Estado do Amazonas – AFEAM. Onde há uma contrapartida da própria cooperativa correspondente a 10% do valor do financiamento.

Houve aquisição de equipamentos pela cooperativa entre 2015 e 2016, como a máquina embaladora a vácuo automática com custo de R\$50.000,00. Tem previsão de adquirir uma fatiadora de amêndoas, no valor de R\$9.000,00. Entre estas providencias o empreendimento espera exportar castanhas para a Europa com a recuperação do selo de certificação orgânica, perdido em 2009 por causa de auditorias *in loco* com coletores onde foi identificado que não seguiam boas práticas na coleta das castanhas. Hoje as usinas de beneficiamento de castanha exigem que os coletores trabalhem com boas práticas de manejo e conservação, incluindo a lavagem das castanhas com hipoclorito.

Um dos empreendimentos recebe a produção por via fluvial, pois a usina está localizada à beira do rio Madeira. Isto facilita a recepção e torna o transporte da matéria-prima mais rápido. O preço praticado é o mesmo citado anteriormente.

A expectativa das empresas regionais é a exportação, embora todos tenham noção das exigências sanitárias, ambientais e de certificação orgânica do mercado externo.

O procedimento mais moderno é utilizado atualmente em Cobija, na Bolívia, por uma empresa que emprega uma combinação de vapor a alta pressão, quebra nozes mecânico vibratório e uso de nitrogênio líquido. Esse processo dispõe de certificação, garantindo que a castanha está livre de contaminação (HOMMA & MENEZES, 2008).

Segundo dados da *Corporación Interamericana de Inversiones* (CII, 2017) membro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) a planta industrial de processamento desta empresa está na vanguarda na detecção de aflatoxinas em castanhas amazônicas, bem como, na avaliação de contaminação bacteriana nos equipamentos e funcionários que mantém contato com as amêndoas, cujos resultados são verificados periodicamente em laboratório certificados na França e Alemanha. O processo de controle de qualidade é objeto permanente de auditorias por parte de seus clientes internacionais, cujos requisitos de controle de qualidade os impede de comprar castanhas amazônicas se a matéria prima não passar na inspeção.

Outra estratégia importante desta empresa se dá na coleta da matéria-prima ao proporcionar assistência técnica aos coletores de castanhas. Esta assistência é fornecida sob a forma de capacitação, a construção de galpões temporários e o fornecimento de material de transporte para assegurar que a matéria-prima é armazenada de forma segura e em boas condições de ventilação até que possa ser transportada para a unidade de transformação. A empresa em questão é uma das duas empresas bolivianas que vendem castanha orgânica certificada pela Associação Organic Crop Improvement dos Estados Unidos e o Instituto de Marketology da União Européia (HOMMA & MENEZES, 2008).

Castanhas descascadas produzem um volume considerável de cascas, que são temporariamente armazenados perto da planta de processamento. Parte das cascas é utilizada como combustível para a usina que gera vapor para limpar as castanhas. Estas práticas são as mesmas observadas na bioindústria regional.

Complementando as estratégias de agregação de valor à castanha-da-Amazônia, não se negligenciar a manutenção da continuidade dos castanhais para atender aos aspectos de regularidade de estoques e manutenção da produção. Experiências acumuladas ao longo dos anos indicam que coletas de recursos genéticos requerem alternativas de conservação sustentáveis, que reduzam perdas de acessos por pressões bióticas e abióticas e, possibilitem o uso e a valoração da diversidade genética por meio de procedimentos de avaliação, caracterização e utilização das amostras de populações naturais resgatadas. Neste sentido, a Embrapa Amazônia Ocidental, em parceria com a Embrapa Acre e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, vem atuando em pesquisas com objetivos para a conservação e uso de recursos genéticos de espécies vegetais nativas da Amazônia, entre elas a castanheira do Brasil.

O banco ativo de germoplasma da Embrapa Oriental atua na conservação e documentação da coleção de germoplasma de castanheira do Brasil com um plano de ação que envolve três atividades a serem desenvolvidas pelas Unidades da Embrapa nos Estados do Pará, Amazonas e Rondônia que darão continuidade as atividades de coleta, conservação e caracterização de germoplasma de espécies frutíferas nativas da Amazônia. Destaca-se especial atenção as espécies: bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.), camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh), castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K), murucizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) e taperebazeiro (*Spondias mombin* L.) cujos bancos ou coleções contam com maior número de acessos. No caso específico da castanheira as atividades se concentrarão, basicamente, na multiplicação de acessos existentes na Coleção de Clones de Castanheira-do-brasil da Embrapa Amazônia Oriental que estão implantados em

área que, atualmente, não permite assegurar a conservação. Os acessos serão propagados por enxertia e implantados no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, em Tomé-Açu, PA. Diversas outras frutíferas que estão organizadas em coleções diversificadas, porém com poucos acessos, existentes na Embrapa Amazônia Ocidental e na Embrapa Rondônia também serão objetos de atividades concernentes à conservação, ampliação e caracterização (HOMMA et al., 2014).

Observa-se a partir destas reflexões o caráter multidisciplinar e multisetorial das estratégias em torno da agregação de valor de um produto reconhecido pelo mercado, mas que ainda prescinde de tecnologias, planejamento estratégico e investimentos. Tendo como foco deste trabalho as tecnologias em torno deste produto, a castanha, é importante destacar que as inovações tecnológicas devem ser primeiramente um mecanismo para que as empresas possam contribuir na mitigação de desigualdades e na conservação ambiental. Juntamente com Sachs (2012), defendemos que o conceito de inovação precisa ser mais amplo e capaz de contemplar os reais objetivos do desenvolvimento com visão de futuro.

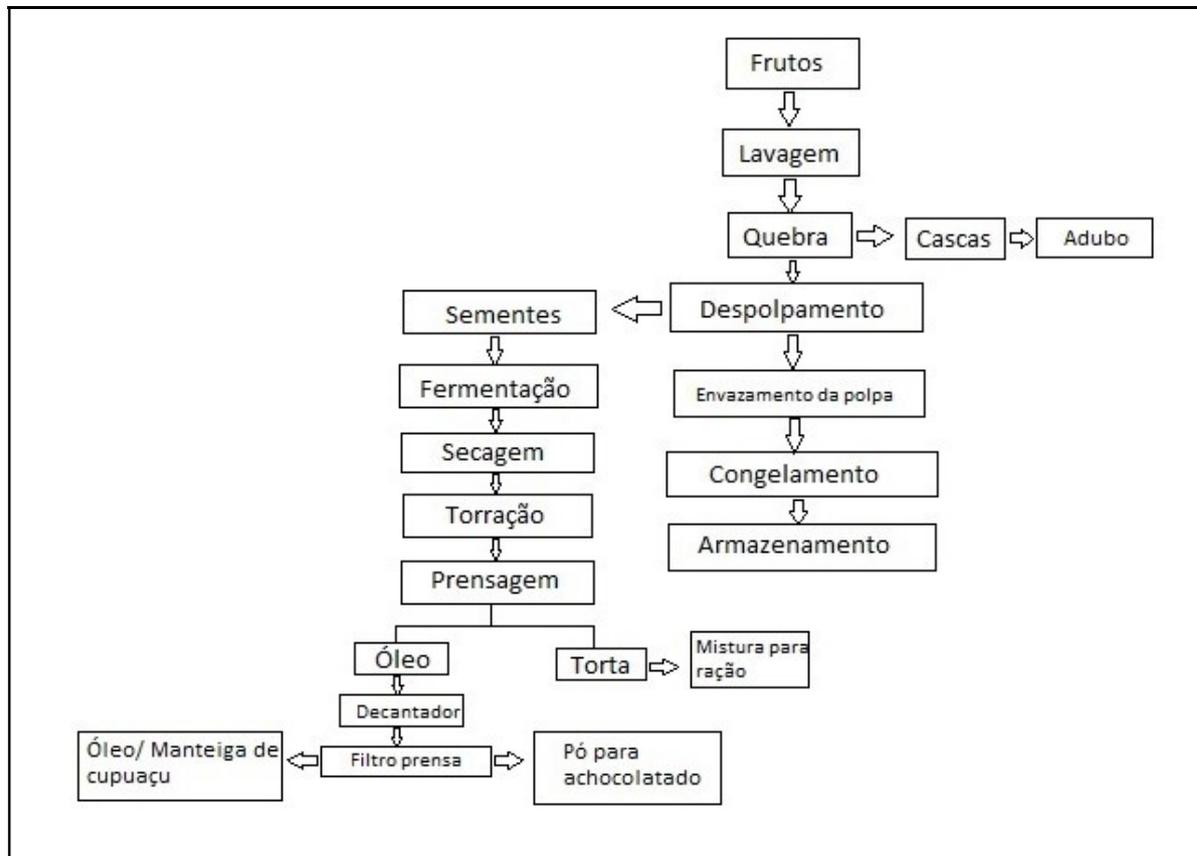
4.2.5. Comparação das tecnologias da bioindústria do cupuaçu *Theobroma Grandiflorum* com processos tecnológicos de transformação do cacau *Theobroma Cacao*.

Com a finalidade de comercializar principalmente manteiga de cupuaçu, torta e pó para achocolatado (cupulate), a agroindústria pesquisada compra sementes frescas e congeladas de diversas regiões do estado, onde a semente fresca é comprada a R\$0,40/ kg e a semente seca é comprada a R\$1,50/kg, a semente seca tem mais valor agregado, pois estas não requerem o tratamento das primeiras etapas do processamento da semente fresca, a fermentação e a secagem. A maior parte destas sementes é proveniente das agroindústrias de polpas de frutas.

A manteiga de cupuaçu obtida do processamento é comercializada para indústrias de cosméticos nos estados de São Paulo, Pará e Paraná. No último ano a empresa visitada vendeu 3 toneladas de manteiga de cupuaçu, sendo hoje o principal produto comercializado por ela. O dirigente informou que o lucro obtido é investido em inovação e melhorias de processos e produtos, embora não tenham sido adquiridos novos equipamentos, a perspectiva manifestada pela agroindústria é o desenvolvimento do cupulate em barra, devido a produção do pó para cupulate ser um processo praticado pela empresa.

Na figura 5, temos o fluxograma dos processos de produção da polpa, da manteiga de cupuaçu e torta.

Figura 4. Fluxograma dos processos de transformação do fruto do cupuaçu.



Fonte: Adaptado de ISAE/FGV/SUFRAMA (2003).

Na agroindústria pesquisada predominam os processos de transformação a partir das sementes, os quais estão descritos a seguir conforme a figura 5. As sementes são recebidas despulpadas e postas para fermentar para diminuir a acidez do óleo em engradados plásticos de 30 kg por 5 a 7 dias, ao abrigo da chuva e cobertas por lonas plásticas à temperatura ambiente que pode chegar a 60 °C (Figura 6). As sementes são revolvidas duas vezes por dia de um engradado para outro.

Figura 5. Ambiente e recipientes em que as sementes de cupuaçu ficam armazenadas na fase de fermentação na agroindústria visitada.



Fonte: Própria.

A fermentação das sementes constitui importante etapa de seu processamento e ocorre pela ação da atividade microbiana sobre os resíduos de polpa gerando produtos metabólicos como álcool e ácidos, o calor gerado resulta em transformações físicas, físico-químicas e estruturais, que contribuirão para a qualidade do produto final, principalmente nos aspectos relacionados a sabor (SCHWAN, 1996). Segundo Mattietto (2001), para um correto processo de fermentação devem ser considerados fatores simples como o sistema onde ocorrerá o processo, a temperatura ambiente e da massa de sementes, pH, acidez, tempo do processo, revolvimentos, microflora entre outros.

Num estudo realizado por Souza et al. (2016) para otimização dos processos de fermentação de sementes de cupuaçu, fez-se a adição de xarope de açúcar a 30% na quantidade correspondente a 1% do peso do lote, fez-se o revolvimento para homogeneização do xarope com as sementes. A adição do xarope de açúcar não ocorre na etapa de fermentação observada na empresa visitada. Embora não hajam evidências de que esta inclusão acelere o processo fermentativo, pois o trabalho de Souza et al. (2016) não encontrou alterações importantes quanto à temperatura, pH, acidez, umidade, absorção de água e cor, de modo a comprovar a eficiência tanto das estruturas quanto da condução e ingredientes dos processos fermentativos.

Diversos trabalhos condensam a relevância dos tratamentos pós-colheita, como a fermentação na mudança dos polifenóis totais e no teor de antocianinas do cacau, influenciando os níveis de amargor, adstringência e cor no desenvolvimento de chocolates. No trabalho de Afoakwa et al. (2012) investigando mudanças em polifenóis e concentrações de antocianinas durante a fermentação do cacau ganês, avaliou-se três processos pós-colheita

para o tratamento de cacau fresco antes da fermentação, armazenamento da polpa, debulhador mecânico e debulhador enzimático. Os processos de fermentação e armazenamento da polpa diminuíram o teor de polifenólicos de grãos de cacau, mas as taxas de diminuição dependeram mais do tempo de fermentação (6 dias), o armazenamento além de 7 dias levou a uma redução drástica dos polifenólicos. Da mesma forma, o teor de antocianinas diminuiu 90% no quarto dia de fermentação, após esse período pequenas alterações foram observadas até o final da fermentação. O armazenamento causou diminuições insignificantes no conteúdo de antocianinas.

Estas mudanças nos tratamentos pós-colheita podem melhorar a qualidade e o sabor final do pó para preparo do cupulate ao alcançar sementes de cupuaçu com características físicas e químicas desejáveis pela indústria de alimentos de modo a agregar valor ao produto.

A segunda etapa de processamento é a secagem natural, as sementes de cupuaçu são expostas ao sol em estufas artesanais por 15 a 20 dias (Figura 7). Ocorrem severas perdas nestas fases de beneficiamento, por exemplo, de 30 kg de sementes que entram nas fases de fermentação e secagem, resultam em apenas 9 kg de sementes que seguem para as demais fases do processamento.

Figura 6. Estufas artesanais para a secagem das sementes de cupuaçu na agroindústria visitada.



Fonte: Própria.

Para o cacau utiliza-se também a secagem artificial. A utilização de secadores tendo como fonte de calor a queima de lenha, gás e diesel é uma necessidade principalmente durante a época chuvosa ou ainda durante a maior concentração da safra. A secagem artificial requer cuidados especiais, pois a temperatura deve subir lentamente sem ultrapassar 55°C, mantendo-se por todo período de secagem, em torno de 30 horas. Temperaturas altas e bruscas torram as

amêndoas tornando-as quebradiças, prejudicando assim a qualidade do cacau (SILVA NETO, 2001).

Tradicionalmente, numa região produtora de cacau da Bahia, a secagem artificial vem sendo feita através do secador tubular que embora seja eficiente tem custo elevado. Basicamente consiste em uma construção de alvenaria tendo uma câmara de calor, no interior da qual fica um tubo de ferro que transmite o calor produzido pela queima de lenha em uma fornalha. Acima da câmara de calor fica o lastro de secagem. Em consequência do alto custo do secador tubular e mediante a necessidade da secagem artificial, foram projetados outros tipos de secadores, principalmente em função das exigências do pequeno produtor (SILVA NETO, 2001).

O cacau, assim como o cupuaçu, está sujeito a processos pós-colheita de grande importância como a fermentação e a secagem, pois estes precisam ser melhorados para se obter um produto de alta qualidade. Gil (2016) verificou a influência da enzima pectina liase no processo pós-colheita do cacau, foram avaliadas dosagens enzimáticas (1% e 5%) na fermentação e seu efeito sobre a temperatura, acidez, e tempo de secagem por convecção a 60° C. A atividade da pectina liase durante fermentação não causou efeito significativo nas variáveis temperatura e acidez, entretanto, o tempo de secagem necessário para atingir 7% de umidade foi reduzido, onde a dosagem de 1% da enzima obteve o melhor resultado porque promoveu o enfraquecimento da casca da semente, o que permitiu uma fermentação adequada e subsequente redução no tempo de secagem até 10,8 horas.

O uso de enzimas, a exemplo das pectinas liases (GIL, 2016) poderiam favorecer os processos de fermentação e secagem ao acelerar estas fases e, com isso, reduzir as perdas de sementes de cupuaçu obtendo melhor rendimento do produto final.

As sementes secas seguem para a terceira etapa, a torrefação, estas devem ser aquecidas a 60 °C por 1 hora; depois de torradas as sementes são prensadas na quarta etapa do processo, obtendo-se dois subprodutos, o óleo e a torta. Estes processos são automatizados por máquinas específicas para estas finalidades.

A torrefação é uma das operações importantes da unidade nas indústrias de cacau, a fim de desenvolver um sabor único nos produtos. Zzaman (2017) submeteu grãos de cacau à torrefação em diferentes temperaturas e tempos usando vapor superaquecido. A influência da temperatura de assar (150-250 ° C) e do tempo (10-50 min) em açúcares, aminoácidos livres e compostos aromatizantes voláteis foram investigados. Como resultado, a concentração de açúcares redutores totais foi reduzida em até 64,61, 77,22 e 82,52% com temperatura de torrefação aumentada a 150, 200 e 250 ° C durante 50 minutos, respectivamente. Os

aminoácidos hidrofóbicos foram reduzidos até 29,21, 36,41 e 48,87% com temperatura de torrefação aumentada a 150, 200 e 250 ° C durante 50 minutos, respectivamente. Foram detectadas várias pirazinas, ésteres, aldeídos, álcoois, cetonas, ácidos carboxílicos e hidrocarbonetos em todas as amostras em diferentes concentrações. A formação dos compostos ativos mais saborosos, pirazinas, foi a concentração mais elevada (2,96 mg kg⁻¹) a 200 ° C durante 10 minutos. Portanto, a qualidade dos grãos de cacau pode ser melhorada usando vapor superaquecido durante o processo de torrefação.

O óleo proveniente desta prensagem segue para a quinta etapa, num tanque decantador, o material decantado segue para um filtro prensa onde se separa novamente o óleo agora isento de partículas sólidas, obtendo-se o pó que vai compor o cupulate. E o óleo puro é armazenado em tambores plásticos a temperatura ambiente gerando a manteiga ou gordura de cupuaçu. Depois segue para distribuição e comercialização para indústrias do segmento de cosméticos.

Segundo Luccas (2001), o avanço das técnicas de modificações de óleos e gorduras, o desenvolvimento de novas matérias-primas para substituir a manteiga de cacau e as considerações tecnológicas favoráveis dessas gorduras tem chamado a atenção dos fabricantes de chocolate. A modificação pode constituir uma mistura de duas ou mais matérias-primas diferentes, a aplicação de métodos químicos, como a hidrogenação e interesterificação, métodos bioquímicos como a interesterificação enzimática ou métodos físicos como o fracionamento térmico, estas modificações podem ser aplicadas isoladamente ou em conjunto (AZEVEDO, 2001).

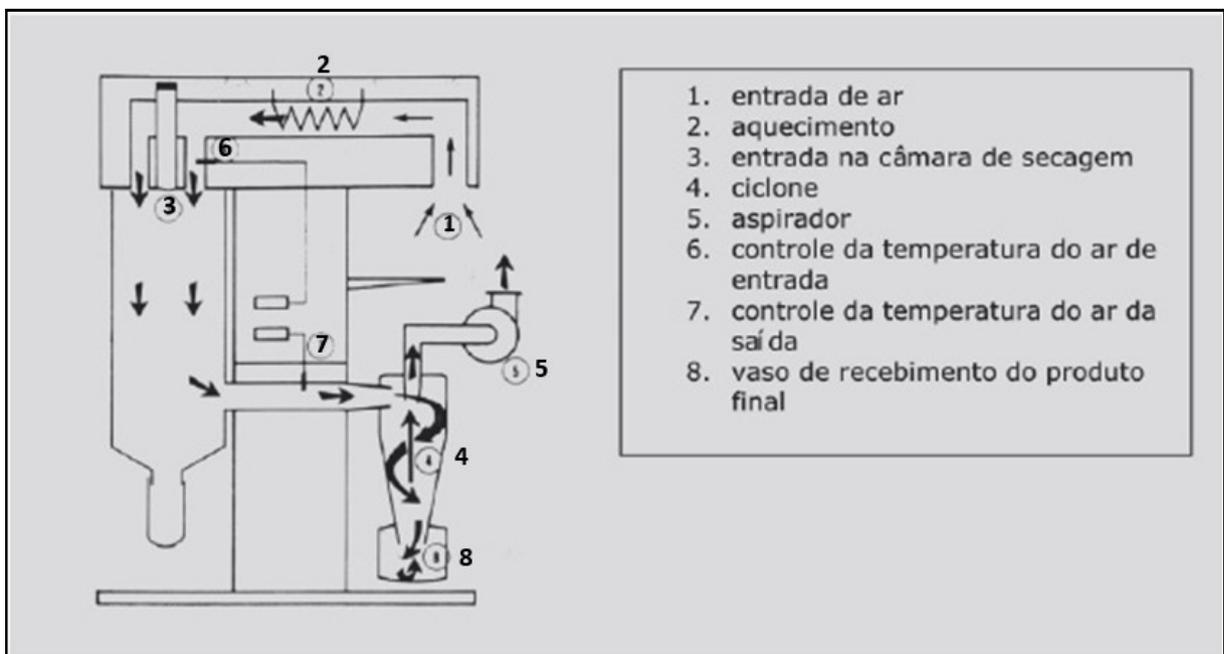
Luccas (2001) ao estudar o fracionamento térmico e a obtenção de gorduras de cupuaçu como alternativa à manteiga de cacau para a fabricação de chocolate, concluiu que essas gorduras podem ser utilizadas com sucesso, contribuindo com até 5% no peso total da formulação, sem alterar as características físicas e sensoriais do produto.

No trabalho de Cohen & Jackix (2009) foram realizadas caracterizações químicas e físicas da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau para avaliar as diferenças entre ambas, buscando conhecer tais características para a substituição parcial da manteiga de cacau, pois esta é um dos ingredientes de alto custo na formulação do chocolate. As diferenças encontradas nas características químicas e físicas entre as gorduras de cupuaçu e a manteiga de cacau podem influenciar em parâmetros de processos aplicados para a produção de alimentos. E dependendo do tipo de aplicação que a gordura de cupuaçu seja destinada, como na substituição parcial à manteiga de cacau para a formulação do chocolate, esta pode alterar as características físicas do produto devido a sua maior maciez. Entretanto, há processos

tecnológicos que podem alterar essa gordura, como a hidrogenação, a interesterificação e fracionamento, tornando-a mais apropriada a essa aplicação.

O pó desengordurado proveniente do processamento das sementes de cupuaçu foi objeto de formulação de achocolatados por Lannes & Medeiros (2003), com a substituição do cacau em pó pelo cupuaçu, a partir do processamento por *spray-dryer* (Figura 8) para promover instantaneização. Os *spray-dryers* promovem a secagem rápida de soluções, suspensões e substâncias pastosas, sendo obtido um produto seco e pulverizado. O achocolatado acrescido de água (concentrado) passa pelo *spray-dryer* formando glóbulos de pequeno diâmetro que são arrastados pela corrente de ar quente.

Figura 7. Esquema do *spray-dryer* e do fluxo do ar de secagem.



Fonte: Adaptado de Lannes & Medeiros (2003).

Nos resultados alcançados por Lannes & Medeiros (2003) com relação ao processamento utilizando-se *spray-dryer* obteve-se rendimento de processo em torno de 20%, uma vez que se observou a instantaneização do produto. Para o preparo de produtos em pó, não só alimentícios, mas, principalmente, os farmacêuticos, este processo mostra-se eficaz, sendo que o custo torna-se irrelevante dependendo da instalação industrial e do produto comercializado.

Conforme descrito anteriormente, atributos saborosos como intensidade de sabor, amargor, adstringência e acidez são atribuídos à fermentação, secagem e torrefação dos grãos. A fermentação é caracterizada pela produção de ácidos orgânicos (ácido acético e ácido

lático) que são particularmente importantes na definição de qualidade na fabricação de "cupulate". A produção bacteriana e a degradação do ácido acético durante a fermentação é importante para curar a semente de cupuaçu e precursor no desenvolvimento de sabor. No entanto, um excesso de ácido acético provoca um efeito adverso no sabor de cupuaçu. Assim, métodos rápidos para monitorar a fermentação e a torrefação são importantes na otimização da fabricação dos produtos de cupuaçu, seja para fins alimentícios ou farmacêuticos (FIGUEIREDO et al., 2006).

Os fatores determinantes da qualidade do cacau produzido no Brasil estão associados à sua origem, rastreabilidade, certificações como, orgânicos, Rainforest Alliance, Fair for Life, sustentabilidade, indicação geográfica e outras formas de diferenciação, como por exemplo, a produção do cacau no sistema agroflorestal Cabruca, uma produção de cacau que mantém a cobertura nativa florestal com o sombreamento de árvores da mata Atlântica brasileira junto aos cacauzeiros (ESTIVAL & LAGINESTRA, 2015). A Cooperativa CABRUCÁ está localizada no corredor central da Mata Atlântica do sul da Bahia e é representada por 37 agricultores comprometidos com a valorização da produção orgânica e agroflorestal associada à conservação da Mata Atlântica (IBC, 2017)

Além da demanda por certificações, da necessidade do atendimento aos padrões e normas para o processamento, produção e adequação do produto, a qualidade do cacau também pode ser associada a sua origem geográfica. Exemplo da distinção associada à origem do cacau já pode ser visualizado no estado do Espírito Santo, que em outubro de 2012 obteve o primeiro selo de indicação geográfica do cacau entregue à Associação dos Cacaucultores de Linhares (ACAL) pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) (ESTIVAL & LAGINESTRA, 2015).

A exemplo do cacau é inegável o potencial e a inserção dos produtos do cupuaçu aqui descritos nos mercados "verdes". Atender aos padrões e normas de qualidade e segurança pode não representar uma restrição a comercialização destes bioprodutos, desde que sejam estabelecidos objetivos alcançáveis pelos empreendimentos locais, a partir de informações sobre os recursos naturais utilizados, conhecendo o mercado e as possibilidades de especialização ou diversificação dos produtos e subprodutos pelos meios de processamento e tecnologias. No empreendimento avaliado na pesquisa, torna-se especialmente importante reduzir as perdas na quantidade de sementes que entram no processamento, o que pode ser alcançado por mudanças tecnológicas para otimização da fermentação e secagem das sementes.

CONCLUSÕES

- Critérios de regionalização são relevantes para a cadeia de valor dos bioprodutos da Amazônia e se destacam nas atuais estratégias de desenvolvimento.
- Os bioprodutos estudados neste trabalho estão distribuídos em diferentes microrregiões do Estado. E esta condição, suas características sociais, econômicas e ambientais, os qualificam para certificações especiais como observado para outros produtos locais.
- Para se ter uma cadeia de valor de bioprodutos amazônicos devem ocorrer mudanças sistêmicas, abarcando transições sociotécnicas que vão além das tecnologias, requerendo regulação, práticas de mercado e usuários, cultura, infraestrutura, redes de relacionamento e de fornecedores.
- A pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a geração de produtos a partir de recursos renováveis é uma questão central diante do paradigma da sustentabilidade. As alternativas tecnológicas para a bioindústria no Amazonas devem considerar a necessidade de mudanças estruturais nos transportes, no fornecimento de energia, na agricultura e no extrativismo e na logística.
- A produção e processamento de juta e malva requerem alternativas e soluções que dependem de esforço científico e tecnológico. Com o exemplo do que é realizado na Índia, observou-se que as técnicas e o ambiente de beneficiamento das fibras de juta são similares, tendo na produção de sementes a intervenção tecnológica mais relevante para este insumo na Amazônia, o desenvolvimento de novas variedades de juta com maiores rendimentos por hectare.
- A cadeia de valor das resinas de breu necessita melhorias em aspectos tecnológicos e de gestão. A disponibilidade de tecnologias nos locais de produção para a separação de compostos químicos das frações voláteis e não-voláteis da resina de breu é necessária para atender às demandas de diferentes mercados. Ao diversificar este bioproduto aumentam-se as chances de agregar valor na origem. Os aspectos de gestão como, a prospecção de capacidade produtiva, o uso de critérios para classificação da matéria-prima, estudo do rendimento em relação à demanda, definir mercados específicos e preços, não foram observados na realidade investigada. A parceria com

instituições acadêmicas, de pesquisa que dispõem de tecnologias e equipamentos para atender às necessidades de análises químicas é fundamental para atender aos requisitos de mercado.

- A transformação do fruto de açaí em polpa na realidade investigada segue as mesmas etapas relatadas na literatura, por meio de processos semi-automatizados. Verificou-se, entretanto, ausência de equipamentos e tecnologias úteis nas etapas de limpeza e conservação dos frutos, assim como, o desperdício das sementes após o processamento, demonstrando a falta de aproveitamento deste material como subproduto desta bioindústria no Amazonas. As tecnologias mais avançadas e praticadas em outras localidades para agregar valor aos produtos do fruto do açaí foram as que se aplicam na produção de polpa desidratada como a liofilização, a atomização, desidratação a vácuo, e a produção do xarope em misturas de polpa de açaí com outras frutas.
- No processamento para a transformação da semente de cupuaçu em óleo/manteiga, torta e pó para cupulate predominam etapas e procedimentos para a transformação da semente do cacau para obtenção de produtos similares aos de cupuaçu. Assim, é fundamental reduzir as perdas na quantidade de sementes que entram no processamento a partir de tecnologias voltadas à otimização da fermentação e da secagem das sementes, bem como, métodos rápidos de monitoramento das amostras que passam por estes processos os quais interferem na composição química e características dos produtos de cupuaçu.

REFERENCIAS

ABREU, Y. V.; OLIVEIRA, M. A. G. e GUERRA, S. M. (Org.) Energia, economia, rotas tecnológicas. Textos selecionados. Universidad de Málaga. Eumed. Net: Málaga, Espanha, 2010. p. 21 -23.

AFOAKWA, E. O., QUAO, J., TAKRAMA, F. S., BUDU, A. S. and SAALIA, F. K. Changes in total polyphenols, o-diphenols and anthocyanin concentrations during fermentation of pulp pre-conditioned cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *International Food Research Journal* 19 (3): 1071-1077 (2012).

AGUIAR, M. O.; MENDONÇA, M. S. de. Morfo-Anatomia da Semente de *Euterpe precatoria* Mart. (Palmae). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 25, nº 1, p. 37-42, 2003.

ALBARICI, T. R.; PESSOA, J. D. C. Effects of heat treatment and storage temperature on the use of açai drink by nutraceutical and beverage industries. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 32, n. 1, 9-14, 2012.

ALEXANDRE, D; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açai pela tecnologia de obstáculos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 1, p. 114 – 119, 2004.

AMAZONAS, Governo do Estado. Cadeia produtiva da castanha-do-Brasil no estado do Amazonas. Série Técnica Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 3 – Manaus: SDS, 2005.

ANDERSON, A. & CLAY, J. (Org.) Esverdeando a Amazônia: comunidades e empresas em busca de práticas para negócios sustentáveis. Instituto Internacional de Educação do Brasil. São Paulo: Peirópolis, 2002. p. 67 – 83.

BARBOSA, P. C. S.; MEDEIROS, R. S.; SAMPAIO, P. T.; VIEIRA, G. ; WIEDEMANN, L.S.M.; VEIGA JUNIOR, V. F. Influence of abiotic factors on the chemical composition of copaiba oil (*Copaifera multijuga* Hayne): soil composition, seasonality and diameter at breast height. *Journal of the Brazilian Chemical Society (Impresso)* p. 1823-1833, 2012.

BAUMGARTEN, Maíra. Tecnologia. In: CATTANI, Antônio David (Org.). *Dicionário Crítico sobre Trabalho e Tecnologia*. 4a ed. Petrópolis: Vozes; Porto Alegre: editora da UFRGS, 2002.

BECKER, B. K. *Amazônia: geopolítica na virada do III milênio*. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

BORGES, S. H.; MOREIRA, M.; VICENTINI, A.; CID, C. A.; COHN-RAFT, M.; RIBAS, C.; CAPURUCHO, J. M. G.; CORNELIUS, C.; SANTOS, M. P. Muito além das florestas: Outros nichos de biodiversidade na Amazônia. *Revista Ciência Hoje* 306 (51): 33. Ago/ 2013.

BOSE, S. & MUKHERJEE, M. Sustainability in jute life cycle. p. 87 – 90. In: International Jute Study Group (IJSJG) A Compilation of Papers of International Seminar on Strengthening of Collaboration for Jute, Kenaf and Allied Fibres Research & Development. 351 p. Dhaka, Bangladesh. September, 2011.

CARRIZO, A. Proposta para integrar os sistemas de gestão da qualidade, das boas práticas de fabricação e da APPCC (Análise de perigos e pontos críticos de controle) em uma pequena empresa de sucos de frutas. Dissertação de Mestrado. p. 37-47. São Carlos: UFSCar, 2006.

CASE, R.J., TUCKER, A. O., MACIARELLO, M.J., and WHEELER, K.A. Chemistry and Ethnobotany of commercial incense copals, Copal Blanco, Copal Oro, and Copal Negro, of North America. *Economic Botany*, 57(2), 189-202. 2003.

CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede. A era da informação: Economia, sociedade e cultura. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTRO, T. M. S. A representação social de tecnologia. Dissertação. Mestrado em Educação – Educação e Políticas Públicas. Universidade Federal do Amazonas. 126 p. 2013.

CHADDAD, Fábio Ribas. Denominações de origem controlada: um projeto de pesquisa. *Cadernos de Pesquisa em Administração*, São Paulo, V. 1, Nº 1. 2º semestre, 1995.

CLAY, J. W. Brazil nuts. The use of a keystone species for conservation and development. In C. H. FREESE (Ed.): *Harvesting wild species. Implications for biodiversity conservation*: 246-282. The John Hopking University Press, Baltimore.1997.

COHEN, Kelly de Oliveira. Produto alimentício elaborado com sementes de cupuaçu e de cacau/ Kelly de Oliveira Cohen, Maria Valéria de Sousa, Marisa de Nazaré Hoelz Jackix. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009.

COHEN, K. O. & JACKIX, M. N. H. Características químicas e físicas da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau. *Documentos* 269. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 22 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Conjuntura Mensal – juta e malva. Maio, 2015.

CORPORACIÓN INTERAMERICANA DE INVERSIONES - CII. Miembro del Grupo BID. Tahuamanu S.A. Disponível em: <<http://www.iic.org/es/proyectos/project-disclosure/bo1023c-01/tahuamanu-sa>> Acesso em 29 de março de 2017.

COSLOVSKY, S. V. Determinantes de sucesso na indústria da castanha – como a Bolívia desenvolveu uma indústria competitiva enquanto o Brasil ficou para trás. Rio de Janeiro, Ebape, 2005. 21p.

COSTA, M. C.; MAIA, G.M.; MOREIRA, M. S. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex Spreng.) Schum.] por métodos combinados. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal – SP, vol. 25. n. 2 p. 213-215, agosto, 2003.

COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. Aspectos silviculturais da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. Acta Amazônica. Vol. 39 (4) 2009. p. 843 – 850.

COSTA, W. M. Arranjos comunitários, sistemas produtivos e aportes de ciência e tecnologia no uso da terra e de recursos florestais na Amazônia. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum., Belém, v. 5, n. 1, p. 41-57, jan.- abr. 2010.

COUTINHO, P. & BOMTEMPO, J. V. *Roadmap* tecnológico em matérias-primas renováveis. Uma base para a construção de políticas e estratégias no Brasil. Química Nova, vol. 34, No. 5. 910 – 916, 2011.

DENIS, H. História do Pensamento Econômico. 4 ed. Livros Horizonte, 1982.

DINIZ, E. M. & BERMANN, C. Economia Verde e Sustentabilidade. Estudos Avançados 26 (74), 2012.

ESTIVAL, K. G. S. & LAGINESTRA, A. M. A construção dos mercados de qualidade do cacau no Brasil. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 13 e 14 de agosto de 2015. Firjan: Rio de Janeiro. 24 p.

FARINAS, C. S.; SANTOS, R. R. M.; PESSOA, J. D. C.; BERTUCCI NETO, V. Resíduo da agroindústria do açaí para produção de celulases. In: PESSOA, J. D. C. & TEIXEIRA, G. H. A. Tecnologias para inovação nas cadeias *Euterge* (Editores). Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 263 – 286.

FALESI, L. A.; SANTANA, A. C.; HOMMA, A. K. O.; GOMES, S. C. Evolução e interação entre a produção e o preço das frutas no estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 53, n.1, p.69-77, jan/jun, 2010.

FERREIRA, M. D. P. Impactos dos preços das commodities e das políticas governamentais sobre o desmatamento na Amazônia Legal. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2011.

FERREIRA, A. A vida dos trabalhadores da juta e da malva no baixo Solimões. Manaus: EDUA, 2014. p. 148 – 154.

FERREIRA, A. Fios dourados dos trópicos: culturas, histórias, singularidades e possibilidades (juta e malva – Brasil e Índia). Campinas, SP. 2016. p. 343 – 353.

FREIRE, J. T.; FERREIRA, M. C.; FREIRE, F. B. Secagem de pasta em leitos de jorro. In: FREIRE, J. T.; SILVEIRA, A. M. D. Fenômenos de transporte em sistemas particulados: fundamentos e aplicações. Cap. 4. São Carlos: [s.n.], 2009. p. 95-129.

FIGUEIRA, L. F. Biopirataria: o cupuaçu. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 20, n. 4300, 10 abr. 2015. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/37567>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

FONSECA, O. J. M. Pensando a Amazônia. Manaus: Ed. Valer, 2011. 496 p.

FRANÇA, L. F.; MONTEIRO, R. B. B.; VASCONCELOS, M. A. M.; CORREA, N. C. Tecnologia de produção de açaí em pó e desengordurado. In: PESSOA, J. D. C. &

TEIXEIRA, G. H. A. Tecnologias para inovação nas cadeias *Euterpe* (Editores). Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 187 – 204.

FRIEDMANN, G. & NAVILLE, P. **Tratado de sociologia do Trabalho**. São Paulo: Editora Cultrix, 1962.

GADOTTI, M. Pensamento Pedagógico Brasileiro, 8ª Ed. São Paulo: Ática, 2006.

GARCIA, R. M. Tecnologia apropriada: amiga ou inimiga oculta? Rev. Adm. Empr., 27 (3), jul./set. Rio de Janeiro – RJ. 1987. p. 26 – 38.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and case-study. *Research Policy* 31 (8 – 9), 1257 – 1274. 2002.

GIL, M; ORREGO, F.; CADENA, E.; ALEGRIA, R.; LONDONO-LONDONO, J. Effect of Pectin Lyase Enzyme on Fermentation and Drying of Cocoa (*Theobroma cacao* L.): An Alternative to Improve Raw Material in the Industry of Chocolate. *Food and Nutrition Sciences*, 2016, 7, 215-226.

GOBBO-NETO, L. & LOPES, N. P. Plantas medicinais: Fatores de influencia no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, Vol. 30, No. 2, 374-381, 2007.

GONCALVES, T. B. L.; FEIJO, J. L.; SANTOS JUNIOR, E. C.; ROCHA, C. I. L. Análise da cadeia produtiva do açaí: uma abordagem voltada ao estudo dos componentes de desempenho logístico. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS. 15 a 18 de outubro de 2012. 12 p.

GUAZZI, D. M. Qualidade Total na Agricultura. In: Tese de Doutorado Utilização do QFD como uma ferramenta de melhoria contínua do grau de satisfação de clientes internos - Uma aplicação em cooperativas agropecuárias. Cap. III. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis - SC. 1999.

HARRINGTON, James. *Aperfeiçoando Processos Empresariais*. São Paulo: Makron Books, 1993.

HEILBRONER, R. L. A formação da sociedade econômica. 5 ed. Ed. Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 1987.

HERCULANO, F. E. B. Produção industrial de cosméticos: o protagonismo da biodiversidade vegetal da Amazônia. Tese de Doutorado. Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. 145 p. 2013.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DO CACAU. IBC na floresta. Sistema Cabruca Agricultura Orgânica. Mata Atlântica, Bahia. Disponível em: < <http://www.ibcacau.com.br/ibc-na-floresta/mata-atlantica#>> Acesso em 30 nov. 2017.

HOMMA, A. K.; MENEZES, A. J. E. A. Avaliação de uma Indústria Beneficiadora de Castanha-do-Pará, na Microrregião de Cametá, PA. Comunicação técnica 213. Belém: Embrapa, setembro de 2008.

HOMMA, A. K.; MENEZES, A. J. E. A.; MAUÉS, M. M. Castanheira-do-pará: os desafios do extrativismo para plantios agrícolas. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Ciênc. Nat.*, Belém, v. 9, n. 2, p. 293-306, maio – ago. 2014.

HOMMA, A. K. O. (Ed.) Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 133 – 232.

HOMMA, A. K. O. & SILVA, O. M. S. (Orgs) Pan-Amazônia: visão histórica, perspectivas de integração e crescimento. Manaus, AM. 2015. 519 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produtos de São Bento de Urânia – ES, Marialva – PR, São Mateus do Sul – PR e oeste do Paraná recebem certificação de qualidade. Agência IBGE. Publicado em 15 de setembro de 2017.

Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/16563-produtos-de-sao-bento-de-urania-es-marialva-pr-sao-mateus-do-sul-pr-e-oeste-do-parana-recebem-certificacao-de-qualidade-3.html>> Acesso em 07 de dezembro de 2017.

LANGE, O. Moderna economia política. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1967.

LANGEHEIM, J. H. Plant Resins: Chemistry, Evolution and Ethobotany. Portland: Timber Press, Inc. 2003.

LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por *spray-dryer*. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. vol. 39, n. 1, jan./mar., 2003.

LISKA, A. J.; YANG, H. S.; BREMER, V. R.; KLOPFENSTEIN, T. J.; WALTERS, D. T.; ERICKSON, K. G. CASSMAN, K. G. J. Ind. Ecol. 2009, 13, 58; UNEP – United Nation Environmental Program, Toward sustainable production and use of resources: assessing biofuels. 2009.

LOPES, A. S.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; VASCONCELOS, M. A. M. Avaliação das condições de torração após a fermentação de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum*) e cacau (*Theobroma cacao* L.). Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 6, n. 2, p. 309-316, 2003.

LOPES, A. S.; PEZOA-GARCIA, N. H.; AMAYA-FARFÁN, J. Qualidade nutricional das proteínas de cupuaçu e cacau. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(2): 263-268, abr.-jun. 2008.

LOPES, C. (Org) Desenvolvimento, inovação e sustentabilidade: contribuições de Ignacy Sachs. 1.ed. – Rio de Janeiro: Garamond, 2014. 228 p.

LUCCAS, V. Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas à manteiga de cacau para uso na fabricação de chocolate. Dissertação (Doutorado em Engenharia Química) UNICAMP. Campinas, SP. 2001. 196 p.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O desenvolvimento de produtos sustentáveis. Trad. Astrid de Carvalho. 1ª ed. 3. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

MATTIETTO, R. de A. Estudo comparativo das transformações estruturais e físico-químicas durante o processo fermentativo de amêndoas de cacau (*Theobroma cacao* L.) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum). (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

MARKTANNER, M.; SCANNAVINO FILHO, C.; SCANNAVINO NETO, E.; WOISCHNIK, J.; STEINMEYER, A.; MARCONDES, D.; MAGRI, C.; GOMES, B.; PENA, S. A região amazônica sob a perspectiva da economia social e ambiental de mercado: impulsos para um desenvolvimento sustentável. Policy paper. Santarém, PA. 31 de julho de 2017. Disponível em: <https://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2017/08/Policy-Paper_A-Regi%C3%A3o-Amaz%C3%B4nica-sob-a-Perspectiva-da-Economia-Social-e-Ambiental-de-Mercado.pdf> Acessado em 17 de setembro de 2017.

MENENDEZ, M.; MALLADA, R. Inorganic membranes: synthesis, characterization and applications. Membrane Science and Technology Series, Elsevier Science & Technology Books, [S. l.], v. 13, 460 p., 2008.

MIGUEL, L. M. Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia brasileira: experiências atuais e perspectivas da indústria de cosméticos e fitoterápicos. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. São Paulo, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL (MMA), GRUPO DE TRABALHO AMAZÔNICO (GTA) e SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Produtos Potenciais da Amazônia – Brasília, 1998. 88p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL – MMA. Produtos Potenciais da Amazônia – Açaí. Secretaria de Coordenação da Amazônia. SUFRAMA/ SEBRAE/ GTA. 1998. 50 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL – MMA. Produtos Potenciais da Amazônia – Castanha. Secretaria de Coordenação da Amazônia. SUFRAMA/ SEBRAE/ GTA. 1998. 50 p.

NOGUEIRA, A. K. M. As tecnologias utilizadas na produção de açaí e seus benefícios socioeconômicos no Estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2011. 73 p.

OCDE – ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda, OECD. 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Declaração sobre o ambiente humano. Conferência das Nações Unidas, Estocolmo, Suécia, 5 – 15 de junho de 1972.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Relatório “O futuro que queremos”. RIO + 20 Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. 10 de janeiro de 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Transformando o nosso mundo: agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio), última edição em 13 de outubro de 2015. Disponível em <<https://sustainabledevelopment.un.org>> Acessado em 13 de setembro de 2016.

PAGLIARUSSI, M. S. A cadeia produtiva industrial do açaí: estudo da cadeia e proposta de um modelo matemático. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Novembro, 2010.

PALLET, D.; CABRA, L.; MATTA, V.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; MENEZES, H. C.; ABREU, F. A. P.; DORNIER, M.; REYNES, M. Aplicação da tecnologia de membranas no processamento de sucos de frutas brasileiras. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, DF, v. 22, n. 2, 2005. p. 427-437.

PEREIRA, H. S. et al. Manejo agroecológico da castanha-do-Brasil: as experiências no estado do Amazonas. In: FRAXE, T. J. P.; MEDEIROS, C. M. (Org.). Agroecologia, extensão rural e sustentabilidade na Amazônia. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 2008, v. 01, p. 203-217.

PORTER, Michael E. Estratégia Competitiva – Técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 18ª Edição. São Paulo-SP: Campus, 1986.

PORTER, M. E. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

RADOS, Gregório J. Varvaquis. *Gerenciamento de Processos*. Apostila do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, 1999.

RIESE, J. White biotechnology. Disponível em: <http://www.dsm.com/en_US/downloads/sustainability/white_biotech_mckinsey_feb_2009.pdf> Acesso em 09 de abril 2016.

ROSSETTI, J. P. Introdução a economia. 20 ed. 9 reimpr. São Paulo: Atlas, 2012. p. 49-95.

ROGEZ, H. Açai: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação. Belém: EDUFPA, 2000.

SACHS, I. Brasil rural: da redescoberta à invenção. *Estudos Avançados*, v. 15, n. 43, p. 75-82, set./dez. 2001.

SACHS, I. Entrevista. *Cadernos do Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 11, p. 196 – 211, jul./dez. 2012 a.

SANTANA, A. C. de.; GOMES, S. C. Mercado, comercialização e ciclo de vida do mix de produtos do açaí no Estado do Pará. In: CARVALHO, D. F. (Org.) *Ensaio selecionados sobre a economia da Amazônia nos anos 90*. Belém: Unama, 2005. p. 225-278.

SANTANA, A. C.; PESSOA, J. D. C.; SANTANA, A. L. O mercado de açaí e os desafios tecnológicos da Amazônia. In: PESSOA, J. D. C. & TEIXEIRA, G. H. A. *Tecnologias para inovação nas cadeias Euterpe* (Editores). Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 21 - 40.

SANTOS A. J., GUERRA, F. G. P. Q. Aspectos econômicos da cadeia produtiva dos óleos de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) na floresta nacional do Tapajós – Pará. *Floresta (Curitiba)*, 40(1), 23-28. 2010.

SALAZAR, A. P. *Amazônia – Globalização e Sustentabilidade*. Manaus: Editora Valer, 2004.

SCHWAN, R. F. Microbiology of cocoa fermentation: a study to improve quality. In *Anais da 12ª Conferência Internacional de Pesquisa em Cacau*, Salvador. 1996.

SCHWAB, K. *A quarta revolução industrial*. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. 160 p.

SCOLES, R.; GRIBEL, R.; KLEIN, G. N. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 6, n. 3, p. 273-293, set.-dez. 2011.

SEPLAN. Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Perfil Econômico dos Municípios do Estado do Amazonas: Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. _Manaus: SEPLAN, 2010. v. 1 – 2. 43 p.

SHANLEY, P., CYMERYYS, M., SERRA, M., and MEDIN, G., (eds.), Non-wood Forest Products 20. Fruit trees and useful plants in Amazonian life. Rome: FAO. 2005a.

SHANLEY, P.; PIERCE, A.; and LAIRD, S. Além da Madeira: certificação de produtos florestais não madeireiros. Bogor, Indonésia: Centro de Pesquisa Florestal Internacional (CIFOR), 2005b.

SILVA NETO, P. J. (Org) Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC, 2001. 125p.

SILVA, I. M. da.; SILVA F. M. da. Perfil do Consumidor Domiciliar de Açaí na Região Metropolitana de Belém - PA. In: XLIV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sober, 2006. p.01-15.

SILVA, Sheila Maria Palza Silva. Estado e políticas públicas no mercado de castanha-do-brasil no Estado do Acre: uma análise pela abordagem do desenvolvimento local. *Revista IDeAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade*, Rio de Janeiro – RJ, v. 4, n. 1, p. 103-128, jun./jul. 2010.

SOUZA, H. H.; FRAXE, T. J. P.; MEDEIRO, C. M., SANTIAGO, J. L.; CASTRO, A. P.; AGUIAR, J. Sustentabilidade e sociedade: máquina descortçadoras de fibra de malva (*Urena Lobata* L.), Tecnologia social a serviço dos caboclos ribeirinhos do amazonas. Instituição: Universidade Federal do Amazonas. Faculdade de Ciências Agrárias. Núcleo de Socioeconomia (NUSEC). II Encontro da Sociedade Brasileira de Sociologia da Região Norte. Belém, PA. Setembro, 2010.

SOUZA, A. L. R.; RODRIGUES, F. M.; SILVA, G. V.; SANTOS, R. R. Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por *spray drying*: uma revisão. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.17, n.3, p.327-338, 2015.

SOUZA, J. M. L.; CARTAXO, C. B. C.; ANDRADE NETO, R.; MOURA, S. I. A.; MACIEL, V. T.; FURTADO, C. M. Otimização de processos de fermentação e secagem de

sementes de cupuaçu. XXV Congresso Brasileiro de Tecnologias de Alimentos. 24 a 27 de outubro. FAURGS, Gramado, RS. 2016.

STRUMILLO, C.; KUDRA, T. Drying: principles, applications and design. In: Topics in chemical engineering, ed. New York: Gordon and Breach Science Publishers, v. 3, 1986.

SUFRAMA. Projeto Potencialidades Regionais. Estudo de Viabilidade Econômica: Cupuaçu. Fundação Getúlio Vargas. Instituto Superior de Administração e Economia, ISAE. 2003.

THIOLLENT, Michel. Crítica metodológica, investigação social e enquete operária. São Paulo: Polis, 1980.

TOLEDO, J. C. Gestão da qualidade na agroindústria In: Gestão agroindustrial. São Paulo. vol 1. p. 465-517. 2ª. Ed., Atlas, 2001.

TOLEDO, Luis Roberto. Gente de fibra. Perto de 15 mil famílias no Norte do país se dedicam à produção de juta e malva - cultivos que seguem o ritmo das águas da região. Reportagem. Globo Rural. Exibida em 28 de outubro de 2010.

TONINI, H. Castanheira-do-brasil: uma espécie chave na promoção do desenvolvimento com conservação. Boa Vista: EMBRAPA-Roraima, 2007.

TONON, R. V., BRABET, C., & HUBINGER, M. D. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. Journal of Food Engineering, 88, 411 - 418. (2008).

TORRES, M. C. G.; PAIVA, A. O. R.; FERREIRA, V. C.; ROCHA, A. M. C. Cadeia de Valor: Os benefícios do alinhamento entre a estratégia governamental e a operacionalização de seus processos. VI Congresso de Gestão Pública (CONSAD). Painel 63 - Otimização de processos. Brasília. Abril de 2013.

TORRES, A. C.; BOMTEMPO, J. V. M.; OROSKI, F. A.; ALVES, F. C. Transição de sistemas tecnológicos: o desafio da inclusão das matérias-primas renováveis na indústria química brasileira. XVI Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão da Tecnologia. Porto Alegre, RS. Outubro, 2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication. www.unep.org/greeneconomy S. l.: Unep, 2011.

VILHENA, M. R. Ciência, tecnologia e desenvolvimento na economia da castanha-do-brasil- A transformação industrial da castanha-do-brasil na COMARU - Região Sul do Amapá. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2004, Campinas -SP, 149 p.

ZZAMAN, W.; BHAT, R.; YANG, T. A.; EASA, A. M. Influences of superheated steam roasting on changes in sugar, amino acid and flavour active components of cocoa bean (*Theobroma cacao*). *J. Sci. Food Agric*, 97: 2017, 4429–4437.

Apêndice A– Roteiro de Entrevista.

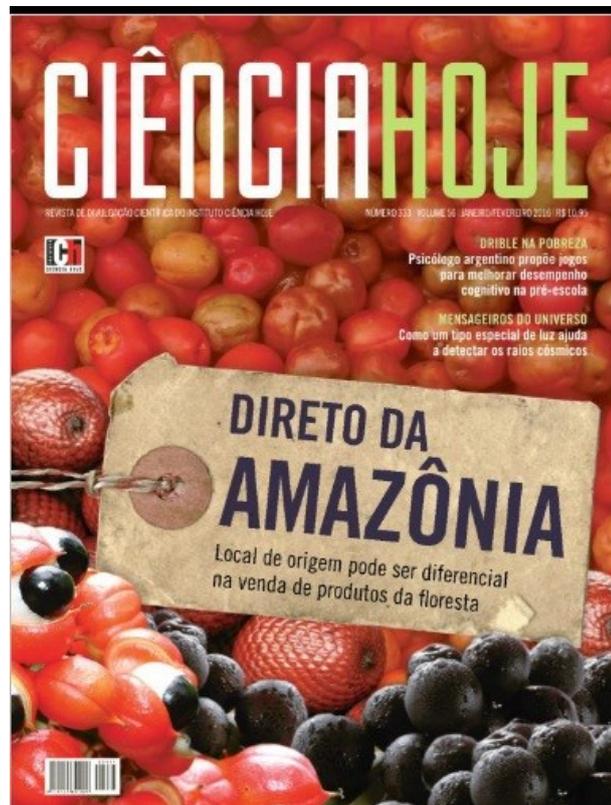
PESQUISA DE CAMPO

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA NA BIOINDÚSTRIA REGIONAL DO AMAZONAS

1. Razão Social	
2. Tipo de Empresa	
3. Tamanho da Empresa	
4. Nº de empregos ou cooperados	
5. Está contratando?	
6. Está demitindo? Por que?	
7. Nº de empregos com ocupação tecnológica	
8. Produtos	
9. Matéria-prima (MP)	
10.Procedência da matéria-prima (MP)	() Floresta () Cultivo Características:
11.Outras áreas onde ocorrem indústrias desse produto?	
12.Vende pra onde? Pra quem?	
13.Quantidade vendida no último ano?	
14. Qual local de maior rendimento deste produto?	
15. Como ocorre o recebimento da MP?	
16. Como é o pagamento da MP?	
17. Quais as formas de preparo da MP para o beneficiamento?	
18. Quais as etapas de transformação da MP em Produto?	
19. As etapas de transformação geram resíduos? Quais?	() Sim () Não
20. O que é feito com os resíduos?	
21. Conhece formas mais modernas de transformação para este produto?	
22. Quanto da receita da	

empresa foi investida em inovação nos últimos 3 anos?	
23. Gasto com aquisição de máquinas e equipamentos?	
24. Gastos com treinamentos? Receita	
25. Gastos com atividade de Pesquisa & Desenvolvimento? Receita	
26. Gastos com formação de pessoal	
27. Plano de Negócios financiados? Fonte	
28. Gastos com selo ambiental?	
29. Com dejetos e tratamento?	
30. O que espera para o futuro do seu produto?	

Apêndice B - Artigo Publicado na Revista Ciências Hoje, Nº 333, Vol. 56, Jan/Fev, 2016.



O artigo foi o tema da capa da edição na qual foi publicado.

Edição 333 páginas: 6 / 30		333 JANEIRO/FEVEREIRO 2016	
sumário			
CH ON-LINE	5		
O LEITOR PERGUNTA	6	Qual a diferença entre teoria e lei? Por que a seleção natural de Darwin é teoria? Por que certas roupas desbotam ao Sol? E por que as roupas brancas ficam mais brancas quando expostas à radiação solar? A biorremediação, por exemplo, com o aguapé, pode ser eficaz no rio Doce?	
ENTREVISTA	8	SEBASTIÁN LIPINA POBREZA E DESENVOLVIMENTO COGNITIVO Psicólogo argentino aponta estratégias para melhorar desempenho de crianças na pré-escola	
MUNDO DE CIÊNCIA A PROPÓSITO	12		
	17	SUICIDAS, TERRORISTAS E SENSORES Colunista arrisca relação entre diferentes estudos	
PRODUTOS DA AMAZÔNIA: DISTINGUIR PARA VALORIZAR	18	Para promover uma bioindústria sustentável na Amazônia, é preciso valorizar cada produto por suas qualidades únicas, obtidas em função de seu local de origem, o que lhe garantirá um diferencial no mercado. Por Roseane Moraes, Valdir Veiga Júnior e Carlos Victor Lamarão	

Moraes, Roseane; Veiga Júnior, Valdir; Lamarão, Carlos Victor. **Produtos da Amazônia: Distinguir para valorizar.** Rev. Ciência Hoje, Nº 333, Vol. 56, de Jan/Fev, 2016. p. 18 – 23.

Apêndice C – A ser submetido à revista internacional **Economic Botany**.

THE SUSTAINABILITY OF AMAZON NATURAL FIBERS: THE PROBLEM OF TECHNOLOGY AND THE PROSPECT OF PRODUCTIVE DIVERSIFICATION.

MORAES, Roseane de Paula G.¹; VEIGA JÚNIOR, Valdir F.²

¹ PhD Student - Rede Bionorte. Amazonas Federal University, UFAM North Sector, Avenida Rodrigo Octávio 6200, Japiim, 69077-000, Manaus, AM – Brazil.

² Associate Professor. Military Engineering Institute – IME, Square Gen. Tibúrcio, 80 - Urca, 22291-270, Rio de Janeiro – RJ.

ABSTRACT

In the Amazon, jute (*Corchorus capsularis*) and malva (*Urena lobata*) have a long history of production for textile packaging market. The trend of environmental rationality brings biodegradable natural fibers back to the scene. The lack of innovative technologies for the production of vegetable fibers in the Amazon favor low productivity and to maintain a fiber extraction with low income. And it is one of the alternative income generations for thousands of riparian families that populate the Amazon floodplains. This research aims to describe the current state and innovative technologies for the sustainable production of plant fibers to increase opportunities for income generation and environmental sustainability in the textile packaging market. The methodology was based on bibliographic and documentary survey as well as interviews with directors and representatives of mauve fiber industries and jute in the Brazilian Amazon. The traditional treatment of vegetable fiber predominates in the pulping process of the beams which are kept submerged in an unsustainable labor and unattractive for future generations. The results showed a diverse scope of difficulties reinforce the unsustainability of this productive activity, such as the lack of certified seed, hydrological impacts of climate change such as floods, and local and regional market inarticulate. These factors lead to low annual production, which under mines the regional textile industry and, above it all, the rural worker. India, country's largest world production of jute, grows in diversification of vegetable fiber, performance, techniques and technologies to invest in focused research and development. In Brazil, 448 tons of mallow and jute fiber were produced in 2013, a volume that does not meet the national demand, forcing imports of fibers from India, Pakistan and Bangladesh. We note, however, the existence of other plants well adapted in the Amazon to produce fiber with high potential using less work effort. This demonstrates that technological innovation is important and urgent for the sustainability and development of this activity in the Amazon.

Key-words: Amazon, sustainable development, natural fibers, technology, industry.

INTRODUCTION

Amazonian riverine populations live in close relationship with the environment, working without thrive, in crops like jute (*Corchorus capsularis* L.) and malva (*Urena lobata* L.) and are subject to periodic floods that annually occur in the region. These crops have been introduced in the Amazon by Japanese immigrants in the 1930s, initially in the lower Amazon region. From there it spread throughout lowland region of the main rivers. According Homma (2010), the first Japanese

families settled in a rural community called Vila Amazon, in the city of Parintins. Japanese settlers linked to Industrial Company Amazonense or Amazon Sangyo Kabushiki Kaisha, able to adapt a variety of jute to the characteristics of floodplains and fertile areas of the region. During the process of adaptation by mutation and / or genetic recombination, jute originated four cultivars known as: Branca, Roxa, Lisa and Solimões.

Jute is a shrub of about 3m tall, grown in flooded lowland areas of the region, as well as mauve. They are natural fibers that belong respectively to the family of Tilaceas and Malvaceae. Its flowering takes place from 4 to 5 weeks after sown, starting out immediately harvest and maceration, made the river itself (Abba, 2011). From its stem, originates a textile fiber, used in the manufacture of numerous products, especially in potato sacks for transport, coffee, cocoa, peanuts, nuts and sugar. The applicability of the product and the resulting commercial value of jute for the production of fibers, although it was not profitable enough to maintain the producer, soon attracted the Amazonian riverine peasants. It has become an alternative product that came to offset the rubber crisis with family labor employment in crude production (Silva & Fraxe, 2012).

Although the production of jute in the Amazon represented to the decades 70 and 80 an important economic activity for the state, the development of synthetic fiber polypropylene and polyethylene technology caused the market decline of natural fiber sacks, due to the high cost of production. The process of synthetic fibers using modern technologies and increased productivity, both in the production of raw materials as the transformation into sacks. This allows scale labor economy with high productivity, generating lower cost of industrial transformation. Lack of technologies applied to the processing of the raw material in natura brought difficulties to producers of jute and malva fibers, due to work in family production system, decentralized (Paiva, 2009).

With the evolution of environmental rationality, production of jute and mauve gained momentum in recent years because its fibers have become preferred for the purposes for which they are intended. In addition to biodegradable, help to maintain the organoleptic characteristics of the products stored. Several studies have tested the use of these fibers as an alternative material for the construction industry with positive results because the fiber jute, especially, has a high mechanical strength.

After 80 years of cultivation the jute fiber production in the Amazon, it's processing remains under archaic and rudimentary methods with little or no technological integration. Currently, the production of jute and mauve is still scattered throughout the Amazon region, especially in the cities of Coari, Codajás, Tefé, Beruri, Anamã, Caapiranga, Manaquiri, Itacoatiara, Parintins, Boca do Acre, Anori and the metropolitan region of Manaus (IBGE, 2013).

The causes that impacted the culture of jute, harming their socioeconomic indicators lead us to reflect and seek technical, environmental, social, credit and technology that extend the scenario of possibilities to increase their markets. Much of the riverine populations that live in Pará and Amazonas receive no incentive for this production, generating employment and income for more than 250,000

families. Today, according to major purchasing companies jute and mauve, as BRASJUTA and Textile Company Castanhal, that number is between 3000-7000 families in Amazonas and Pará.

From the context of cultivation, production, processing and marketing, this study aims to identify and describe technological processes focused on the industrialization of jute fibers and mauve with a focus on sustainability of this activity in the Amazon region.

METHODOLOGY

This research was carried out a literature review and interviews with representatives of the major processing industries of natural fibers in the region.

The literature review on jute and malva fibers, and its relations with technological sustainability was carried out from July to October 2014, supporting background information to collect production data from the visited industries.

The Brasjuta and Textile Company Castanhal: two companies that centralize the purchase and processing of jute and mauve in the Amazonas and Pará states were selected. Interviews were conducted with representatives of each project, as availability of, and logistics for transportation to the sites defined by each respondent.

The data collection instrument was a script with open questions, designed to conduct the interview in a straightforward manner. The interviews were conducted on the premises of the companies.

From the script of open issues were identified and described aspects such as commercial, technological and seasonal differences between jute and malva fibers; marketing integration of these fibers; production data and demands; competition with the other contries productions, and the synthetic fiber; number of families involved with this production; expectations of technological changes; Natural fiber production sites in the Amazon; partnerships with other sectors; industry's difficulties and known technological innovations.

RESULTS

The Amazon competitiveness textile industry

The culture of natural fibers, jute and mauve, has been the basis of livelihoods of riverine populations for nearly a century, it is favorable production conditions. Despite the ecological advantage, continuing difficulties with farming in lowland area. The absence of technologies developed for these areas and specialized technical assistance deficiency that promotes the stimulation of local production arrangements are important. The lack of training that provides the use of ethnoknowledge producers (Souza et al., 2010) is another important factor.

In the 80s, with greater openness to imports, the textile market of crude fiber - except cotton - suffered a strong impact on the foreign market, to compete directly with the Indian industry. The problem remains crucial, resulting diachronic the dismissal of more than 25 thousand employees linked directly to industries closed in the country (Nascimento, 2014).

The improvement is a key process in the quality of plant fiber. Jute fiber is long, soft and shiny, with a length of 1 to 4 m. It is one of the most resistant vegetable natural fibers, and has good thermal insulation properties and moderate moisture absorption (Almeida, 2012). The production chain of jute and mauve in the Amazon is made up of the sector of seed suppliers, the family production unit, middlemen and fiber processing companies (Coelho, 2015).

The still archaic processing of jute and malva fibers is takes from the family production unit at the beginning of flowering, where 20 cm of soil are cut with a machete stems, to then gather them in about 20 to 30 stems, dry in the sun until the leaves detach from the stems. In the flowchart of Figure 1, are arranged the processing steps of jute and malva after harvest. First, they keep the bundle of stems semi-clean running water for 10 to 15 days for the fibers lose their rigidity and can be macerated, or to the fibers, detached from each other. In this strictly manual process, workers stay immersed in rivers and lakes, for about 8 to 12 hours. In general, the practice of retting of the jute fiber own local growth soak is jute sets in clear water and slow movement as canals, streams, ponds, lagoons or ditches. According to Almeida (2012), the necessary conditions for a good maceration are: the water must be sweet and clear; the volume of water should be sufficient in order to allow the sets of jute fibers float; sets when dipped fibers are not touching the bottom; the same tank or drain should not be used when it becomes dirty.

Maceration is used for a long time and is done before the extraction of jute fibers, or fibers associated to other kinds of plant fibers from the plant stem, since the fibers are contained within the shell or outer skin of stem (Almeida, 2012).

In India, such as in the Amazon, the maceration process described by Almeida (2012) also demand great concern because this step aims to remove the emulsion cementing the fiber to the stem tissue. In this way, through the water, the action of bacteria remove the pectin and the emulsion, facilitating the separation of the fiber core of the wood. After completion of the retting plant stems or more specifically, the extraction of the macerated fibers of plants is done, followed by washing and drying. If the extraction of fibers is delayed, biodegradation affects the quality of it.

The next step in processing the jute is extended drying the fibers to the sun, wooden beams constructed especially for this purpose. At this stage, the concern is that the fibers dry out all equally. Therefore, workers are turning the fibers several times a day until all are dry to be tied in bundles and sold. Arriving in the textile industry, these fibers go through spinning process with fabric softener which become more pliable and soft. Then, the fibers are combed and disentangled. The result is thinner wires. Finally, at the following rolls fiadeiras, where the fibers are twisted and interlocked to give yarns, ropes or cables of different thicknesses (Coelho, 2013).

According to the description of the processing steps of jute fibers and mauve, you can see the lack of modern technologies associated with the processing of jute by farmers. After this craft processing, the production is sold to local buyers also called "middlemen". However, regarding the marketing, this must be done directly on the industries or the National Supply Commission - CNA.

The planted area to jute production in the Amazon is negligible, considering the potential of lowland areas for cultivation (Nascimento, 2014). The table below presents the jute production data in the State of Amazonas municipalities where the total acreage is 388 hectares (ha) with an average yield of 1,241 kg / ha. The municipality with the highest production was obtained Itacoatiara with 142 tons of fibers produced in 2013 (Table 1).

Table 1. Main jute producing towns (fiber) in the state of Amazonas.

Municipality	Harvest per year				Average price per unit (R\$/T)	Amount produced	
	cultivated area (Ha)	harvested area (Ha)	fiber production (T)	average income (Kg/Ha)		%	% (acumulated)
Total of Municipalities	388	361	448	1241	1.662,17	-	-
Itacoatiara	127	110	142	1291	1.700,00	31.7	31.7
Manacapuru	56	56	67	1196	1.800,00	15	46.7
Parintins	50	50	60	1200	1.950,00	13.4	60.1
Beruri	40	35	42	1200	1.400,00	9.4	69.5
Codajás	30	30	36	1200	1.300,00	8	77.5
Anori	25	25	30	1200	1.600,00	6.7	84.2
Anamá	20	20	24	1200	1.600,00	5.4	89.6
Nhamundá	15	12	15	1250	1.700,00	3.3	92.9
Coari	10	10	12	1200	1.400,00	2.7	95.6
Urucará	6	6	9	1500	1.550,00	2	97.6
Caapiranga	5	5	9	1800	1.600,00	2	99.6
Barreirinha	4	2	2	1000	1.500,00	0.4	100

Fonte:IBGE (2013)

The average of jute prices is in the range of \$ 1.80 / kg, according to the Superintendency of Conab in the Amazon, the System Information and Agricultural Supply - SIAGRO (CONAB, 2013).

Brazilian production, crop 2014/2015 was estimated at 4700 tons, 34% lower than the 7800 tons in the previous harvest. This inflection is associated with inadequate supply of seeds, coupled with the financial inability of the producer and their cooperatives to purchase larger volumes, and flooding rivers in the Amazon in 2014 (CONAB, 2015).

In the state of Amazonas were produced 4 200 tonnes, based on data from payment of "economic support" provided by the State Government, through the Agricultural Development and Sustainable Forestry Institute Amazonas State - IDAM, responsible for about 80% of national production. In Pará, based on IFIBRAM data and local industry purchasing information, production was 565 tons. In 2014 it recorded the third fall then in the Brazilian production of jute mauve. This is a serious fact, it strengthens the indicative and collapsing inferences chain (CONAB, 2015). In this

context, the competitiveness of jute fibers and Amazon mauve not characterized as competitive products with the same fiber from India, Bangladesh and China, respectively the top three global producers.

The Brazilian demand for goods and jute-products are being supplied with imports from India for years. Sporadic the importing country has become systematically dependent on imports to meet domestic demand for sacking of natural fiber, part of the coffee agribusiness chains, onions and others. In 2014 imports of the complex were 13,500 tonnes at a cost of US \$ 13.7 million foreign exchange. This volume is 3.3 times more than 4000 tonnes imported in 2013 (CONAB, 2015).

The advance of jute bags imported from India and Bangladesh with 10% lower price has caused negative impacts on the regional economy, generating unemployment mainly in the textile industries. The Textile Company Castanhal (CTC), for example, one of the largest jute bags manufacturers in the country, cut by almost half the number of employees in the last months of 2012. The production of jute bags, which was 1,080 tons month, was reduced to 600 tons per month. The Brazilian product lost in competition with imports because of the heavy tax burden, labor costs and deficiencies in infrastructure, among other factors. The impact of the advancement of imported jute bags reaches more than 15 thousand coastal producers who grow the fiber on the banks of the Amazon and Solimões rivers in the states of Para and Amazonas (Chiara, 2012).

The impact of the advancement of imported jute bags reaches more than 15 thousand coastal producers who grow the fiber on the banks of the Amazon and Solimões rivers in the states of Para and Amazonas (Chiara, 2012). Nascimento (2014) suggests the need for change important to improve the market competitiveness of jute in the Amazon, how to reduce the practice of monoculture and use rotation consortium crops with other subsistence crops such as corn, rice and beans; reduce the production chain to promote the jute knowledge and tear of use for this, by hand, can weave bags, ropes, fabrics and carpets; and make the most professional practices from the market point of view, not selling only the raw material, as raw material for other industrial processes, but employing technologies that can already produce the materials used directly, serving diversified industries, better positioned in the market, as, for example, the automotive industry and slope containment, the paving of urban roads and rural roads to previous coating asphalt paving, as seen in other countries.

Insertions and technological prospects for the upgrading of natural fibers in the global Market

There are several obstacles to the fiber cultivation and economically profitable activity. The most significant are the market opening to imports, the lack of seeds, low fiber production, low price of synthetic sacks compared to natural fibers, flash floods and the lack of technology in the natural fibers sector. Such difficulties have been stagnating this important economic activity in the Amazon region. It is estimated that the domestic industry needs 15,000 ton / year fibers. The states of Amazonas and Pará produced in the last harvest about 4,000 tons, with most of the Amazon arising

production (70%). Public policies to encourage fiber producer introduced the payment of a grant of R\$ 0.40 / kg for local production through the Sustainable Development Agency (ADS, 2014). This is an important effort, but there are still many factors that contribute to reduction of this activity.

The fiber soaking time the technological process reduces 16-day the traditional process for about eight days, which speeds production and reduces environmental impact in the community. As for the amount of labor used for maceration and “descorticação” in production technology, this also decreases of 10 workers from traditional production to about 3 workers, occurring reducing costs of input. With regard to fuel costs in the technological method, there is an increase of R\$ 828.00 and R\$ 80.00 cost of depreciation. Despite the emergence of these new costs in the technological process, resulting in increased values, there is also a reduction of R\$ 5.025,00 of labor cost during harvest and descorticação, since the manual production was found to R\$ 7.500,00 total relating to manpower in these phases, and only R\$ 2.475,00 in the technological process for this input in the same phase (Moreira et al., 2011).

Based on analysis by Moreira et al. (2011) it was found that the cost of agricultural production by the traditional method of cultivation resulted in the amount of R\$ 10.500,00 that exceeds the income earned from the sale in the period, amounting to R\$ 9.000,00. This difference means a proven operating loss in the activity of R\$ 1.500,00. In the production with the insertion technologies, they used the same data from the calculations of the traditional production, referring to stages from sowing to harvest. The difference was the inclusion of fuel costs for the operation of the machine (gasoline and lubricants), the depreciation of the machinery calculated by the equivalent in hours of its useful life and the financing expenses for the equipment acquisition. In this second format, it was verified that the result of the agricultural production reached a total positive value, since in order to obtain the same income from production (R\$ 9.000,00) costs were computed in the amount of R\$ 6.175,50, representing the profit of the operation R\$ 2.824,50.

Aiming to expand the conceptions regarding the use of descorticator machine, they interviewed representatives of the main industries of natural fibers in the region, BRASJUTA and Textile Company Castanhal. It is known that culture of jute and mauve fibers is not a mechanized planting, leaving the traditional process of the 1930s from the planting to the extraction of the fibers.

Therefore, representatives of the Textile Company Castanhal, encouraged by the successful use of descorticator machine in the Juruti region (the border between Amazonas and Pará), brought some machines to be tested between the producers of the Amazon. The results of this technological integration in rural communities were not successful for producer, contrary to what many articles claim. The producers have not used the equipment, because they work with a stem of time, which is - according to producer - a delay in processing because this would take too long to receive a considerable amount of fibers.

Another aspect to consider is that the immersion phase in clean running water for several days remains necessary, although the number of days in which the fibers are allowed to soak decrease when

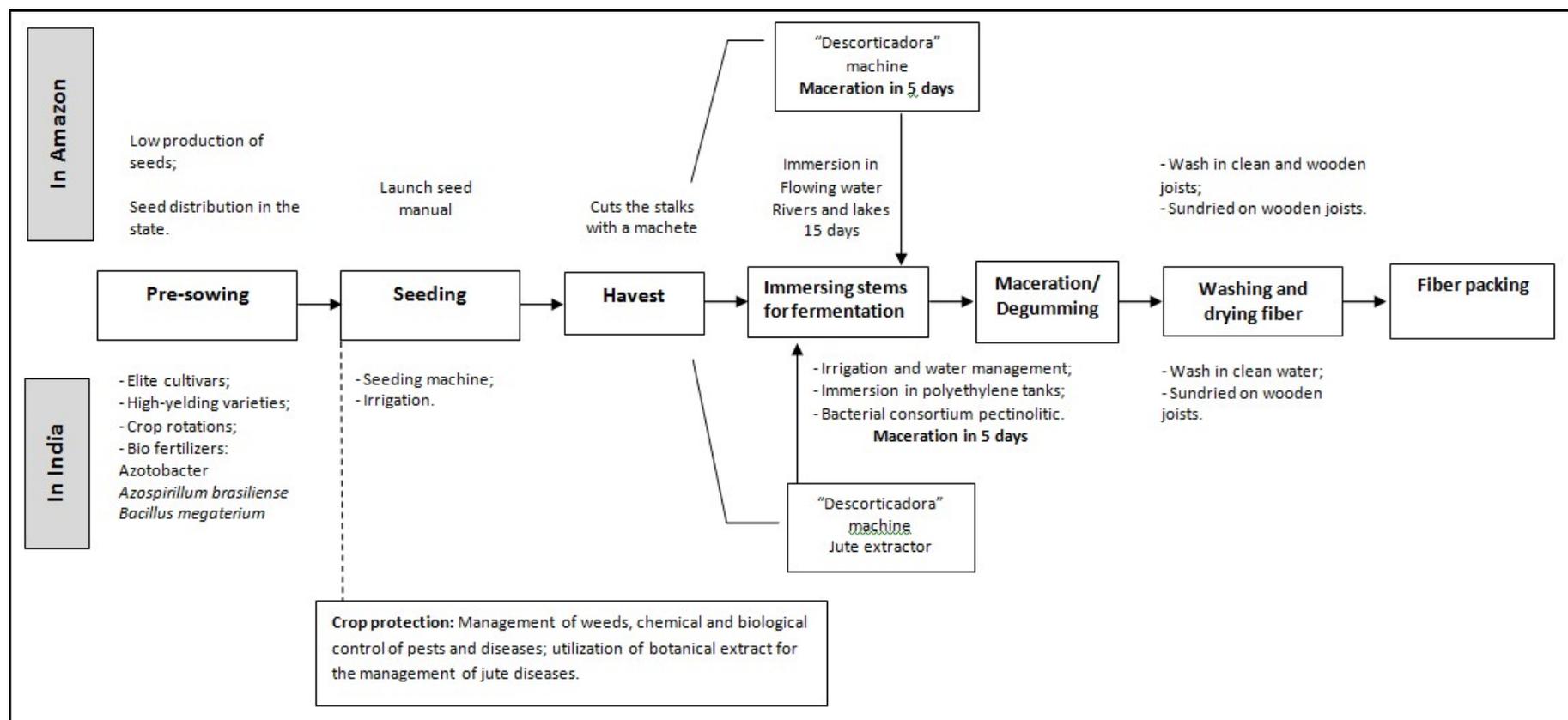
using the “descortadora” machine. According to the data obtained were critical of the small producer and the mechanical decortication described, for the preparation of the stems or stalks of mauve / jute to pass the machine requires time and personnel job to pass the rods on one side to the other system, which are generated extra costs for the producer.

Combining technological factors with socioeconomic and environmental development is a perspective construction in the Amazon region. The descortadora machine jute and mauve can be considered a simple technology, but with ongoing technical advice and technological adjustments may come to represent an input with potential to improve the reality of the production of natural fibers in the region to expedite maceration as the vision of Moreira et al. (2011).

Currently, 90% of jute grown in India is called tossa jute (*Corchorus olitorius*) and 10% of white jute (*Corchorus capsularis*). Elite cultivars are used, selected varieties by breeding to increase the yield potential of the fibers. Plant breeding continues to develop high-yielding varieties of jute in order to allow farmers to get highest possible economical yield per unit of arable land (IJSG, 2011). These and other technical and technological strategies are compared below, which stand out in Figure 1 technological insertions in the processing of jute and mauve practiced in the Amazon and India to be discussed in this paper.

It is observed in Figure 1, the stages of production and processing for obtaining the fiber. Which stands out every step the inclusion of technological processes practiced in India and the Amazon. It notes the existence of great technical, scientific and technological effort in processing steps practiced in India in analogy with the reduced local effort. The similarity of technological inserts between the two regions is the use of descortadora machine, although its use is discontinuous in the Amazon.

Figure 1. Comparison of the beneficiation processes of jute fiber with the technical and technological interventions practiced in the Amazon and India.



Fonte: Própria.

Bank germplasm

The gene bank of one of the major jute research institutes in India has 5,136 germplasm of jute and other fibers. Since 2010, they are available germplasm *C. capsularis* 939 and 1655 *C. olitorius*, and 8 wild species. The goal is to develop improved varieties of jute fiber and similar cultures that have more income, better quality, along with other features such as resistance to biotic and abiotic stress, jute and allied fibers suitable for different areas in the country's growth.

The research groups integrated into sectors jute industry in India has promoted over 30 years, genetic knowledge resistance to pre-mature flowering fiber quality improvement, molecular mapping, species diversity, interspecific hybridization and size genome. On the production plant to develop improved production technologies economically viable and suitable for fiber culture system in different agro-ecological regions, as well as to fulfill the requirement for diverse industrial uses (IJSG, 2011).

According to the interviews with businessmen from jute fibers sector and mauve in the Amazon, it was highlighted separation from research institutions to companies in order to implement concrete partnerships to improve the processes for obtaining the fibers as more resistant cultivars with properties suitable to climate change and the quality that could enhance competition with Indian jute.

Seed production

Farmers in Bangladesh produce seeds and fibers simultaneously from the same Jute plant. In late jute seed production technology, the seeds are sown in August to the first week of September, and the seeds are harvested in December. As a result a seed crop remain for about four to five months in the field rather than seven to eight months. This technique is adopted to increase seed production, checking vegetative growth of plant fibers for late planting (Houssain, 2013).

The production target jute / mauve Amazon still resides only in the obtaining of the fiber, therefore, seed production is not performed in this region. In addition, this is one of the major demands of farmers, seeds are distributed through public institutions of the agricultural sector and the distributed amount has been lower in recent years. This implies the reduction in planted area and yield of production, causing harm to the entire production chain of the fibers.

Rotation of crops

The jute and mauve are products of family farming practiced in the lowlands of the Amazon floodplains. They can be planted in consortia, and jute in low floodplains and mauve in high meadows, little subject to periodic flooding. It is a short-cycle plant and high productivity. With increasing production losses due to severe flooding, mauve cultivation has prevailed in the region (Paiva, 2009). From this fact it was observed that no crop rotation in the fiber production process.

Water management

Jute seeds require 22% moisture for germination and guaranteed that responds to the management of irrigation between 20% and 40% of available soil moisture in normal and deficit

respectively. In India, according to IJSG (2011), applying irrigation increased lint yield of the crop by 25-34% during the pre-monsoon as the monsoon period after the increase was around 25%.

The floodplains of the Amazon are highly favorable to the production of these fibers, because they have favorable conditions, such as at the time of heavy rains, is submerged, reappearing only in the dry season, just during the plant cycle; dispenses irrigation and artificial fertilization; the proximity of the land with the river, makes it quick immersion of the plant in water for the defibration process (Souza, 2008).

Maceration processes Jute

A clean fiber depends on how it was made maceration, rinsing and baling. That is, if the maceration is inadequate fiber will be filled gum and the bark does not let go. Have a good lens cleaning remove gum, bark and other waste (Souza, 2008). As described above, here is one of the most problematic points in the literature retting jute / mauve in the Amazon region remains under craft and archaic processes such as at the time of implementation of this crop in 1930 (Homma, 2010).

The use of pectinolítico bacterial consortium was efficient to accelerate the steeping Indian jute and it was found that the drawn tapes of freshly harvested plants with the help of any fiber extractor manually operated, similar to descorticadora machine supplied to the producers in the Amazon and Para could be macerated within 5 to 7 days under field conditions farmers with improved improved fiber quality in the degree of texturization (TD) VI to IV TD, the lower this thinnest value and texturization are the wires, which guarantees softness and resistance to these. Net income is increased by at least Rs. 3000-4500 / ha than the conventional method (Indian Rupees), which corresponds to a profit of \$ 74 89 / ha (IJSG, 2011).

Efficient microorganisms for maceration and some of the most important have been identified are: (a) fungi: *Aspergillus niger*, *Macrophomina phaseolina*, *Phomasp*, *Trichodermasp*, etc.; (b) aerobic bacteria: *Bacillus subtilis*, polymyxin B, *B. macerans*, and (c) anaerobic bacteria *Clostridium sp.* (IJSG, 2011).

Scraper

The machine "Scraper" or Descorticadora been developed for the extraction of sisal and ramie fiber directly from harvested leaves / bats, and is powered by 5 HP motor. The machine is portable and can be taken to the field. The machine works on the principle of rapid beating and scraping leaves / sticks progressively down the length through a rotating drum with knives scouts on the periphery. A person can extract dried fiber in one hour to about 10 kg and 6 kg sisal ramie (gum contains about 25%). Equipment cost is about fifty thousand rupees, or UDS 745 (IJSG, 2011).

The insertion of this machine in the Amazon region is insufficient and still depends on technical assistance and continuing education for workers of family farming, predominantly mauve cultivation and jute in the region.

Are clear the differences in scientific and technological efforts between India and Brazil with regard to the production and processing of jute. From the survey researched and developed technologies lies the reason countries like Bangladesh, Pakistan and India are the main producers and exporters of jute fibers in the world. The technologies described here demonstrate the concern of these countries to this sector.

Describe the competitiveness between the current framework of the production chain jute / local mauve with overview of these products in countries like India and Bangladesh is not feasible, even with the context presented by Mahapatra (2009), which points out that India has problems stagnation in the growth of the planted area, where the crop occupies only 0.55% of the total cultivated area of the country.

The jute productivity in India doubled 1.10 ton / ha in 1947 to approximately 2.24 ton / ha 2006-2007 being possible through the development of high-yielding varieties and improved production technology still remains that the cultivated area stagnated around 0.80 million hectares. The significant improvement in fiber quality was achieved during this period. However, climate change, along with the soil varying conditions has exposed the crops to biotic and abiotic stresses that are affecting the yield and quality of fiber and creating considerable regional disparities in income level of culture. Strong competition from low cost synthetic fibers has compelled the diversification of products and adding value to which the improvement in the quality of the fiber attributes is of great importance (Mahapatra, 2009).

Thus, if the objective of the studies of natural fibers is the search for alternatives that enhance the viability of sustainable production, efficient technologies used in other countries need to be known, tested and disseminated by the various actors of the textile sector in the Amazon, in order to expand opportunities for improvement of production and working conditions with jute and mauve in the region.

Mohanty et al. (2002) points out that recent advances in genetic engineering, the development of natural fibers and science of composites offer significant opportunity to add value to renewable materials with enhanced support sustainability resources.

With the growing demand for "green products" Bose & Mukherjee (2011) point in which actions should focus fiber industry's efforts to maintain a long term business. From the survey Bose & Mukherjee (2011) these actions were described in a diagram that lists such business efforts over time. Such actions are described in Table 2 below.

Table 2. Strategic efforts to keep the business of natural fibers (Adapted from Bose & Mukherjee, 2011).

Business Stage (time)	Effort (concrete actions)
Initial	The brand does not have environmental sustainability.
	Wait until you have actual results to incorporate them to the brand.

	Conformity.
Established	Going beyond compliance, produces business value.
	Little evidence to the value of "green" product.
Mature	Basic sustainability as a recruiting tool.
	Analysis of end to end lifecycle.
	Explore the reduction of the product impacts.
	Measuring the "ecological footprint" of the business.
	Reduce the "footprint".
Advanced	Fair price achieved for sustainable products.
	New business models driving the market.
	Differential emerging market.
	Inovation
	cost of documentation of complaints
	Comparisons between competitors.
	Organization evaluates independent claims assessment third party.
	Green Seal with claims and multidimensional support.
	integrated brand to other proven attributes.
	Molds new standards for the industry.

Fonte:....

Based on the relationship between strategic effort and business time stage (Bose & Mukherjee, 2011), we can consider that the natural fibers sector in the Amazon is at an early stage as the actions described in Table 2, counteracting actions checked in site survey, despite being an economic activity practiced in the region for over 80 years. Thus, it is possible to consider that the natural fiber industry in the region is stagnant and just keeps breath to survive because of weak government action grant for the price, which highlights the (in) sustainability of this business over time. For businesses based in a "green economy" can grow and promote long-term support government actions should be more robust and more articulated with science and technology, although the issue of sustainability is much more ethical and moral (Clement & Junqueira, 2010). And in that sense, these and other changes are urgent.

Promising alternative for the future of the plant fibers industry in the Amazon: the fiber curauá.

When considering under the evaluative point of view the opportunities and productive diversification needs for the region, it is necessary to bear in mind also that the sustainability of the natural fibers industry in the Amazon is threatened. Considering the scenario described here, it is essential to seek alternatives for maintaining this economic activity that has been very significant for the region's economy.

One such alternative is the production and technological diversity from the use of curauá fiber. This vegetable is a "bromeliaceae" (*Ananas erectifolius* L. B. Smith), the same family of known pineapple, with very similar aspects. Its fiber, however, has characteristics that favor its industrial use, such as strength, lightness, absence of odor, softness to the touch. These features give the curauá

certain preference in the polymer industry, especially using natural fibers for automotive coatings, computers and mobile phones (Santos et al., 2009).

Oliveira et al. (2008) states that the curauá is a great use of plant, arousing interest from domestic and foreign producers. The quality of its fibers makes the crop more an alternative economic use of plants in the Amazon region, because its handling is simple and there is possibility of multiple uses of its parts.

Cultivated in the Amazon region, mainly in the west of Pará, curauá whose leaves reach measuring 1.5 m long and 4 cm wide with flat and upright format. The fiber extracted from its leaves has superior mechanical strength from traditional competitors such as sisal, jute and linen, expanding its diverse application potential in industry (Santos et al., 2009). Other studies have pointed in handling that, if mixed with polymers, this fiber can lead to products with lower density, expanding the range of its applications (Mothe & Araujo, 2004).

Replacing glass fibers by natural fibers in the automotive industry can produce economic, environmental and social benefits. The work of Zah et al. (2007) evaluates the potential for automotive applications curauá fiber (*Ananas acutifolius*) with their approximate physical properties of glass fibers, identifying economic and social benefits of application of composite fiber curauá in automotive parts. In addition to cost 50% less than the glass fiber, the use of curauá fibers can promote regional development in the Amazon region.

The main economic risk for the application of curauá is its availability. In contrast to the industrial production of glass fibers, the fiber curaua is an agricultural product. The disposable income depends on the weather and farmers tend to shift production to more profitable crops. Car manufacturers therefore require large amounts of material and must rely on different vendors in order to reduce the risk of running out of sufficient supplies (Zah et al., 2007).

The Biotechnology Center of the Amazon (CBA) has developed research to increase production chain curauá, gathering knowledge about this bromeliaceae. It is said that the greatest curauá producer is the state of Pará, specifically the region of Santarem, where it is estimated a production of 500 tons / year, which meets only 10% of the monthly needs of industry, whose role encontra- the automotive sector.

Curauá is a rustic plant, simple management, grows well in both sun as the shade, as the results in the experimental units of the CBA. This bromeliaceae can achieve a production of up to 3600 kg / ha / year dry fiber. Studies show that the producer can begin to harvest from a year of cultivation, harvesting it monthly thereafter (Ferreira, 2014).

Curauá cultivation also admits a consortium with other short-cycle crops, such as cassava, maize and others. There are studies that point to the use of fiber processing waste in animal feed or for composting and fertilization of crops, in addition to ornamental epicalix use. To cultivate curauá, it is important that the soil is not too clayey. In sandy soil, it develops better, as does not depend on cutting

and burning ground for cleaning. Seeding is accomplished by opening small cracks in the soil with a pointed stem wood.

These slits are arranged side by side where the seed is inserted. Playing these conditions, the CBA plant tissue culture laboratory produced 25.000 seedlings in vitro order to reduce the difficulties of obtaining curauá seedlings in the region. The goal is to set up 10 observation units strategically distributed along the Solimões-Amazonas river channel from the High Solimões to Parintins, seeking to enable the production of curauá in the region with distribution of seedlings, technical advice, and later with the success of the project expected to incorporate it into public policies for rural areas of the State of Amazonas (Ferreira, 2014).

The extraction curauá fiber has fewer processing steps than jute and mauve extract. To extract its fiber producer collecting leaves and processes - one let-down by type "router" machine (similar to pressing machine cassava), which separates the leaf fibers. In sequence, the fibers are washed and put to dry. After drying, the fibers are baled and can be directed to commercialization. Without the inclusion of the machine processing of curauá fibers becomes very time consuming, which may derail the economic use of this activity. However, the cost of the machine is relatively low at around R\$ 2.000.00 and has functioning gasoline, diesel fuel or electricity. The requirements for the efficient use of this technology stipulate that the operation of the machine should meet the rotation of 1,800 rpm (Ferreira, 2014).

In Brazil and exterior, curauá fiber is subjected to frequent research, with significant results, which makes this species the most promising among those produced in the Brazilian Amazon (Oliveira et al., 2008). The use of natural fibers for the production of polymer composites helps prevent environmental pollution problems, since its use has already been replaced with petroleum-based synthetic materials efficiency. To meet the growing demand, it is necessary to facilitate the cultivation of fiber plants by maximizing all of these properties.

Another applicability of this plant is based on the exploitation of their enzyme potential. As a whole plant Bromeliaceae, curauá present as a constituent bromelain, a proteolytic enzyme of the hydrolase class, and which has high ability to break the peptide bond of proteins and peptides (Pires & Leão, 2008) This feature gives the bromelain one important subject of research, as is already related considerable diversity of industrial applications, all based on its proteolytic activity, which turns it into raw material of high commercial value and widely used in the pharmaceutical, food and cosmetics.

Among the findings applications are jobs in clarifying beers in cheesemaking, in the meat softening, in the preparation of infant and dietetic foods, among others. Applies for drugs used in the treatment of disorders, digestive, wounds and inflammation, the preparation of hydrolyzed collagens, additional to the traditional use in the textile industry, now for softening fibers and the production of detergents (Baldini et al., 1993).

Producers curauá see this culture a good alternative source of income, although there is a monopoly on the market of this fiber in the north, where there is only one company that buys this fiber and thus determines the price to be paid (Maciel & Nascimento, 2010).

Two problems in the production of Curauá system are already identified: There is a noticeable deficiency in the organization of the industrial sector, but also in the management of the producers, located in lago Grande communities Curuai and Saint Benedict, in western Pará These two communities not They managed to create methods and not be organized to meet the challenges and market constraints. Therefore, the results were very encouraging in the commercial production pioneering phase. Currently, the two communities face similar challenges: the issue of the difficulty of access to the pulping machine and the issue of management. Access to the machine becomes difficult due to the relatively high cost for the producer acquired it. However, some machines type "tapuia" are being acquired through partnerships between local institutions to meet the need of the producers, so that are able to respond to curauá fiber market (Maciel & Nascimento, 2010).

The prospective analysis here undertaken indicates that it is possible to justify the production of fibers, co-products and by-products generated from curauá because it presents itself as an important alternative for productive diversification of natural fibers based on principles of ecological sustainability, economic and social, principles absent or scarce in the extraction of jute and malva fibers. It is essential to support the government and the private sector to encourage this production especially in the Amazon, which still dominates the cultivation of jute and mauve, oblivious to the technological innovations which have influenced obvious signs of decline of this economic activity, still very significant for the rural populations of the Amazon.

CONCLUSIONS

The technological innovation process to transform regional production of jute and mauve a sustainable economic alternative also requires technical and scientific effort and multi-sectoral, in order to generate concrete improvements for both the natural fibers sector and for thousands of families who work with these crops in the Amazon.

In the Amazon, all stages of cultivation, from sowing to harvest, are stagnating, using the same processes since the 1930s of the last century. And descorticadora machine that could shorten the time of processing of the fibers is not inserted in jute and mauve crops in the municipalities of Amazonas. As well as other effective technologies used for over thirty years in other countries like India and Bangladesh, leading the world production of natural fibers. The cost of fertilizers is also causing an imbalance which generates negative impact on the yield and quality of the fibers.

The shortage of good quality seed every year is a global reality, only 35% of jute seeds is certified. The lack of classification and a proper market system for the sale has been cited by most

farmers both in the Amazon and in the rest of the world as one of the most important limitations as well as production losses due to the consequences of climate change.

Although the comparison of local processes with advances in Indian industry shows significant gaps, we observed there are common problems. Although the Indian productivity has reached a record 2.3 tons / ha, planted area jute remained stagnant at about 1.0 million hectares only for the last two decades. Moreover, there is still a wide disparity in the income level of cultures among Indian states, and between agro-climatic zones of the same status. As it is observed the decrease of jute and mauve crops in the Amazon region, even with a government grant of 40% in the price of fiber per kilogram. This is due to the production of jute and mauve still remain oblivious to technological innovations herein, keeping the fiber processing an unsustainable process for future generations.

To improve this sector there are viable alternatives that require public and private efforts. The cultivated jute area should be increased by providing political and institutional support price and other incentives to farmers. Genomic research and implementation and a collection of jute and mauve germplasm with favorable characteristics to Amazonian characteristics can ensure the stability of production and quality of the fibers. To improve the quality of the fiber, particularly strength and fineness, both conventional as molecular breeding are tools to develop varieties with desirable traits. Emphasis should be given on breeding varieties have tolerance to biotic and abiotic stresses. Development of transgenic plants is also an important issue to be studied.

It is essential to identify ways as well as the factors responsible for low productivity and quality strategies and specific location. Integrated management for nutrient programs should be developed, weeds and pests of jute and mauve, essential components that must be locally available, inexpensive and eco-efficient.

There is an urgent need to create a search interface - industry, which will help scientists understand the quality requirements of the fiber industry. It has to be given greater emphasis in mechano-microbial maceration technologies that will produce a higher quality fiber and use less water. Just as it is essential to have mechanical interventions in field operations such as planting, weeding, harvesting and fiber extraction, this will reduce the cost of cultivation and will improve the productivity and quality of the fiber.

The incentive for the cultivation of curauá, however, may be an advantageous productive diversification for the region, since this fiber can be harvested all year and is ready to market in less time than jute and mauve, representing a perspective innovation and diversification of the local economy. This is set because the curauá is a feature that displays multiple use, and its useful fiber for industrial applications, such as structural composites, and other parts of the plant for other productive purposes, providing sustainability not only economic but social and ecological, which favors the maintenance of rural populations in the Amazon and an expectation of continuity of natural fibers industries in the Industrial Pole of Manaus.

REFERENCES

ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. Produção de Juta. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista01_013.htm>. Acesso em: 20 de agosto de 2014.

ADS - AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Incentivo à Produção de Fibras de Juta e Malva*. Disponível em <<http://www.ads.am.gov.br/pagina.php?cod=50>>. Acesso em: 11 de julho de 2014.

ALMEIDA, N. M. B. G. Estudo estrutural de compósitos de matriz polimérica reforçados com fibra de juta. Dissertação (Mestrado). Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal. 2012. p. 15 – 32

BALDINI, V. L. Ocorrência da bromelina em espécies e cultivares de abacaxizeiro. *Colet. ITAL*, Campinas, v. 23. 1993. p. 44-55.

BOSE, S. & MUKHERJEE, M. Sustainability in jute life cycle. In: INTERNATIONAL JUTE STUDY GROUP (IJSG) A Compilation of Papers of International Seminar on Strengthening of Collaboration for Jute, Kenaf and Allied Fibres Research & Development. p. 87 – 90. Dhaka, Bangladesh. 2011.

CHIARA, M. Saco de juta perde mercado para Índia. Economia do jornal O Estado de São Paulo. 2012. Disponível em <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,saco-de-juta-perde-mercado-para-india-imp-848099>> Acessado em 10 de setembro de 2014.

CLEMENT, C. R. & JUNQUEIRA, A. B. Between a Pristine Myth and an Impoverished Future. Commentary. *Biotropica*. 2010. p. 1- 3

COELHO, M. A. Eco-Efficient Innovation in a Jute Fibre Enterprise. 2013. Available at SSRN: <<http://ssrn.com/abstract=2263595>> or <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2263595>> Acessado em 11 de julho de 2014.

COELHO, M. A. Ecoinovação em uma pequena empresa de reciclagens da cidade de Manaus. *Revista de Administração e Inovação*. São Paulo, v.12, n.1, p.121-147, jan./mar. 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura Mensal – Juta e Malva. Boletim, maio, 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura Especial – Juta e Malva. 2015.

FERREIRA, F. F. Entrevista concedida pelo Eng. Agrônomo Flávio Freires Ferreira do Centro de Biotecnologia da Amazônia, Manaus (AM), à bióloga Roseane Moraes em 07 de novembro de 2014.

FERREIRA, A. S. A vida dos trabalhadores da juta e da malva no baixo Solimões. Manaus: EDUA, 2014. 226 p.

HOSSAIN, M. M.; KHAN, M. A. A.; HOSAIN, T. Md.; FAZLE BARI, A. S. M. & HASANUZZAMAN, M. Germination and Electrical Conductivity of Two Species of Jute Seed as Affected by Different Sowing and Production Methods. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. Vol., 6 (12), 2013. p. 861-865.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Principais municípios produtores de juta (fibra). Produção agrícola municipal. Estado do Amazonas. 2013.

INTERNATIONAL JUTE STUDY GROUP - IJSG. A compilation of papers and proceedings of International Seminar on Strengthening of Collaboration for jute, kenaf and allied fibres. Research e development. Technical Papers. Dhaka, Bangladesh. 2011.

MACIEL, F. B. & NASCIMENTO, L. R. C. O padrão da comercialização da fibra do curauá no oeste paraense e as deficiências do associativismo. IV Encontro da Rede de Estudos Rurais - Mundo Rural, Políticas Públicas, Instituições e Atores em Reconhecimento Político. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2010.

MOTHE, C. G. & ARAUJO, C. R. Caracterização térmica e mecânica de compósitos de poliuretano com fibras de Curauá. *Polímeros*, v. 14, n.4. São Carlos, SP. 2004.

OLIVEIRA, E. C. P.; LAMEIRA, O. A.; SOUSA, F. I. B.; SILVA, R. J. F. Estrutura foliar de curauá em diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.43, n.2, 2008. p.163-169.

PIRES, J. S. C. & LEÃO, A. L. Avaliação de princípios ativos em culturas fibrosas. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo. Anais: 16 SIICUSP. São Paulo, SP. 2008.

HOMMA, A. K. O. A imigração japonesa o Estado do Amazonas: a expansão da juta no médio e baixo Solimões. In: WITKOSKI, A. C.; FERREIRA, A. S.; HOMMA, A. K. O.; FRAXE, T. J. P. (Org.). A cultura de juta e malva na Amazônia Ocidental: sementes de uma nova racionalidade ambiental? Editora Annablume: São Paulo. 2010. p. 41 – 69.

MAHAPATRA, B. S.; SABYASACHI M.; RAMASUBRAMANIAN, T. & SINHA, M. K. Research on jute (*Corchorus olitorius* and *C. capsularis*) and kenaf (*Hibiscus cannabinus* and *H. sabdariffa*): present status and future perspective. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 79(12): 951–967. 2009.

MOREIRA, S. E; LIMA, M. S.; RIVAS, A. A. F; HARA, F. A. S.; CARMO FILHO, M. M. Gestão dos custos de produção vinculados a inserção tecnológica na produção de fibras vegetais de malva e juta. *Custos e @gronegocio on line*- v. 7, n. 1 - Jan/Abr. 2011.

MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; DRZAL, L. T. Sustainable Bio-Composites from Renewable Resources: Opportunities and Challenges in the Green Materials World. *Journal of Polymers and Environment*. Vol. 10. Nos. ½. 2002. p. 19 – 26.

NASCIMENTO, J. D. B. Produtores ribeirinhos pedem socorro: o caso da juta no Pará. Publicado em 10 de fevereiro de 2014.

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/980559/1/ProdutoresRibeirinhos.pdf>>
. Acessado em 14 de setembro de 2014.

OLIVEIRA, E. C. P.; LAMEIRA, O. A.; SOUSA, F. I. B. e SILVA, R. J. F. Estrutura foliar de curauá em diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.43, n.2, 2008. p.163-169.

PAIVA, A. M. Agricultura camponesa e desenvolvimento rural/local: um estudo da organização da produção de juta e malva na várzea do município de Manacapuru. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2009. 129 p.

SANTOS, P. A.; SPINACÉ, M. A. S.; FERMOSELLI, K. K. G.; DE PAOLLI, M. A. Efeito da forma de processamento e do tratamento da fibra de curauá nas propriedades de compósitos com poliamida – 6. Artigo Técnico Científico. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 19, n. 1, p. 31 – 39, 2009.

SILVA, S. H. & FRAXE, T. J. P. Processo produtivo da juta e malva na perspectiva do desenvolvimento sustentável. *Somanlu, Revista de Estudos Amazônicos*. Programa de Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. Somanlu, ano 12, n. 1, jan./jun. 2012. p. 83 -103.

SOUZA, H. H.; FRAXE, T. J. P.; MEDEIRO, C. M., SANTIAGO, J. L.; CASTRO, A. P.; AGUIAR, J. Sustentabilidade e sociedade: máquina descortçadoras de fibra de malva (*Urena lobata* L.), tecnologia social a serviço dos caboclos ribeirinhos do Amazonas. II Encontro da Sociedade Brasileira de Sociologia da região norte. Universidade Federal do Amazonas. Faculdade de Ciências Agrárias. Núcleo de Socioeconomia. Belém, PA. 2010.

ZAH, R.; HISCHE, R.; LEÃO, A. L.; BRAUN, I. Curauá fibers in the automobile industry – a sustainability assessment. *Journal os Cleaner Productions* 15. 2007. p. 1032 – 1040.

Apêndice D – Artigo publicado na revista Open Journal of Forestry.

Referencia: Siani, A. C., Moraes,R., & Veiga Junior, V. F. (2017). TowardEstablishing the Productive Chain forTriterpene-Based Amazonian Oleoresins asValuable Non-Timber Forest Products. OpenJournal of Forestry, 7, 188-208.

<https://doi.org/10.4236/ojf.2017.72012>



Open Journal of Forestry, 2017, 7, 188-208

<http://www.scirp.org/journal/ojf>

ISSN Online: 2163-0437

ISSN Print: 2163-0429

Toward Establishing the Productive Chain for Triterpene-Based Amazonian Oleoresins as Valuable Non-Timber Forest Products

Antonio C. Siani^{1*}, Roseane Moraes², Valdir F. Veiga Junior²

¹Institute of Drug Technology, Oswaldo Cruz Foundation, Rio de Janeiro, Brazil

²Chemistry Department, Amazonas Federal University, Manaus, Brazil

Email: *siani@far.fiocruz.br

Apêndice E – Artigo sobre as tecnologias de transformação da polpa do fruto do Açaí.

A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DO AÇAÍ (*Euterpe precatoria* MART.) NO AMAZONAS: IMPLICAÇÕES TECNOLÓGICAS E PERSPECTIVAS DE PROCESSOS INOVADORES.

Roseane de Paula G. Moraes
Carlos Victor Lamarão
Valdir Florêncio da Veiga Júnior

Resumo

A importância dos produtos da sociobiodiversidade amazônica está sendo amplamente difundida com o avanço da racionalidade ambiental. Assim, a bioindústria amazônica emerge com igual visibilidade tanto em oportunidades quanto em desafios. Um dos desafios mais notáveis são as fragilidades das tecnologias de processamento de produtos naturais. Assim, este trabalho busca descrever e analisar o processamento do açaí (*Euterpe precatoria* MART.), as tecnologias utilizadas na bioindústria regional para a transformação deste produto, e as tecnologias mais modernas praticadas em outras indústrias que processam açaí por processos mais avançados. Esta pesquisa foi realizada a partir de levantamentos bibliográficos e documentais, pesquisa de campo e do apoio de instituições do setor rural e empresas que processam produtos naturais. A transformação do fruto de açaí em polpa segue as mesmas etapas relatadas na literatura, por meio de processos semi-automatizados. Verificou-se, entretanto, ausência de equipamentos e tecnologias úteis nas etapas de limpeza e conservação dos frutos, assim como, o desperdício das sementes após o processamento, demonstrando a escassez de usos deste material como subproduto desta bioindústria. Foram identificados diversos fatores que prejudicaram a gestão de iniciativas desta natureza por cooperativas locais, dificultando a participação da população nos benefícios que poderiam ser alcançados por estes negócios da sociodiversidade. As tecnologias mais avançadas e praticadas em outras localidades para agregar valor aos produtos do fruto do açaí foram as que se aplicam na produção da polpa desidratada como a liofilização, a atomização, desidratação a vácuo, e a produção do xarope em misturas de polpa de açaí com outras frutas. Todas estas tecnologias visam aumentar o tempo de prateleira e a atratividade, onde cada processo privilegia uma ou outra característica desejável ao produto final de acordo com os mercados focais.

Palavras-chave: polpa de açaí, tecnologia, transformação, qualidade, produtos.

1. INTRODUÇÃO

Os produtos da sociodiversidade brasileira encontram-se presentes na casa dos brasileiros de todo o país, como, por exemplo, a castanha-do-Brasil em barras de cereais, nos pães ou in natura, ou o açaí, cada vez mais popular. Apesar da importância socioeconômica destes produtos para as populações da Amazônia e para a sociedade em geral, o Brasil ainda carece de informações acerca dos volumes e dos recursos movimentados por esses produtos, uma vez que grande parte da comercialização ainda é informal e as instituições de pesquisas, historicamente, têm dedicado esforços na direção de outros produtos (Gomes et al., 2015).

A dependência da oferta extrativa e a escassez de tecnologias têm limitado a expansão segura do mercado da polpa de açaí. O baixo capital extrativo desestimulou os plantios, pela falta de tecnologia, pela visão reducionista de governantes, empresários e acadêmicos, ocasionando sua transferência para novos locais (Homma, 2014). Condição recorrente na atividade extrativista da região amazônica.

A maioria das iniciativas nesse setor está associada ao extrativismo de produtos florestais não madeireiros (PFNM) entre outros bioprodutos implementados em projetos de comunidades, financiados por organizações religiosas, ONGs e, hoje, também pelo setor privado. Becker (2009) defende que o grande mote é agregar valor aos produtos extrativos, cultivados e/ou agroflorestais, onde a tecnologia ainda é fator crítico.

Para buscar soluções neste contexto é imprescindível encontrar novos mecanismos que façam avançar a região no sentido do desenvolvimento sustentável, como o fortalecimento das instituições de pesquisa e dos centros regionais de ciência e tecnologia no campo da biotecnologia e da inovação tecnológica industrial com suporte à criação de novos produtos oriundos da biodiversidade amazônica nativa ou exótica (Salazar, 2004; Homma, 2014).

Entre os bioprodutos amazônicos mais populares está o açaí. O açaí é uma palmeira que pertence ao gênero *Euterpe* o qual reúne 28 espécies, distribuídas das Antilhas e América Central estendendo-se até as regiões florestais amazônicas do Peru. As espécies comercialmente importantes desse gênero são três, *Euterpe oleraceae* Mart., que ocorre principalmente em toda a extensão do

estuário amazônico, do Maranhão ao Amapá e no Pará, acompanhando o vale do Baixo Amazonas, estendendo-se às Guianas, Venezuela e Trinidad; *Euterpe precatoria* Mart., nas regiões central e ocidental da Amazônia, indo até os Andes; e a espécie *Euterpe edulis* Mart., antes abundante na florestas Atlântica e do Centro-Sul do país, hoje seriamente ameaçada pela exploração desordenada de seu palmito (MMA, 1998).

Os frutos do açazeiro fornecem um subproduto: “o açaí ou bebida açaí”, que tradicionalmente faz parte do hábito alimentar da população paraense. Conforme Rogez (2000), o preparo desta bebida se faz tradicionalmente em duas etapas: numa primeira, com o amolecimento dos frutos na água morna e numa segunda, pelo despolpamento dos mesmos mediante máquinas convencionais, com a adição de água.

O açaí é considerado uma fruta de época; na safra de inverno, a quantidade de frutos encontrados no mercado é fraca. Na safra de verão ou alta estação (estação mais seca), a produção é duas a três vezes mais importante do que no inverno; os frutos são mais numerosos por cacho e seu nível de maturação é mais homogêneo, o que proporciona uma quantidade de polpa superior e uma bebida mais apreciada (Rogez, 2000).

Rogez (2000) descreve que a variabilidade de composição entre estipes de uma touceira e entre touceiras de um mesmo açazal indica claramente que esta espécie ainda é muito selvagem, onde os valores de antocianinas e minerais apresentam variações para os fatores: touceiras, município e umidade do solo, sugerindo que estas variações se devem provavelmente a um fator genético ou que a biodisponibilidade dos minerais no solo evoluem com distâncias muito pequenas.

A finalidade tradicional atribuída à palmeira de açaí é a extração do fruto para o beneficiamento da polpa, contudo, crescentes estudos demonstraram oportunidades de aproveitamento integral das partes desta palmeira na indústria alimentícia, farmacêutica, de higiene e cosméticos, de celulose e papel (MMA, 1998).

Na última década, a comercialização e a diversificação dos produtos advindos da polpa do açaí aumentaram de forma significativa. Observa-se este aumento além das bateadeiras (extração caseira da polpa), nos supermercados, nas academias e nas lojas de redes de *fast food*, com o propósito de atender

a novos nichos de mercado, envolvendo consumidores de maior poder aquisitivo (Santana & Gomes, 2005; Nogueira, 2011). A motivação do consumo vai além da necessidade alimentar, pois incorpora questões culturais e, recentemente, os aspectos da estética e saúde, em função de elementos que o torna um alimento funcional, por ser rico em fibras, vitaminas e antocianina, que atraem os consumidores seletivos e exigentes (Silva et al., 2006).

Além do mercado local, a polpa de açaí também tem sido demandada por outras regiões do país, particularmente, pelos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Concomitantemente, também passou a ser exportado para os principais mercados consumidores internacionais do Nafta, União Européia, Tigres Asiáticos e Mercosul (Falesi et al., 2010).

Segundo a Instrução Normativa N° 01, de 07 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura e Abastecimento, o suco e/ou polpa de açaí é classificado de acordo com a adição ou não de água e seus quantitativos em (BRASIL, 2000):

- Polpa de açaí: é a polpa extraída do açaí, sem adição de água, por meios mecânicos e sem filtração, podendo ser submetido a processo físico de conservação.
- Açaí grosso ou especial (Tipo A): é a polpa extraída com adição de água e filtração, apresentando acima de 14% de sólidos totais e uma aparência muito densa.
- Açaí médio ou regular (Tipo B): é a polpa extraída com adição de água e filtração, variando de 11 a 14% de sólidos totais e uma aparência densa.
- Açaí fino ou popular (Tipo C): é a polpa extraída com adição de água e filtração, apresentando de 8 a 11% de sólidos totais e uma aparência pouco densa.

O suco do açaí tem alto valor energético e rico em micronutrientes. A riqueza do suco em lipídeos (na faixa de 50% da matéria seca) dá ao suco um valor energético duas vezes maior que o do leite. Apresenta vitamina E (um antioxidante natural), polifenóis, vitamina B1, fibras e proteínas (Rogez, 2000).

A qualidade do processamento do fruto é essencial para a manutenção das propriedades e características exigidas para o produto do beneficiamento do açaí. Para Fernandes (2003), os modelos

tradicionais para o segmento agroindustrial agrupam o conjunto de operações de beneficiamento, transformação, conservação, preparação, acondicionamento, distribuição e comercialização dos produtos, sendo divididos funcionalmente em atividades de transformação primária e transformação secundária (ou inclusive sucessivas elaborações), caso os insumos provenham diretamente do setor primário ou de outras empresas agroindustriais, respectivamente.

As transformações pelas quais se dá o processamento da polpa de açaí necessitam tecnologias que vem sendo aprimoradas ao longo das últimas décadas, como o branqueamento, a pasteurização e as tecnologias de desidratação da polpa (Nogueira et al., 2005). Este trabalho buscou identificar e descrever o processamento da polpa de açaí (*Euterpe precatória* MART.) e as tecnologias utilizadas numa região de elevado volume de produção no estado do Amazonas e comercializa predominantemente polpa congelada de açaí.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a definição das áreas a serem estudadas foi necessário buscar dados sobre a existência de produção, as quantidades, regiões de ocorrência, qualidade e logística disponível. A existência de dados oficiais sobre importantes recursos naturais amazônicos com potencial de aplicação industrial restringem-se a apenas três, o açaí, a castanha-da-Amazônia e o óleo de copaíba (IBGE, 2012 *apud* Herculano, 2013).

A coleta de dados sobre as tecnologias de transformação de bioprodutos do açaizeiro ocorre por meio da observação direta a partir de visitas a uma amostra de empresas locais/ regionais e entrevistas junto ao principal dirigente ou sócio-proprietário dos estabelecimentos, sem descartar a observação indireta no caso de empresas em outros Estados e Países.

De modo a sistematizar e padronizar a coleta de dados, na amostra de empresas selecionadas foi utilizado um roteiro de observação direta para detalhar as informações em campo e descrever os processos de industrialização de bioprodutos do açaizeiro. Paralelamente foram realizadas entrevistas

semi-estruturadas visando quantificar e comparar processos tecnológicos de industrialização quanto à produtividade, valor agregado, diversificação de produtos com valor comercial.

Estas entrevistas foram realizadas com especialistas em instituições reconhecidas pela pesquisa em tecnologia de alimentos e biotecnologia como, Empresa Brasileira da Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), Secretaria de Estado de Produção Rural (SEPROR) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

3. RESULTADOS

Os produtores entrevistados afirmam que a safra tem início em dezembro e termina em abril, tanto de açaí plantado quanto nativo. Segundo dados do IDAM no município de Codajás (AM) a produção de açaí na região foi de 17.000 toneladas na safra de 2014-2015. A Secretaria de Estado de Produção Rural do Amazonas (Sepror) destaca que a maior parte desta produção é proveniente do açaí nativo. Os municípios de maior produção em 2015 foram Codajás, Tapauá, Tefé e Humaitá. Neste último, a produção foi de 24 mil sacas de açaí cultivado.

Predominam na região duas tecnologias de processamento do fruto do açaizeiro e similares. Na primeira, o fruto é atritado contra uma primeira peneira para retirada da polpa, que, por sua vez, passa por uma segunda peneira, que retém as partículas maiores. Essa tecnologia é utilizada em unidades extrativistas com poucos recursos. A segunda tecnologia utilizada é o despulpamento mecânico, em que os frutos são atritados entre si. É utilizada nas quitandas, supermercados e agroindústrias em duas versões: a de batelada e a de fluxo contínuo (Santana et al., 2012).

3.1 O processamento da polpa de açaí

A partir da pesquisa de campo descreve-se o processamento da polpa de açaí numa agroindústria em Codajás, no Amazonas. O processamento ocorre de forma semi-automatizada nas etapas contidas no fluxograma abaixo (Figura 1). O material é entregue pelos produtores em sacos de

ráfia de 50 kg, durante a recepção se faz a pesagem dos frutos para o pagamento dos produtores. Os frutos recebidos ficam depositados em engradados plásticos até serem lavados em tanques plásticos com água limpa e agitados com remos de madeira para que os resíduos mais leves fiquem na superfície da água e sejam removidos com grandes peneiras de uso doméstico, este processo se repete até que não hajam materiais sobrenadantes sobre os frutos imersos. A partir desta lavagem os frutos são mantidos em água limpa e clorada a 50 °C por 20 minutos para facilitar a maceração, em seguida são retirados dos tanques e encaminhados manualmente em engradados plásticos para as coifas das máquinas de despulpamento. Em seguida, é feito o resfriamento do produto, antes de ser levado para a despulpadora mecânica.

No despulpamento é feita a separação da semente, casca e polpa saem juntos para fornecer o suco. O envasamento é automático, se dá pela sucção e elevação da polpa desde o reservatório da despulpadeira até o tanque de equilíbrio da envasadora. A partir deste ponto, o processo se dá pela ação de ar comprimido, que injeta o produto na embalagem em quantidades precisas. Conclui-se o envasamento com fechamento termo-soldável da embalagem. A participação dos operários nesta fase é na arrumação das embalagens com o uso de câmaras frias à -40 °C. Verificou-se que na empresa visitada predominam processos de transformação para a produção de polpa de açaí conforme descreve Nogueira et al. (2005).

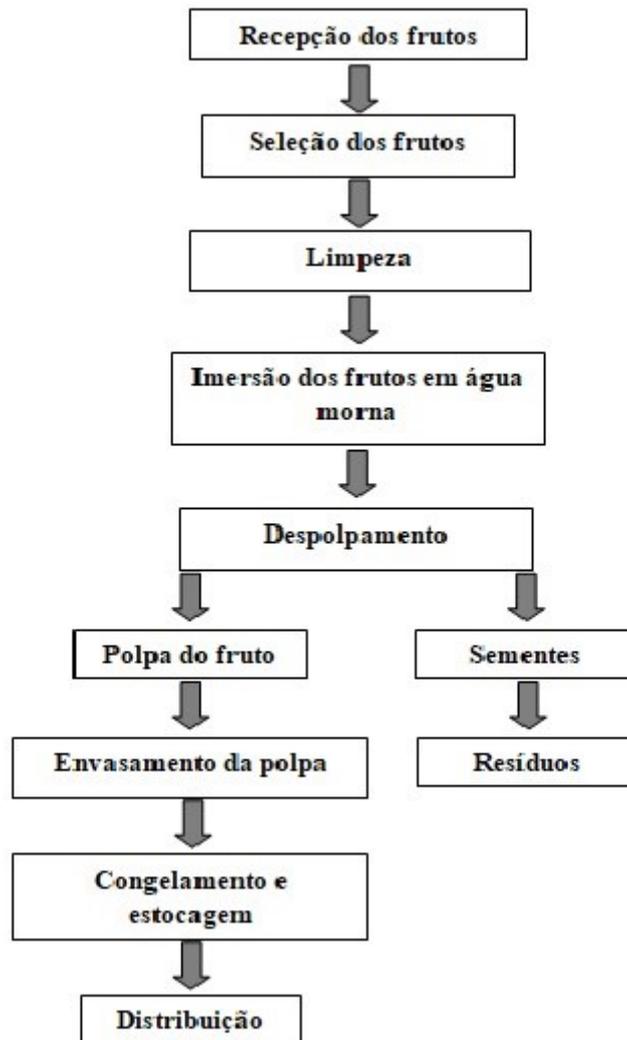


Figura 1. Fluxograma das etapas de processamento de frutos do açaí (*Euterpe precatoria* MART.) numa agroindústria no Amazonas. Adaptado de Silva (2005).

3.2 Problemas logísticos e tecnológicos nas etapas pré-despulpamento do fruto de açaí.

As três primeiras etapas do fluxograma apresentado na figura 1 correspondem à zona molhada e que apresentam pontos críticos para a indústria de alimentos, uma vez que é essencial que os manipuladores de alimentos responsáveis pelas etapas de recepção, seleção e limpeza tenham a máxima atenção para não deixar passar para as etapas seguintes, sujidades maiores e mais complexas, além de frutos que já apresentem características indesejáveis de qualidade, que possam comprometer a produção, principalmente se esta não constar com o processo de pasteurização.

As instalações são importantes componentes de desempenho logístico da cadeia de suprimentos, principalmente no que diz respeito ao armazenamento da matéria-prima por partes das

comunidades extrativistas. Pelo seu caráter perecível, os frutos de açaí devem ser colhidos, manuseados e armazenados adequadamente, buscando-se de manter as qualidades sanitárias e organolépticas exigidas pelas indústrias processadoras (Gonçalves et al., 2012).

As dependências da agroindústria selecionada para a pesquisa são apropriadas para o processamento da polpa de açaí, conforme descreve a literatura. O problema identificado na fase de recepção foi a disposição dos engradados com os frutos recebidos diretamente no chão molhado, onde os mesmos deveriam ser depositados sobre estrados ou *pallets* de plástico ou madeira. Verificou-se também grande desperdício de frutos na recepção, bem como, falta de higiene e limpeza do ambiente nesta fase.

A recepção e a pesagem dos frutos na indústria são realizadas numa dependência específica para este fim, depois de pesados os frutos seguem para seleção e lavagem. A fábrica, na ocasião da coleta de dados, não estava utilizando a máquina de ventilação. Este equipamento seria o primeiro passo para a separação dos resíduos mais leves aderidos aos frutos, como poeiras, solo, restos de folhas e galhos pequenos. O equipamento não estava sendo utilizado porque este foi desenvolvido para os frutos da espécie *Euterpe oleraceae* Mart. a qual apresenta frutos maiores, fazendo com que os frutos de *Euterpe precatoria* Mart. passassem direto pelo equipamento junto com os resíduos, portanto o processo de ventilação estava ausente na fase de limpeza. Com isso, incluiu-se na fase de lavagem o uso de peneiras domésticas para remover sujidades que vem da coleta com os frutos.

Entre os problemas tecnológicos notados nas fases pré-despolpamento foi a ausência de caldeira para o aquecimento da água para a maceração dos frutos. A água estava sendo aquecida em grandes tambores de ferro sobre fogueiras na área externa da indústria, o que produzia muita fumaça nas proximidades da área de recepção dos frutos. O ideal é que a temperatura desta água seja controlada para um branqueamento eficiente. Através do branqueamento, o fruto do açaí é submetido a um tratamento térmico a 80°C durante 10 segundos, assim, os agentes patogênicos, como o barbeiro, podem ser eliminados. A técnica do branqueamento obedece à Portaria 326/97, da ANVISA, que aprova o Regulamento Técnico de “Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos”.

Para garantir a qualidade na cadeia de produção do açaí, cada etapa deve ser considerada unitariamente, avaliando suas conseqüências e contribuições para o produto final. Além de manter o foco na qualidade esperada, e preciso ainda minimizar as perdas que ocorrem em cada etapa e compatibilizar o custo de produção com o preço que o mercado está disposto a pagar (Schwob, 2012).

3.3 Aspectos tecnológicos do despulpamento do fruto do açaí

Verificou-se a utilização de grande quantidade de água no processamento da polpa de açaí desde a lavagem até o despulpamento mecânico, bem como, a dependência de manipulação humana dos frutos no transporte dos mesmos até a coifa da despulpadeira.

Para manter a qualidade da polpa recomenda-se uma linha de processamento contínua na qual as operações manuais sejam reduzidas (Schwob, 2012). Em entrevista com o proprietário da agroindústria visitada, foi relatado que a implantação deste empreendimento no local foi vantajosa devido à qualidade e rendimento da polpa do açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) daquela região, e destacou a previsão de automatização total do processamento para a safra de 2016/2017 o que pretende assegurar um produto com maior segurança alimentar.

O processo de obtenção da polpa de açaí consiste em mergulhar os frutos em água morna a 50 °C por um tempo determinado, para amolecer o mesocarpo e facilitar o despulpamento. O despulpamento é realizado com máquinas mecânicas, elétricas ou manualmente, com ou sem adição de água (Alexandre et al., 2004).

O despulpamento mecânico, como o utilizado na agroindústria visitada, é realizado em máquinas elétricas, de forma cilíndrica, de aço inoxidável, com um eixo interno vertical, que produz movimentos circulares de 240 a 380 rpm. Essas máquinas atuam retirando, pelo atrito entre os frutos, a fina polpa que os recobre. O cilindro tem capacidade aproximada de 17 L (Bezerra, 2007).

A máquina despulpadeira tem potencial para suportar cerca de 100 a 200 L por dia. De início, os frutos são atritados uns contra os outros; depois, adiciona-se progressivamente água potável, formando uma emulsão, que é retirada por gravidade, passando por uma peneira de furos pequenos, com diâmetro de 0,6 mm. O tempo de batimento é variável, podendo ser de 1,5 a 2,5 minutos, e a quantidade de água a ser adicionada para a retirada da polpa depende do tipo de polpa a ser produzida.

Os resíduos formados por caroços e borras são retirados por uma saída lateral, com a máquina ligada. Antes de despolpar um novo lote, a máquina deve ser lavada com água potável (Bezerra, 2007).

A produção de açaí em pó representa uma alternativa no sentido de melhorar a conservação do produto mantendo os componentes antioxidantes. Os produtos em pó apresentam baixa atividade de água, o que dificulta ou até impede o crescimento de microrganismos e as reações físico-químicas responsáveis por sua deterioração, aumentando, assim, sua vida útil. No entanto, o processo tradicional de extração da polpa do açaí envolve uma quantidade substancial de água, produzindo uma solução aquosa com 80-90% de água, isto é, com características de sucos de frutas, o que dificulta as operações de produção de açaí em pó. Estudos para o despolpamento do fruto açaí com utilização de menores quantidades de água tem sido realizados em pesquisas do Laboratório de Operações de Separação da Universidade Federal do Pará (LAOS/ITEC/UFPa), mas o produto resultante apresenta muita fibra celulósica, em virtude da polpa no fruto de açaí representar uma fina película sobre o caroço, que é formado basicamente de celulose (França et al., 2012).

O problema do açaí também reside na elevada perecibilidade da polpa, onde seu tempo máximo de conservação, mesmo sob refrigeração, é de 12 horas. O fator responsável por esta alta perecibilidade é carga microbiana, juntamente com a degradação enzimática, responsáveis pelas alterações de cor e aparecimento do sabor azedo. Atualmente, predomina a conservação da polpa de açaí por congelamento (Pagliarussi, 2010), como identificado na pesquisa de campo.

3.4 Tecnologias aplicadas na conservação da polpa de açaí e agregação de valor aos seus produtos

Estudos com *E. oleraceae* Mart. demonstram que a produção de açaí em pó é uma maneira de obter produtos com baixo teor de umidade, boa estabilidade e maior vida de prateleira, embora tenha custo elevado (Tonon et al., 2008). Da mesma forma, o uso do xarope nos *mix* (polpa de açaí misturada com outras frutas) também aumenta o tempo de prateleira e a atratividade. No tocante aos produtos desidratados, existe uma ampla gama de processos, como liofilização, atomização (*spray-drier*), secagem com filtro pré-cap a vácuo (*drumdryer*), desidratação a vácuo, entre outros, cada

processo privilegiando a obtenção ou manutenção de uma característica no produto final (Schowb, 2012).

O processo normalmente utilizado na produção de sucos de fruta em pó é a secagem por atomização (*spray drying*). Trata-se de um processo econômico e flexível, realizado em um equipamento de fácil manipulação. As características finais do produto em pó obtido em um processo de secagem por atomização dependem de algumas variáveis de processo, tais como as características do líquido atomizado (teor de sólidos, tamanho das partículas, viscosidade), tipo e mecanismo de funcionamento do atomizador, e as características do ar de secagem. É importante que o processo seja otimizado a fim de se obter produtos com melhores características sensoriais e nutricionais, além de um melhor rendimento de secagem (Tonon, 2009; França et al., 2012).

Outro processo de desidratação usado para a produção do açaí em pó é a liofilização, usado por alguns produtores, mas ainda não disseminado no meio de produção devido a seu alto custo. Este processo envolve uma etapa preliminar de congelamento na qual deve ser controlada a taxa e o tempo de resfriamento para a obtenção de um produto congelado uniforme em termos de cristais de gelo para o sucesso posterior da etapa de sublimação da água. A liofilização propriamente dita é a etapa de eliminação da água pela sublimação do gelo em temperatura e pressão inferiores ao ponto triplo da água. Esta operação envolve alto vácuo, o que requer um consumo maior de energia para a sua produção, havendo, portanto, necessidade de se buscar alternativas para a sublimação da água, porém garante ao produto a conservação de suas características originais, agregando valor ao mesmo. Todos esses métodos de conservação, congelamento do suco e secagem por pulverização, ou mesmo por liofilização, são procedimentos que contribuem para a elevação do preço do produto. No congelamento, a energia usada é menor, no entanto, o custo é aumentado com o transporte de uma massa maior, além das condições especiais de armazenagem (França et al., 2012).

O processo de microencapsulação de sucos de frutas pode ser uma alternativa de grande importância tanto na questão nutricional, devido a grande concentração de compostos bioativos; quanto na questão logística, facilitando o transporte; e também pela questão de armazenamento, devido ao menor volume apresentado por esse produto. Cuidados com as condições do ambiente,

como teor de água; e com a utilização de embalagens adequadas para melhor estabilidade do produto, devem ser tomados (Souza, 2015)

Entre as vantagens da atomização por *spray drying* estão os custos, microcápsulas de boa qualidade e alto rendimento, solubilização instantânea e elevada das cápsulas com tamanho reduzido. As desvantagens residem na ausência de uniformidade das microcápsulas produzidas, tendo a necessidade de uso de um material para melhor aglomeração pelo fato do pó ser muito fino, e perda de materiais sensíveis ao calor, como aroma e outros compostos voláteis. Entre os melhores materiais utilizados para a microencapsulação estão a maltodextrina e a inulina. A presença de um material encapsulante adequado é de extrema importância, para retenção de compostos voláteis, para obtenção de propriedades emulsificantes ou mesmo, como no caso da inulina, para obtenção de encapsulados com propriedades probióticas (Souza, 2015).

Com o domínio desta tecnologia, o Brasil pode se tornar um mercado bastante interessante na obtenção de sucos de frutas encapsulados por *spray drying* pela sua grande diversidade de frutas, contudo, é preciso estudar a aplicação desses sucos encapsulados misturados a outros produtos alimentícios como sorvetes e iogurtes que possibilitem a preservação das propriedades das microcápsulas.

Esta tecnologia foi mencionada como intenção dos empresários entrevistados na área focal da pesquisa sobre a bioindústria do açaí no Amazonas, visando ampliar a distribuição e o tempo de prateleira da polpa de açaí sem perder a qualidade de suas propriedades.

Outra técnica que vem sendo estudada para a secagem de pastas alimentícias é a utilização do secador de leite de jorro com partículas inertes. Essa técnica vem sendo considerada uma boa alternativa ao secador *spray*, porque gera produtos com qualidade similar, a custos significativamente inferiores, além de apresentar a vantagem de permitir a secagem de materiais termicamente sensíveis devido à temperatura média das partículas serem mais baixas do que a temperatura média do ar de secagem (Strumillo & Kudra, 1986; Freire et al., 2009; Costa, 2013).

Os processos com membrana (microfiltração e ultrafiltração) constituem uma alternativa para a conservação e produção de suco clarificado de açaí, sendo uma tecnologia limpa sem a produção de resíduos e utilização de conservadores químicos, além da possibilidade da pasteurização a frio, que

permite a preservação de componentes termos sensíveis de interesse nutricional e sensorial, como os micronutrientes, as vitaminas e os componentes do aroma, sabor e cor (Pallet et al., 2005; Mallada & Menendez, 2008; Haneda et al., 2012).

Esse processo está sendo muito utilizado na indústria de bebidas com a finalidade de clarificar e/ou concentrar sucos de frutas devido a possibilidade de eliminação de diversas etapas do processamento tradicional, reduzindo tempo, energia, mão-de-obra e gastos com coadjuvantes de clarificação (Girard & Fukumoto, 2000; Paula et al., 2004; Cianci et al., 2005; Ushikubo, 2006).

As antocianinas, flavonóide com ação antioxidante, são compostos muito valorizados presentes na polpa de açaí e também são instáveis ao processamento e armazenamento (Tonon, 2009). Nesse contexto, a liofilização e a pasteurização de polpa congelada de açaí mostram-se processos fundamentais no controle da estabilidade das antocianinas (Albarici & Pessoa, 2012).

Os flavonóides, como a antocianina, são moléculas termo degradáveis e altamente insaturadas, e o emprego de altas temperaturas ou de produtos químicos para a extração do óleo de açaí pode destruir parte destes, quer por degradação quer por oxidação. Processos que empregam gases a altas pressões como solventes de extração, conhecidos como Extração com Fluidos Supercríticos (EFS), têm sido estudados devido a facilidade relativa de sua separação do solvente, obtendo-se assim extratos mais puros.

A conservação das características químicas, especialmente a preservação da estabilidade das antocianinas é um fator crucial para comparar o açaí com outros frutos que apresentam elevada quantidade destes flavonóides na sua composição.

3.5 Resíduos do processamento da polpa de açaí: alternativas promissoras de uso comercial.

A importância socioeconômica do açaizeiro decorre do seu potencial de aproveitamento integral da matéria-prima, embora este não seja plenamente efetivado no local investigado. O principal aproveitamento é a extração da polpa que fica aderida ao mesocarpo da semente, mas as sementes podem ser utilizadas no artesanato e como adubo orgânico. E uma vez que a produção de polpa varia em torno de 5 a 15% do volume do fruto, há grande quantidade de resíduos gerados no processamento (Pagliarussi, 2010).

Verificou-se na pesquisa em foco que uma parte das cascas e os caroços são armazenados e doados para pequenos agricultores para serem utilizados como adubo, mas grande parte do volume destes resíduos do beneficiamento da polpa é simplesmente descartada. No entanto, já existem estudos que mostram a possibilidade da adição do uso do resíduo de açai (fibra) em misturas areia-asfalto com areia de resíduo de construção e demolição com a finalidade de pavimentação (Valença et al., 2011).

O principal subproduto da indústria de processamento do açai é uma semente oleaginosa formada por um pequeno endosperma sólido ligado a um tegumento que na maturidade é rico em celulose. Rodriguez-Zuniga et al. (2008) reportam que o caroço do açai é composto por 53,20% de celulose, 12,26% de hemicelulose e 22,30% de lignina. O grau de celulose de 53,20% presente no caroço do açai é alto em relação a outros resíduos agroindustriais, como farelo de trigo (10,90%), atraindo atenção para sua utilização como substrato no processo de produção de enzimas. No entanto, o alto teor de lignina e baixo teor de proteínas confere ao caroço do açai pouca susceptibilidade aos processos enzimáticos (Farinas, et al., 2012).

Adicionalmente, conforme Nogueira (2005), esse resíduo disponibiliza um potencial energético de 4500 Kcal.kg-1. Assim, a utilização do caroço do açai como substrato para o processo de fermentação em estado sólido (FES) mostra-se promissor frente à sua composição química e baixo custo de aquisição. A geração crescente e a concentração da produção em diversas áreas da Região Norte brasileira garantem a sustentabilidade de seu fornecimento a indústria de tecnologia enzimática (Farinas, et al., 2012).

Mesmo com o grande potencial deste subproduto do açai, contraditoriamente a maior parte das sementes de açai são dispensadas no ambiente como resíduo sem qualquer aproveitamento, conforme observado na área focal desta pesquisa. Alguns produtores relataram que usam este resíduo da agroindústria para adubação de plantios de açazeiros e outras culturas. A principal indústria da cidade se dispõe a pagar aos produtores interessados em levar as sementes para diminuir o volume destes resíduos em seus tanques de armazenamento durante a safra do fruto, quando se concentra a produção da polpa.

Com várias aplicações industriais, a demanda de enzimas mais estáveis e altamente ativas tem crescido mundialmente, tendo seus principais exportadores localizados na Europa, Estados Unidos.

Em todo o mundo, o custo de produção destas enzimas tem se apresentado como o maior problema para o aproveitamento dos resíduos agroindustriais. De acordo com os dados do Ministério do Desenvolvimento e Comercio Exterior do Governo Federal sobre o mercado de enzimas do Brasil, no ano de 2009 as importações brasileiras ultrapassaram US\$ 71 milhões, enquanto as exportações atingiram US\$ 32,2 milhões, mostrando que o mercado brasileiro é essencialmente importador, o que indica uma desvantagem tecnológica e estratégica em termos de produção e uso das enzimas no país (Farinas et al., 2012).

Outras finalidades para o uso da semente de açaí tem sido alvo de pesquisa e desenvolvimento a partir do incentivo e fomento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Amazonas, 2010), como a utilização das sementes para compor revestimentos ecológicos para paredes e mobiliário em geral. Esta iniciativa parte da iniciativa privada especializada em revestimentos, que tem em seu plano de negócios, serviços agroambientais, comércio de produtos florestais não madeireiros e, pesquisa e desenvolvimento de produtos, a partir de matérias-primas amazônicas, buscando gerar produtos inovadores para que a empresa possa transformar resíduos em subprodutos de valor agregado.

3.6 Problemas de gestão pública e privada dificultando o melhor aproveitamento da cadeia de valor do açaí

Os entraves tecnológicos são diretamente influenciados pela dificuldade na gestão de uma agroindústria de polpa de açaí. Na área focal deste estudo foram identificados diversos fatores que prejudicaram a gestão deste negócio por cooperativas locais, entre os quais destacamos: interferência política na indicação de lideranças; problemas administrativos, dívidas, alta rotatividade de gestores; problemas creditícios e tributários; processos de improbidade administrativa; fraudes fiscais e na compra de equipamentos; precariedade de instalações; multas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento por mau acondicionamento de polpas de açaí para comercialização; inadimplência dos cooperados; roubos nas propriedades produtoras de açaí e a ausência do Estado na apuração e solução dos problemas descritos.

Andrade et al. (2008) afirmam que as dificuldades de produção de polpa de açaí estão relacionados aos desempenho da gestão, principalmente para a melhoria das habilidades de negociação e técnicas de venda, pois o processo de comercialização nos municípios é complexo, considerado como um dos principais entraves junto à falta de recursos dos produtores. Destacam-se também as dificuldades de infra-estrutura no transporte que, muitas vezes, inviabilizam o planejamento da produção.

Não obstante do foco desta pesquisa estar voltado as tecnologias aplicadas ao beneficiamento do açaí, não se pode negligenciar a influencia de aspectos internos ou externos às organizações. Obstáculos crescem internamente devido às rotinas organizacionais, ou externamente, devido às falhas de interação com mercados, sistemas e governos. Destacam-se questões econômicas, parcerias e articulações comerciais obscuras, falta de informação sobre tecnologias, elevados custos de inovação tecnológica, e falta de pessoal qualificado, e o distanciamento das universidades e das instituições de pesquisa e desenvolvimento (Oliveira Júnior et al., 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerar o papel das tecnologias de transformação para o processamento de produtos naturais é essencial para a manutenção das propriedades e características exigidas para os produtos e subprodutos do açaí. Os modelos tradicionais de processamento do fruto devem ser influenciados pelos avanços tecnológicos existentes e praticados para os mesmos produtos e similares, os quais asseguram a qualidade esperada pelo consumidor, minimizam desperdício de matéria-prima em cada etapa de processamento e agregam valor ao compatibilizar o custo de produção com o preço que o mercado cada vez mais exigente está disposto a pagar.

Ao analisar o processamento da polpa de açaí na área focal da pesquisa, verificou-se a predominância de técnicas tradicionais de forma semi-automatizada para o despulpamento e conservação da polpa, fragilidades logísticas na recepção e limpeza dos frutos, e o descarte e subutilização de resíduos como as sementes.

Tecnologias para a preservação dos flavonóides como as antocianinas presentes no açaí, são dominadas em diversas regiões do Pará e vem influenciando positivamente a produção de polpas

alcançando até o mercado internacional. Estas tecnologias são baseadas na desidratação da polpa, produzindo o açaí em pó por meio de diversos processos tecnológicos como a liofilização, a atomização ou spray-dryer e secagem a vácuo. Outros processos de microfiltração e ultrafiltração constituem alternativas para a produção do suco de açaí, a partir de uma tecnologia limpa sem produção de resíduos, mesmo com a utilização de conservadores, mas com a pasteurização a frio, preservando componentes termo sensíveis de interesse nutricional e sensorial.

A predominância do descarte das sementes é outro problema identificado na bioindústria do Amazonas, e quando não é totalmente descartado é subutilizado na forma de adubo. Esse resíduo é um subproduto potencial porque pode ser utilizado como substrato no processo de produção de enzimas devido ao seu alto grau de celulose (53%), tem ainda potencial energético para o processo de fermentação em estado sólido (FES). Este subproduto mostra-se vantajoso pelo seu baixo custo de aquisição e sustentabilidade de fornecimento para a indústria de tecnologia enzimática.

O acesso a todas as tecnologias de transformação que podem potencializar a bioindústria do açaí do Amazonas pode ser prejudicado pelas dificuldades de gestão identificadas e descritas nesta pesquisa. Problemas como, interferência política na indicação de lideranças; dívidas; alta rotatividade de gestores; problemas creditícios e tributários; processos de improbidade administrativa; fraudes fiscais e na compra de equipamentos; precariedade de instalações; multas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento por mau acondicionamento de polpas de açaí para comercialização; inadimplência dos cooperados e até roubos nas propriedades produtoras de açaí constituem barreiras graves para o desenvolvimento de negócios sustentáveis voltados para a manutenção da floresta e das populações que vivem dos produtos da sociodiversidade.

REFERENCIAS

AGUIAR, M. O. & MENDONÇA, M. S. Morfo-anatomia da semente de euterpe precatoria Mart. (palmae). Revista Brasileira de Sementes, vol. 25, nº 1, p.37-42, 2003.

ALBARICI, T. R.; PESSOA, J. D. C. Effects of heat treatment and storage temperature on the use of açaí drink by nutraceutical and beverage industries. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 32, n. 1, 9-14, 2012.

ALEXANDRE, D; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 1, p. 114 – 119, 2004.

AMAZONAS, Governo do Estado. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas. Pesquisa e inovação tecnológica em empresas. Quando a pesquisa é um bom negócio. *Mostratec*. Manaus, AM., 2010. 71 p.

ANDRADE, L. C.; PORTELA, R. S.; FERRÃO, E. S.; SOUZA, A. L.; REIS, A. A. Adoção de Novos Paradigmas na Organização e Gestão de Empreendimentos Solidários: um estudo sobre o processo produtivo do açaí através das associações e cooperativas no Território Rural do Baixo Tocantins – Pará – Brasil. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER. Acre, 2008.

BECKER, B. K. *Amazônia: geopolítica na virada do III milênio*. Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 168 p.

BEZERRA, V. S. *Açaí congelado*. Coleção Agroindústria Familiar. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 40 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 10 jan. 2000.

BRUNNER, G. *Gas Extraction: An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes*. 1st Ed. Darmstadt: Steinkopff, 1994.

CALVAZARA, B. B. G. As possibilidades do Açaizeiro no Estuário Amazônico. *Boletim da Universidade Federal Rural da Amazônia*, Belém: informativo 5, 1972.

CASTRO, A. O. *Extrativismo do açaí no Amazonas*. Manaus: INPA – CNPq – ORSTOM, 1992. 75 p.

CAVALCANTE, P. B. *Frutos comestíveis da Amazônia*. 2 ed. Belém: Falangôla, 1976. 154p.

COSTA, R. G.; ANDREOLA, K.; SILVA, C. A. M.; FARIA, L. J. G.; TARANTO, O. P. Estudo da secagem de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em leito de jorro. XXXVI Congresso Brasileiro de Sistema Particulados. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL. Outubro, 2013. 11p.

FERNANDES, M. S. *O sistema e a indústria agroalimentar no Brasil*. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos, 2003, 272 p.

CIANCI, F. C.; SILVA, L. F. M.; CABRAL, L. M. C.; MATTA, V. M. Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 3, p. 579-583, 2005.

FALESI, L. A.; SANTANA, A. C.; HOMMA, A. K. O.; GOMES, S. C. Evolução e interação entre a produção e o preço das frutas no estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 53, n.1, p.69-77, jan/jun, 2010.

FARINAS, C. S.; SANTOS, R. R. M.; PESSOA, J. D. C.; BERTUCCI NETO, V. Resíduo da agroindústria do açaí para produção de celulases. In: PESSOA, J. D. C. & TEIXEIRA, G. H. A. *Tecnologias para inovação nas cadeias Euterpe* (Editores). Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 263 – 286.

FRANÇA, L. F. Estudo do Aproveitamento dos carotenos das fibras resultantes da prensagem na indústria de óleo de palma, pela extração com CO₂ supercrítico. 1999. Tese (Doutorado) - FEA/UNICAMP, Campinas, 1999.

FRANÇA, L. F.; MONTEIRO, R. B. B.; VASCONCELOS, M. A. M.; CORREA, N. C. Tecnologia de produção de açaí em pó e desengordurado. In: PESSOA, J. D. C. & TEIXEIRA, G. H. A. *Tecnologias para inovação nas cadeias Euterpe* (Editores). Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 187 – 204.

FREIRE, J. T.; FERREIRA, M. C.; FREIRE, F. B. Secagem de pasta em leitos de jorro. In: FREIRE, J. T.; SILVEIRA, A. M. D. *Fenômenos de transporte em sistemas particulados: fundamentos e aplicações*. Cap. 4. São Carlos: [s.n.], 2009. p. 95-129.

GIRARD, B. & FUKUMOTO, L. R. Membrane processing of fruit juices and beverages: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, v. 40, n. 2, p. 91-157, 2000.

GONCALVES, T. B. L.; FEIJO, J. L.; SANTOS JUNIOR, E. C.; ROCHA, C. I. L. Análise da cadeia produtiva do açaí: uma abordagem voltada ao estudo dos componentes de desempenho logístico. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS. 15 a 18 de outubro de 2012. 12 p.

GOMES, P. C.; PALMIERI, R.; YAMAKI, H. Facilitando parcerias comerciais éticas com populações extrativistas na Amazônia. Piracicaba, SP: Imaflora. 2015. 36 p.

GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. *Trends in Food Science and Technology*, v. 15, 2004. p. 330-347

HANEDA, R. N.; MACHADO, R. M. D.; FONTES, S. R. Microfiltração de polpa de açaí. In: PESSOA, J. D. C. & TEIXEIRA, G. H. A. *Tecnologias para inovação nas cadeias Euterpe* (Editores). Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 163 – 186.

HERCULANO, F. E. B. Produção industrial de cosméticos: o protagonismo da biodiversidade vegetal da Amazônia. Tese de Doutorado. Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. 145 p. 2013.

HOMMA, A. K. O. (Ed.) Extrativismo vegetal na Amazônia : história, ecologia, economia e domesticação– Brasília, DF : Embrapa, 2014. 468 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Tabela 289 - Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 fev. 2013.

KONG, J. M.; CHIA, L. S.; GOH, N. K.; CHIA, T. F.; BROUILLARD, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, New york, v. 64, n. 5, p. 923-933, 2003.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT, K. F.; GRIEL, A. E.; ETHERTON, T. D. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*, New york, v. 113, n. 9B, p. 71S-88S, 2002.

LIU, R. H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *Journal of Nutrition*, [S. l.], v. 134, p. 3479S-3485S, 2004.

LULE, S. U.; XIA, W. Food phenolics, pros and cons: a review. *Food Reviews International*, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 367–388, 2005.

MALLADA, R.; MENENDEZ, M. Inorganic membranes: synthesis, characterization and applications. *Membrane Science and Technology Series*, Elsevier Science & Technology Books, [S. l.], v. 13, 460 p., 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL – MMA. Produtos potenciais da Amazônia – Açaí. Secretaria de Coordenação da Amazônia. Brasília, MMA/ SUFRAMA/ Sebrae/ GTA, 1998. 50 p.

NICHENAMETLA, S. N.; TARUSCIO, T. G.; BARNEY, D. L.; EXON, J. H. A review of the effects and mechanisms of polyphenolics in cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, v. 46, n. 2, p. 161–183, 2006.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MULLER, A. A. (Ed.). Açaí. *Sistemas de produção 4*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 137 p. Versão eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm> Acesso em: 21 out. 2017.

NOGUEIRA, A. K. M. As tecnologias utilizadas na produção de açaí e seus benefícios socioeconômicos no estado do Pará. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2011. 73 p.

OLIVEIRA JUNIOR, M. C.; LASMAR, D. J.; ROCHA, A. C. B. Inovações tecnológicas e não tecnológicas em empresas de bionegócios. In: MAFRA, R. Z.; OLIVEIRA JUNIOR, M. C.; SOUZA, A. L. C.; SOUZA, A. O. Gestão da biotecnologia na Amazônia: a inovação e a exploração dos recursos e ecossistemas naturais para o desenvolvimento de produtos e processos. Manaus: EDUA, 2015. p. 95 -113.

PAGLIARUSSI, M. S. A cadeia produtiva industrial do açaí: estudo da cadeia e proposta de um modelo matemático. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Novembro, 2010.

PALLET, D.; CABRA, L.; MATTA, V.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; MENEZES, H. C.; ABREU, F. A. P.; DORNIER, M.; REYNES, M. Aplicação da tecnologia de membranas no processamento de sucos de frutas brasileiras. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 427-437, 2005.

PAULA, B.; MORAES, I. V. M.; CASTILHO, C. C.; GOMES, F. S.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. Melhoria da eficiência da clarificação de suco de maracujá pela combinação dos processos de microfiltração e enzimático. Boletim do Centro de Pesquisas de Processamento de Alimentos, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 311-324, 2004.

PESSOA, J. D. C. & TEIXEIRA, G. H. A. (Eds.) Tecnologias para inovação nas cadeias Euterpe. Brasília, DF : Embrapa, 2012. 343 p.

RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA, U. F.; LEMO, V.; FARINAS, C. S.; BERTUCCI NETO, V.; COURI, S. Evaluation of agroindustrial residues as substrates for cellulolytic enzymes production under solid state fermentation. In: Encontro da Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais - SBPMat, Brazilian MRS Meeting, 7., 2008, Guarujá. Abstracts... Rio de Janeiro: 2008.

ROGEZ, H. Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação. Belém: EDUFPA, 2000.

SALAZAR, A. P. Amazônia – Globalização e Sustentabilidade. Manaus: Editora Valer, 2004.

SANTANA, A. C. & GOMES, S. C. Mercado, comercialização e ciclo de vida do mix de produtos do açaí no Estado do Pará. In: CARVALHO, D. F. (Ed.) Ensaio selecionados sobre a economia da Amazônia nos anos 90. Belém, Universidade da Amazônia. 2005. p. 85-115.

SANTANA, A. C.; PESSOA, J. D. C.; SANTANA, A. L. O mercado de açaí e os desafios tecnológicos da Amazônia. In: PESSOA, J. D. C. & TEIXEIRA, G. H. A. Tecnologias para inovação nas cadeias Euterpe (Editores). Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 21 -40.

SEERAM, N. P.; MOMOIN, M. G.; BOURQUIN, L. D. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries. *Phytomedicine*, Jena, v. 8, p. 362–369, 2001.

SCHWOB, A. C. Processando o açaí com qualidade In: PESSOA, J. D. C. & TEIXEIRA, G. H. A. *Tecnologias para inovação nas cadeias Euterpe* (Editores). Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 119 -142.

SILVA, J. L. V. F. Análise Econômica da Produção e Transformação em ARPP, dos Frutos de *Euterpe edulis* Mart. em Açaí no Município de Garuva Estado de Santa Catarina. Florianópolis, S.C. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 2005. 65f.

SILVA, I. M.; SILVA F. M. Perfil do Consumidor Domiciliar de Açaí na Região Metropolitana de Belém - PA. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 44. Anais. Fortaleza: Sober, 2006. p. 1-15.

SOUZA, V. R. Compostos bioativos e o processamento de pequenas frutas vermelhas cultivadas em clima subtropical. Tese. Universidade Federal de Lavras – Lavras: UFLA, 2013. 195 p.

SOUZA, A. L. R.; RODRIGUES, F. M.; SILVA, G. V.; SANTOS, R. R. Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por *spray drying*: uma revisão. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.17, n.3, p.327-338, 2015.

STRUMILLO, C.; KUDRA, T. Drying: principles, applications and design. In: *Topics in chemical engineering*. ed. New York: Gordon and Breach Science Publishers, v. 3, 1986.

TONON, R.V.; BRABET, C.; HUBINGER, M.D. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. *Journal of Food Engineering*. v 88, n 3, p. 411-418, 2008.

TONON, R. V. Secagem por atomização do suco de açaí: Influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto. 2009. Tese (Doutorado) - FEA/UNICAMP, Campinas, 2009.

TURCHIULI, C.; FUCHS, M.; BOHIN, M.; CUVELIER, M. E.; ORDONNAUD, C.; PEYRAT-MAILLARD, M. N.; DUMOULIN, E. Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 6, n.1, p. 29-35, 2005.

USHIKUBO, F. Y. Efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana na microfiltração da polpa diluída de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

WALLE, T. Absorption and metabolism of flavonoids: Serial Review: Flavonoids and Isoflavones (Phytoestrogens: Absorption, Metabolism, and Bioactivity). *Free Radical Biology & Medicine*, New York, v. 36, n. 7, p. 829-837, 2004.

XAVIER, M. F. Estudo da extração de antocianinas em colunas recheadas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. 120 p.

Apêndice F – Capítulo de livro intitulado “*A bioindústria da castanha-da-amazônia: a realidade e as perspectivas tecnológicas para a agregação de valor ao produto local*”, incluído no livro **Estudos da bioindústria amazonense: sustentabilidade, mercado e tecnologia**, ISBN 978-85-526-0031-2. A referida obra, a ser publicada que pela Editora da Universidade Federal do Amazonas, encontra-se no prelo conforme comprova o Anexo 1.

A bioindústria da castanha-da-amazônia: a realidade e as perspectivas tecnológicas para agregação de valor ao produto local.

Roseane de Paula Gomes Moraes

Francisco Elno Bezerra Herculano

Valdir Florêncio da Veiga Júnior

Resumo

A redução do desmatamento na Amazônia depende da valorização econômica de atividades produtivas ambientalmente sustentáveis. Nas cadeias produtivas que envolvem essas atividades existem gargalos que limitam a rentabilidade desses negócios, tornando-os pouco atrativos a investimentos. Com enfoque nessas limitações, o presente trabalho descreve e analisa a realidade tecnológica da bioindústria da castanha-da-Amazônia no Estado do Amazonas, bem como as perspectivas tecnológicas mais avançadas existentes em outras regiões do Mundo. Para esta pesquisa foram realizadas entrevistas com os dirigentes de três bioindústrias do estado do Amazonas processadoras de castanha com casca para a produção da amêndoa desidratada, bioproduto predominantemente comercializado na região. Nas usinas visitadas o nível máximo de processamento dá-se de forma semi-automatizada, ainda com grande dependência do trabalho manual. As cascas das sementes resultantes geram grande volume de resíduos sem aproveitamento comercial. As usinas de beneficiamento exigem dos coletores, boas práticas de manejo e conservação, incluindo a lavagem das castanhas com hipoclorito. Estes cuidados foram relatados pelas empresas visitadas devido à preocupação com a contaminação por aflatoxinas, principal causa das dificuldades de atender aos padrões de qualidade da União Européia. Sabe-se que apenas uma empresa situada na Amazônia Boliviana que se encontra tecnologicamente na vanguarda dessa bioindústria, com quebra nozes mecânico vibratório. A mesma destaca-se, ainda, pela detecção de aflatoxinas e na avaliação de contaminações de equipamentos e pessoal diretamente envolvido na produção, contando com certificações de organismos de alto padrão de exigências internacionais. A combinação dos cuidados com a conservação dos castanhais, as boas práticas de manipulação das castanhas associadas às tecnologias avançadas de processamento e controle de aflatoxinas, são aspectos fundamentais para que esta atividade produtiva consolide um perfil sustentável e atrativo a investimentos e exportação.

INTRODUÇÃO

A castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) foi amplamente descrita na literatura científica desde os tempos de Humboldt. Pertencente à família das Lecythidaceas, apresenta 11 gêneros e cerca de 118 espécies classificadas no Brasil. Com diversas designações, a Castanha-do-Pará, Castanha-do-Brasil ou Castanha-da-Amazônia é muito apreciada pelo valor nutricional e comercial de suas

sementes (MMA/GTA/Sebrae,1998). Sua coleta ocorre predominantemente em áreas florestais naturais (Clay, 1997).

Por iniciativa do Peru e da Bolívia, em 1992, no encontro internacional sobre castanha, foi proposta e aprovada a designação de “*Castanha-da-Amazônia*”, tendo em vista sua ocorrência também naqueles países. A sinonímia estrangeira da castanha também detém importância por sua demanda internacional, a saber: “*Nuez de Brasil*” nos países latino-americanos, “*Noix Du Brésil*” nos países cujo idioma oficial é o francês, “*Brazil nuts*” ou “*Pará nuts*” nos países anglo-saxões (MMA/GTA/Sebrae,1998).

A castanha-da-Amazônia é um dos produtos da biodiversidade regional demandado por diversas iniciativas de negócios como: plantio comercial para a produção de castanhas secas e usina familiar de beneficiamento; agroindústria de pequeno porte para transformação da castanha em biscoito com castanha; “leite” e farinha de castanha, bem como, insumo para a indústria de cosméticos (MMA/GTA/Sebrae,1998; Herculano, 2014).

O fruto da castanheira, comumente chamado “ourico”, pode pesar de 500g a 1.500 g e abriga cerca de 10 a 25 amêndoas. Esta amêndoa, presente no interior da semente, é utilizada como alimento e considerada uma das proteínas vegetais das mais completas, possuindo alto valor nutritivo. É rica em cálcio e fósforo, essenciais na alimentação infantil, possui elevado índice de magnésio e potássio, minerais importantes para o equilíbrio da saúde. Pesquisas recentes descobriram também que a amêndoa é rica em selênio, mineral de ação rejuvenescedora e energética (Vilhena, 2004; Costa et. al., 2009).

A Bolívia é responsável por 70% da produção mundial de castanha-da-Amazônia (FIESP, 2016), ficando o Brasil em segundo lugar com 37% e o Peru com 13% dessa produção. A Bolívia destaca-se também em tecnologia, níveis sanitários e, principalmente, valor agregado, controlando 71% do mercado de castanha processada (Coslovsky, 2005; Tonini, 2007). É ainda, grande compradora da castanha-da-Amazônia. Isto porque, cerca de 90% das castanhas com casca extraídas no Brasil são exportadas para a Bolívia e Peru, com 17 mil toneladas por ano para os dois países. Com isso, Brasil já exportou US\$150 milhões em castanhas e nozes em 2015, conforme dados divulgados no 5º Encontro Brasileiro e 1º Encontro Latino Americano de Nozes e Castanhas (FIESP, 2016).

Segundo o IBGE (2013), em 2011 a produção nacional dessa fruta alcançou 42.152 toneladas, e o estado do Amazonas foi o seu principal produtor, atingindo 14,7 mil toneladas, correspondentes a 34,8% do total nacional. Entretanto, foi seguido de perto, pela produção acreana, que registrou 14,0 mil toneladas, correspondentes a 33,3% do Brasil. Um pouco mais distante das produções amazonense e acreana, mas com grande expressividade, o estado do Pará ocupou a terceira posição, atingindo 7,2 mil toneladas, equivalentes a 17,1% do total do país. Juntos, Amazonas, Acre e Pará foram responsáveis por 85,2% da oferta nacional em 2011, ficando os 14,8% restantes dispersos entre quatro estados produtores: Rondônia, Mato Grosso, Amapá e Roraima (Herculano, 2014).

Em 2010, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) lançou o Catálogo “Quando a Ciência é um Bom Negócio” com os resultados de projetos de inovação tecnológica das empresas contemplados pelo edital 017/2008. O objetivo do catálogo era dar visibilidade a projetos potencializados pelos recursos investidos no empreendedorismo sustentável do Amazonas. Os produtos e processos financiados pelo Programa Amazonas de Apoio à Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação em Micro e Pequenas Empresas na Modalidade Subvenção Econômica foram reconhecidos por serem iniciativas inovadoras e pelo uso de mão-de-obra e insumos locais. Entre eles, a produção de azeite extravirgem de castanha-da-Amazônia composto com óleos vegetais e ervas aromáticas, além do projeto de fitocosméticos a partir de subprodutos da castanha-da-Amazônia (FAPEAM/FINEP, 2010).

Nesse sentido, apesar de tais iniciativas e de todo potencial comercial, o mercado da castanha-da-Amazônia esbarra em problemas comuns a diversos bioprodutos de origem amazônica. Dentre os principais problemas estão: a falta de estabilidade no preço, baixo capital de giro dos extrativistas, incipiente nível tecnológico, ação do atravessador e a qualidade do produto (Silva, 2010). Conforme o enfoque deste trabalho concentrou-se esforços voltados aos aspectos tecnológicos da transformação da castanha em produto comercial.

O reduzido nível tecnológico manifesta-se desde o processo de coleta da castanha-da-Amazônia, o qual permanece inalterado há séculos, cuja estagnação contribuiu para a perda de competitividade do produto brasileiro. A forma pela qual se coleta, transporta e armazena a castanha influencia a qualidade do produto, o que faz com que as regiões produtoras enfrentem muitas dificuldades para se adequarem aos padrões tecnológicos exigidos pelos mercados compradores (Silva, 2010). O isolamento das comunidades extrativistas pelas distâncias dos castanhais reforça a fragilidade logística e acentua a ação dos atravessadores mantendo o preço baixo das castanhas nos locais onde são produzidas.

No Amazonas, os principais ‘gargalos’ da cadeia produtiva da castanha segundo a 1ª Conferência das Populações Tradicionais estão de acordo com os mesmos aspectos descritos para o estado do Acre são: primeiro, o difícil acesso aos castanhais mais distantes, onde o extrativista precisa ir cada vez mais longe floresta à dentro para coletar as castanhas; segundo, a falta de investimento para a infraestrutura de transporte e armazenamento do produto; terceiro, a oscilação no preço da castanha; quarto, a falta de práticas de manejo adequado na coleta e armazenamento que garanta a qualidade do produto; e, por fim, entre outros entraves destaca-se a falta de pesquisa no desenvolvimento de tecnologias para o setor, como por exemplo, para quebrar os ouriços e retirar as amêndoas inteiras sem ferí-las. (Amazonas, 2005).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho, foram identificadas algumas das tecnologias de transformação, em uma amostra não probabilística, composta por três empresas do interior do Amazonas que produzem castanha desidratada, produto predominantemente comercializado por empresas e cooperativas amazonenses.

A pesquisa de campo se deu nos municípios de Manicoré e Lábrea, onde identificou-se que as castanhas ali processadas são oriundas dos castanhais nativos e plantados de diversas regiões ao longo dos rios Madeira e Purus.

No período de janeiro a agosto de 2015 foram realizadas visitas técnicas em empreendimentos que processam grandes volumes de castanha-da-Amazônia, para observar o processo de transformação deste bioproduto e realizar entrevistas com os dirigentes destes empreendimentos, por meio de um questionário semi-estruturado.

No processo de levantamento dos dados foram identificados outros municípios do Estado que atuam no extrativismo e processamento de castanha, a saber: Beruri, Amaturá, Boca do Acre, Barcelos com agroindústria, e Humaitá. Assim como, outros países como a República da Guiana (antiga Guiana Inglesa), Peru e Bolívia, já mencionados anteriormente, que também atuam na extração e processamento da castanha-da-Amazônia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a pesquisa de campo nas instituições do setor, todos os anos as safras de castanha variam assim como os preços. A matéria-prima é a semente com casca comprada dos extrativistas por lata, equivale a 10 kg pelo valor de R\$24,00 (vinte e quatro reais) e a amêndoa desidratada foi vendida aproximadamente a R\$33,00/ kg (trinta e três reais) no ano de 2015.

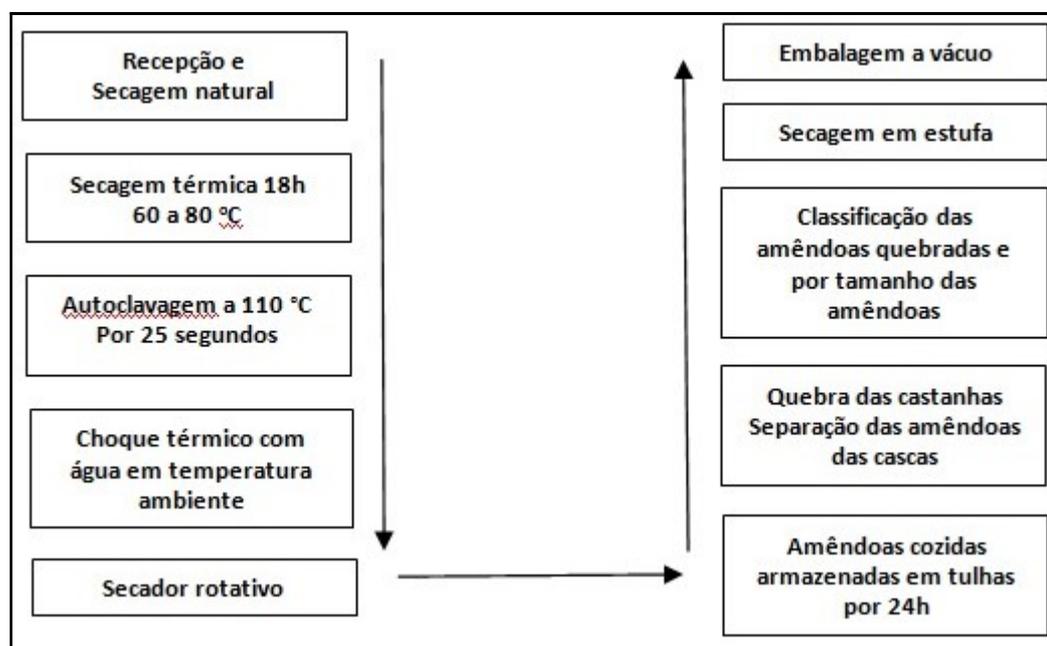
A coleta dos ouriços ocorre somente com aqueles caídos ao solo, e dá-se manualmente, um por um, com auxílio de uma vara de três pontas, onde o coletor encaixa o ouriço e o armazena num cesto ou saco de ráfia preso às costas. Após a coleta, os ouriços são amontoados em lonas no solo da floresta para que o coletor efetue o corte do ouriço e retire as castanhas, que são transportadas até a usina beneficiadora (Homma & Menezes, 2008).

Há que se destacar, o modo como é efetuado o armazenamento e o transporte da castanha reflete decisivamente na sua qualidade. Se as amêndoas são lavadas, o grão umidade, a contaminação com combustível, por fungos, ou peixe durante o transporte nas embarcações, por exemplo, precisam ser evitadas. A origem da castanha-da-Amazônia também tem grande influência na qualidade final do produto (Homma & Menezes, 2008).

O processo de beneficiamento da castanha desidratada e embalada a vácuo dá-se a partir das seguintes etapas: primeira, a cooperativa recebe a castanha lavada do cooperado, estas são postas para

secar naturalmente nos primeiros dias, e armazenadas em grandes caixas de madeira suspensas, de onde são retiradas as amêndoas para a segunda etapa, a secagem térmica de 60 a 80 °C por 18 horas. Na terceira etapa as amêndoas vão para o autoclave para a esterilização e cozimento por 25 segundos a 110 °C; e, na quarta etapa, recebem um choque térmico com água em temperatura ambiente em secador rotativo por uma hora para que a amêndoa solte da casca. As amêndoas esterilizadas e cozidas descem para um tanque chamado de tulha onde ficam por 24 horas e depois seguem para a quinta etapa, na máquina de quebra para separar as cascas das amêndoas e classificá-las por tamanho, separando-as das amêndoas quebradas. Posteriormente, seguem para a estufa, onde as amêndoas ficam de 16 à 18h a 60° C para eliminar o óleo, nesta fase a amêndoa deve ficar branca por dentro. Após esta secagem, as amêndoas são novamente classificadas em máquina selecionadora que separa as amêndoas em três tamanhos, pequenas, médias e grandes. Depois, estas seguem para uma classificação manual onde são identificadas as amêndoas quebradas ou que ainda mantém a casca fina de cor marrom. Estes funcionários trabalham com luvas e toucas. A fase final do processamento é a embalagem mecanizada a vácuo (Figura 1).

Figura 1. Fases do processamento da castanha-da-Amazônia desidratada embalada a vácuo em uma usina de beneficiamento.



Fonte: Própria.

Como se pode observar na figura 1, a maior parte das fases de processamento da castanha desidratada dá-se de forma semi-automatizada nas usinas visitadas em Manicoré, mas ainda foi possível observar grande dependência do trabalho manual nas fases de processamento, bem como o contato manual após as amêndoas serem esterilizadas.

As cascas das sementes que saem do processamento geram um grande volume de resíduos e ficam acumuladas do lado de fora do galpão das cooperativas e aos poucos são utilizadas na caldeira como material de queima para o sistema de secagem térmica das castanhas. Entretanto, o volume produzido é maior que consumo da caldeira gerando uma “montanha” de resíduos depositada na área externa na cooperativa (Figura 2).

Figura 2. Resíduos das cascas da castanha para ser utilizados na caldeira da cooperativa.



Fonte: Própria.

Numa cooperativa visitada relatou-se o interesse em transformar as cascas das castanhas em carvão vegetal, entretanto, seu representante não ofereceu maiores detalhes quanto a isso. A estratégia de aproveitamento de resíduos relatada e praticada pela cooperativa é o uso de amêndoas “não selecionadas” para a extração do óleo. Este óleo é vendido para uma empresa de Manaus (R\$20/kg) e o resíduo desta extração, o bagaço, é vendido para piscicultura (R\$0,50/kg), pois serve de alimento para os peixes. Ademais, doam parte dos resíduos das cascas das castanhas para o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM/ Manicoré) para a produção comercial de adubo para hortaliças.

Homma & Menezes (2008) avaliaram uma indústria beneficiadora de castanha em Cametá no Pará, cujos resultados evidenciaram que a cada 50 kg de castanha bruta que entra na indústria de

beneficiamento, obtém-se 20 kg de amêndoas beneficiadas prontas para exportação. Mediante esses parâmetros, pode estimar para toda a região da Amazônia Brasileira, uma perda no processamento industrial da castanha, bastante expressiva, da ordem de 60%. Este fato por si constitui-se numa variável explicativa, em que novos processos tecnológicos são sumamente importantes para maximizar a produtividade do bioproduto em questão.

Observou-se na visita técnica, a ocupação de mão-de-obra no processamento, embalagem das amêndoas e manutenção dos equipamentos. De acordo com relato do entrevistado, os gastos com aquisição de novas máquinas e equipamentos ocorre por financiamentos do Banco do Brasil; Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES e da Agência de Fomento do Estado do Amazonas – AFEAM, havendo a necessidade de contrapartida da própria cooperativa correspondente a 10% do valor do financiamento. Na cooperativa de Manicoré, por exemplo, entre 2015 e 2016 houve a aquisição de uma máquina embaladora a vácuo automática, ao custo em torno de R\$50.000,00, com previsão de adquirir uma fatiadora de amêndoas, no valor aproximado de R\$9.000,00.

A maior expectativa das empresas regionais é a exportação, embora todas tenham noção das exigências sanitárias, ambientais e certificações que o mercado externo exige. Entre outras providências a cooperativa de Manicoré espera exportar castanhas para a Europa com a obtenção de uma nova certificação de qualidade, selo perdido em 2009 por causa de auditorias *in loco* com coletores onde foi identificado que estes não seguiam boas práticas na coleta das castanhas. A ausência de boas práticas de coleta reprova o produto por ser um forte indício de contaminação microbiológica, sobretudo, por favorecer o aparecimento de fungos produtores de aflatoxinas, substâncias altamente cancerígenas e que não são eliminadas em processos de esterilização biológica.

Além dessa contaminação, outras de natureza biológica, física e química podem ocorrer na pós-colheita e durante o processamento da castanha. Esses riscos estão relacionados à prolongada exposição da castanha a fatores ambientais na floresta e às condições de transporte e de manipulação na indústria processadora (Silva, 2014). Uma das empresas no município de Manicoré recebe a produção via fluvial, pois a usina está localizada à margem do rio Madeira, facilitando a recepção da matéria-prima, e diminuindo o tempo em que as castanhas ficam embaladas e úmidas nos porões dos barcos.

Atualmente, as usinas de beneficiamento de castanha exigem que os coletores trabalhem com boas práticas de manejo e conservação, incluindo a lavagem das castanhas com hipoclorito. Estes cuidados foram relatados nas pesquisas de campo nas empresas visitadas.

Silva (2014) avaliou a qualidade de castanhas-do-brasil em diferentes etapas ao longo do processamento industrial, desde o início do processo com a castanha *in natura*, na fase intermediária com a castanha *dry* e na fase final com as amêndoas desidratadas. A composição nutricional foi mantida ao longo do processamento, com predominância do ácido graxo linolênico (ômega-6) nas amostras. O índice de acidez da fração lipídica apresentou resultados satisfatórios, que se encaixam dentro dos limites da legislação vigente para óleos brutos extraídos a frio, com $2,20 \pm 0,84$, $2,48 \pm 0,97$ e

0,18±0,07 mg KOH/g de óleo para a castanha *in natura*, *dry* e amêndoa desidratada respectivamente. O índice de peróxido da fração lipídica nas amostras *in natura* apresentaram média de 0,018±0,010 mmol/kg, *dry* 0,032±0,011 mmol/kg e na amêndoa desidratada 0,044±0,011 mmol/kg. Mesmo com o aumento do teor de hidroperóxidos em função do processamento, todas as amostras estavam dentro dos padrões estabelecidos na legislação brasileira. Os resultados para absorvância em luz ultravioleta a 232 nm corroboram os resultados da formação de peróxidos, com diferença significativa entre as amostras. Os valores apresentados pelas castanhas *in natura*, *dry* e amêndoa desidratada foram de 2,14±0,28, 1,60±0,47 e 3,08±0,37 E1% 1 cm, respectivamente. Apesar das diferenças entre indicadores do estado oxidativo das amostras, não houve diferença significativa na estabilidade oxidativa da fração lipídica, quantificada pelo período de indução em Rancimat, cuja média foi de 4,29 horas. A composição em ácidos graxos das amostras também foi similar, sem diferenças significativas entre grupo de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Em todas as amostras os resultados para coliformes em termos de *E. coli* foram menores que 1 NMP/g, e ausência de *Salmonella*. Entretanto, elevados índices de contaminação por aflatoxinas foram encontrados. Apenas 5 das 24 amostras estavam dentro dos limites estabelecidos nas legislações brasileira e da União Européia. Contudo, a presença de contaminação por aflatoxinas nas amostras de amêndoas desidratadas, foi reduzida significativamente, após as etapas de seleção e classificação das castanhas.

No levantamento por procedimentos mais modernos praticados no processamento de castanhas-da-Amazônia identificou-se em Cobija, na Bolívia, uma empresa que emprega uma combinação de vapor a alta pressão, quebra nozes mecânico vibratório e uso de nitrogênio líquido. Esse processo dispõe de certificação, garantindo que a castanha está livre de contaminações (HOMMA & MENEZES, 2008). Segundo dados da *Corporación Interamericana de Inversiones* (CII/ BID, 2004) membro do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, a planta industrial de processamento desta empresa está na vanguarda na detecção de aflatoxinas em castanhas amazônicas, bem como, na avaliação de contaminação bacteriana nos equipamentos e funcionários que mantém contato com as amêndoas, cujos resultados são verificados periodicamente em laboratório certificados na França e Alemanha.

O processo de controle de qualidade da empresa boliviana em questão é objeto permanente de auditorias por parte de seus clientes internacionais, cujos requisitos de controle de qualidade os impede de comprar castanhas amazônicas caso a matéria-prima não passe na inspeção. Outra estratégia importante desta empresa ocorre na coleta da matéria-prima ao proporcionar assistência técnica aos coletores de castanhas. Esta assistência é fornecida por meio de formação, de construção de galpões temporários e de fornecimento de material de transporte para assegurar que a matéria-prima seja armazenada de forma segura e em boas condições de ventilação até que possa ser transportada para a unidade de transformação. É uma das duas empresas bolivianas que vendem castanha orgânica certificada pela Associação Organic Crop Improvement dos Estados Unidos e pelo Instituto de Marketology da União Européia (CII/ BID, 2004).

As castanhas descascadas produzem um volume considerável de cascas, que são temporariamente armazenados perto da planta de processamento, como observado também nas empresas locais. Parte das cascas é utilizada como combustível para a usina que gera vapor para limpar as castanhas e o restante será usado no novo projeto de geração de eletricidade a partir de biomassa. O alto poder calorífico das cascas representa um potencial significativo de energia. Resíduos de laboratório, tais como lâminas de microbiologia, são autoclavados e em seguida, descartados, em embalagens seladas (CII/ BID, 2004).

A falta de matéria-prima constitui a grande limitação para o funcionamento da indústria de castanha, daí a necessidade de adquirir o máximo de castanha durante o curto período da safra (Homma & Menezes, 2008). Assim, juntamente com as estratégias de agregação de valor à castanha como bioproduto, está a continuidade dos castanhais para atender aos aspectos de regularidade de estoques e manutenção da produção.

Experiências acumuladas ao longo dos anos indicam que coletas de recursos genéticos requerem alternativas de conservação sustentáveis, que reduzam perdas de acessos por pressões bióticas e abióticas e, possibilitem o uso e a valoração da diversidade genética por meio de procedimentos de avaliação, caracterização e utilização das amostras de populações naturais resgatadas. Neste sentido, a Embrapa Amazônia Ocidental, em parceria com a Embrapa Acre e com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, atua em pesquisas objetivando a conservação e uso de recursos genéticos de espécies vegetais nativas da Amazônia, entre elas a castanheira.

A maior parte da produção de castanhas-da-Amazônia sempre dependeu da coleta de frutos dos castanhais nativos. Atualmente a produção concentra-se na região norte, sendo responsável por 95% da produção nacional e praticamente todo esse volume vem do extrativismo. Ainda assim é importante registrar que cerca de 2% da produção nacional é proveniente de áreas cultivadas. No entanto, ainda são muitos os desafios para tornar a castanheira uma planta cultivada e aumentar a produção de frutos, tais como: conhecer a fenologia da planta, a biologia floral, para assegurar a ocorrência de polinização. Além disso, é necessário que a planta não apresente déficit de macro e micronutrientes, que não haja problemas fitossanitários, e que se tenham condições edafoclimáticas favoráveis (Homma, et al., 2014; Maués et al., 2015).

O banco ativo de germoplasma da Embrapa Oriental atua na conservação e documentação da coleção de germoplasma de castanheira do Brasil com um plano de ação que envolve três atividades a serem desenvolvidas pelas Unidades da Embrapa nos Estados do Pará, Amazonas e Rondônia que se propõem a dar continuidade às atividades de coleta, conservação e caracterização de germoplasma de espécies frutíferas nativas da Amazônia. No caso específico da castanheira as atividades se concentram, basicamente, na multiplicação de acessos existentes na Coleção de Clones de Castanheira-do-brasil da Embrapa Amazônia Oriental que estão implantados em área que, atualmente, não permite assegurar a conservação. Os acessos serão propagados por enxertia e implantados no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, em Tomé-Açu, Pará. Diversas outras frutíferas

que estão organizadas em coleções diversificadas, existentes na Embrapa Amazônia Ocidental e na Embrapa Rondônia também serão objetos de atividades concernentes à conservação, ampliação e caracterização (Homma et al., 2014).

Propor soluções para superar os gargalos das cadeias produtivas e torná-las sustentáveis ampliando a sua rentabilidade requer um conjunto de estratégias e o envolvimento de seus diversos atores. Com base nos indicadores analisados por Alvarenga & Reid (2014), para tornar os negócios da biodiversidade e outras atividades produtivas sustentáveis mais atrativas economicamente são recomendáveis estratégias que visem promover a interação entre diferentes atividades produtivas, comunidades produtoras e demais atores da cadeia produtiva; capacitar produtores e lideranças locais em boas práticas de manejo e gestão; ampliar o acesso às informações de mercado entre produtores e suas organizações; facilitar o acesso aos financiamentos de baixo custo e não-reembolsáveis; qualificar a estrutura de produção, beneficiamento, armazenamento e comercialização a partir de inovações tecnológicas se possível, de baixo custo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se a partir destas reflexões, o caráter multidisciplinar e multissetorial das estratégias em torno da agregação de valor de um produto reconhecido pelo mercado, mas que ainda prescinde de tecnologias, planejamento estratégico e investimentos. Tendo como foco deste trabalho as tecnologias em torno da castanha, é importante destacar que as inovações tecnológicas devem ser primeiramente um mecanismo para que as empresas possam contribuir na mitigação de desigualdades e na conservação ambiental. Juntamente com Sachs (2012), defende-se que o conceito de inovação precisa ser mais amplo e capaz de contemplar os reais objetivos do desenvolvimento com visão de futuro.

Na Região Amazônica, além do restrito acesso à educação básica e profissionalizante, a assistência técnica e extensão rural são insuficientes e muitas vezes inadequadas. Isso reflete no limitado acesso ao conhecimento sobre boas práticas para o uso sustentável de recursos naturais e eficiência dos processos produtivos, assim como na falta de gestão de atividades produtivas e de organizações como associações e cooperativas.

Soluções de baixo custo e impacto ambiental são essenciais para suprir as demandas de infraestrutura. No entanto, faltam inovações tecnológicas e incentivos com estas características, que possam contribuir para maior rentabilidade (Alvarenga & Reid, 2014), como: alternativas de transporte terrestre, de pequeno porte adaptado para a carga; combustíveis menos poluentes, de fácil aquisição e baixo custo; confecção de materiais, instrumentos e ferramentas ou instalações físicas com uso sustentável de materiais locais para a coleta, beneficiamento ou armazenamento; técnicas para reduzir o volume ou aumentar a durabilidade dos produtos para facilitar o transporte e/ou armazenamento, entre outras.

Vale ressaltar que investimentos exclusivamente em infraestrutura não são suficientes para gerar resultados melhores em produtividade e rentabilidade se estiverem desarticulados de ações que ampliem a sustentabilidade ambiental e social necessárias às atividades produtivas que contribuam para a manutenção da floresta em pé.

As inovações tecnológicas a serem priorizadas devem respeitar critérios sociais, contribuir com a geração e distribuição de renda, e do ponto de vista ambiental buscar a conservação e a sustentabilidade; e, por último, ter viabilidade econômica. O exemplo da Bolívia que lidera o mercado mundial, seja em tecnologia e qualidade sanitária gerando maior valor de mercado, deve ser o *benchmark* para a produção na Amazônia.

Finalmente, esta pesquisa permitiu corroborar, para a indústria do bioproduto em tela, o que Sachs (2012), já recomendara: a necessidade de políticas governamentais com condições de estímulo e créditos preferenciais para pequenas empresas que inovem e respeitem os critérios sociais, ambientais e econômicos apoiadas por uma rede de cooperação técnico-científica regional, nacional e internacional para promover respostas e formular estratégias de desenvolvimento realmente sustentáveis e incluídas.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, F. R. P.; REID, J. Viabilidade econômica de negócios sustentáveis da biodiversidade em áreas protegidas. Conservation Strategy Fund. Conservação Estratégica. Série técnica. Edição 30. Outubro, 2014.

AMAZONAS, Governo do Estado. Cadeia produtiva da castanha-do-Brasil no estado do Amazonas. Série Técnica Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 3 – Manaus: SDS, 2005.

CLAY, J. W. Brazil nuts. The use of a keystone species for conservation and development. In C. H. FREESE (Ed.): Harvesting wild species. Implications for biodiversity conservation: 246-282. The John Hopking University Press, Baltimore.1997.

CORPORACIÓN INTERAMERICANA DE INVERSIONES - CII. Miembro del Grupo BID. Tahuamanu S.A. Disponível em: <<http://www.iic.org/es/proyectos/project-disclosure/bo1023c-01/tahuamanu-sa>> Acesso em 29 de março de 2017.

COSLOVSKY, S. V. Determinantes de sucesso na indústria da castanha – como a Bolívia desenvolveu uma indústria competitiva enquanto o Brasil ficou para trás. Rio de Janeiro, Ebape, 2005. 21p.

COSTA, J. R.; CASTRO, A. B. C.; WANDELLI, E. V.; CORAL, S. C. T.; SOUZA, S. A. G. Aspectos silviculturais da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. Acta Amazônica. Vol. 39 (4) 2009: 843 – 850.

FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DO AMAZONAS/ Finep. “Quando a Ciência é um Bom Negócio”. Mostratec. Manaus, 2010. 69 p.

HOMMA, A. K.; MENEZES, A. J. E. A. Avaliação de uma Indústria Beneficiadora de Castanha-do-Pará, na Microrregião de Cametá, PA. Comunicação técnica 213. Belém: Embrapa, setembro de 2008.

HOMMA, A. K.; MENEZES, A. J. E. A.; MAUÉS, M. M. Castanheira-do-pará: os desafios do extrativismo para plantios agrícolas. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Ciênc. Nat., Belém, v. 9, n. 2, p. 293-306, maio – ago. 2014.

HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. Avaliação de uma indústria beneficiadora de castanha-do-pará, na microrregião de Cametá, PA. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 10 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 213). In: HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 210 – 220.

HERCULANO, F. E. B. Produção industrial de cosméticos: o protagonismo da biodiversidade vegetal da Amazônia. Tese de Doutorado. Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. 145 p. 2013.

MAUÉS, M. M.; CRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; CAVALCANTE, M. C.; SANTOS, A. C. S. A castanha-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização. Fundo Brasileiro para a Biodiversidade. Rio de Janeiro: Funbio, 2015. 84 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL (MMA), GRUPO DE TRABALHO AMAZÔNICO (GTA) e SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Produtos Potenciais da Amazônia – Brasília, 1998. 88p.

PEREIRA, H. S. et al. Manejo agroecológico da castanha-do-Brasil: as experiências no estado do Amazonas. In: FRAXE, T. J. P.; MEDEIROS, C. M. (Org.). Agroecologia, extensão rural e sustentabilidade na Amazônia. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 2008, v. 01, p. 203-217.

SCOLES, R.; GRIBEL, R.; KLEIN, G. N. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. Nat., Belém, v. 6, n. 3, p. 273-293, set.-dez. 2011.

SACHS, I. Entrevista. Cadernos do Desenvolvimento, Rio de Janeiro, v. 7, n. 11, p. 196 – 211, jul./dez. 2012 a.

SILVA, S. M. P. Estado e políticas públicas no mercado de castanha-do-brasil no Estado do Acre: uma análise pela abordagem do desenvolvimento local. *Revista IDeAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade*, Rio de Janeiro – RJ, v. 4, n. 1, p. 103-128, jun./jul. 2010.

SILVA, A. F. Efeito das etapas de processamento sobre a qualidade de castanhas-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.): avaliação da fração lipídica e contaminação por aflatoxinas. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". Piracicaba, SP. 2014. 95 p.

TONINI, H. *Castanheira-do-brasil: uma espécie chave na promoção do desenvolvimento com conservação*. Boa Vista: EMBRAPA-Roraima, 2007.

VILHENA, M. R. Ciência, tecnologia e desenvolvimento na economia da castanha-do-brasil- A transformação industrial da castanha-do-brasil na COMARU-Região Sul do Amapá. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2004, Campinas -SP, 149 p.

Apêndice G – Esboço do artigo sobre o processamento do cupuaçu em uma agroindústria no interior do Amazonas comparado ao processamento do cacau.

Comparação das tecnologias da bioindústria do cupuaçu *Theobroma grandiflorum* com processos tecnológicos de transformação do cacau *Theobroma cacao*.

1. Introdução

Dentre as frutas que vem sendo cultivadas no Estado do Amazonas e merecem atenção sob o ponto de vista agroindustrial destacam-se o cupuaçu, o abacaxi, o limão Tahiti e as limas ácidas, como as mais expressivas, devido à adaptabilidade ao clima e solos da região, assim como o valor comercial de seus produtos (Suframa, 2001). O fruto do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.) é bastante valorizado por ser utilizado em diversos segmentos da agroindústria. As características organolépticas de sua polpa, e propriedades favoráveis como matéria-prima para industrialização têm sido responsáveis por um interesse cada vez maior na sua exploração por parte dos diversos segmentos da cadeia produtiva inclusive em outros países.

Com uma produção superior a nove milhões de frutos, dados registrados pelo Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas, destacam-se os municípios de Itacoatiara/ Novo Remanso, Manacapuru, Presidente Figueiredo, Careiro, Autazes e Humaitá (ISAE/FGV/Suframa, 2003; IDAM, 2015).

O cupuaçu é um produto perecível, há que se considerar que o mercado local não absorve toda a produção de frutos frescos, o que torna o processamento essencial, principalmente porque as distâncias das regiões produtoras e as questões logísticas levam a perdas desta matéria-prima (Anderson, et al., 2002). Assim, os principais produtos provenientes da agroindústria do cupuaçu são a polpa da fruta pasteurizada e congelada, o óleo vegetal ou manteiga de cupuaçu e a “torta” obtidos a partir do processamento da semente.

A polpa de cupuaçu é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do cupuaçu através de processo de despulpamento manual ou mecânico separando-o da semente. Existem de 15 a 50 sementes por fruto. Determinações visando a fabricação de chocolate mostraram que de cada 100 g de sementes frescas de cupuaçu pode-se obter 45,5 kg de sementes secas, 42,8 kg de

sementes torradas e 31,2 kg de amêndoas sem casca. A prensagem destas amêndoas pode produzir 13,5 kg de manteiga de cupuaçu. A manteiga do cupuaçu é empregada pela indústria de cosméticos na fabricação de shampoo, condicionador, creme para cabelo, dentre outros produtos. As cascas do fruto têm grande utilidade como adubo; possuem 0,72% de nitrogênio, 0,04% de fósforo e 1,5 % de potássio em relação ao peso seco, sendo, portanto bastante ricas em potássio (ISAE/FGV/Suframa, 2003).

O subproduto da semente do cupuaçu denominado como “torta” é a parte sólida obtida da torrefação, seguida por prensagem mecânica da qual se retira 80% do óleo total da semente. A composição físico-química da torta varia conforme o processamento, além do tempo em que a mesma é submetida às etapas de beneficiamento. Em geral, a torta possui qualidades nutricionais que podem ser exploradas na composição de rações para animais como ruminantes (Pereira, 2009; Silva, 2016).

Entre as gorduras que vêm sendo bastante estudadas para a substituição parcial à manteiga de cacau, destaca-se a gordura de cupuaçu, tanto para a indústria de cosméticos por suas propriedades emolientes, quanto para a indústria alimentícia. Um estudo determinou por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC), as transições polimórficas da gordura de cupuaçu neutralizada, proveniente de Manaus, AM, Brasil, e de manteiga de cacau desodorizada, resultante da mistura entre manteigas de cacau do Brasil (30%), da África do Sul (30%) e da Indonésia (40%). Os resultados das análises térmicas mostraram que o comportamento polimórfico da gordura de cupuaçu é muito próximo ao da manteiga de cacau. Essa semelhança sugere que o uso do processo tradicional de temperagem para chocolates com manteiga de cacau pura pode também ser usado em chocolates e compounds, produzidos com substituição parcial ou total da manteiga de cacau pela gordura de cupuaçu, respectivamente (Lucas & Kieckbusch, 2006).

A similaridade entre amêndoas de cupuaçu e cacau tem despertado interesse científico, pois a partir das sementes de cupuaçu fermentadas e torradas podem ser obtidos produtos análogos ao chocolate e achocolatados de excelente qualidade em termos de sabor (Lopes et al., 2003).

Neste contexto, este trabalho descreve o processamento do cupuaçu para a produção da manteiga, da torta e do pó desengordurado conhecido popularmente como cupulate, comparando tecnologias utilizadas nesta bioindústria com as tecnologias de processamento de produtos análogos na

indústria do cacau, visando identificar processos tecnológicos que representem melhorias aplicáveis na solução de problemas associados à bioindústria do cupuaçu no Amazonas.

2. Material e métodos

Tendo como foco deste trabalho as tecnologias de processamento e transformação de bioprodutos do cupuaçu, a coleta de dados foi realizada numa agroindústria do município do Careiro em julho de 2017. Foram realizadas entrevistas com o proprietário e encarregado da produção. Além de observação direta dos procedimentos e equipamentos em uso nas dependências do empreendimento. Atualmente, esta empresa processa a semente do cupuaçu para produção de torta, manteiga e pó para achocolatado (cupulate), sobre os quais foi mantido o enfoque para a descrição do processamento e das tecnologias.

A descrição e comparação do processamento dos produtos do cacau foram realizadas a partir de levantamento bibliográfico em literatura especializada.

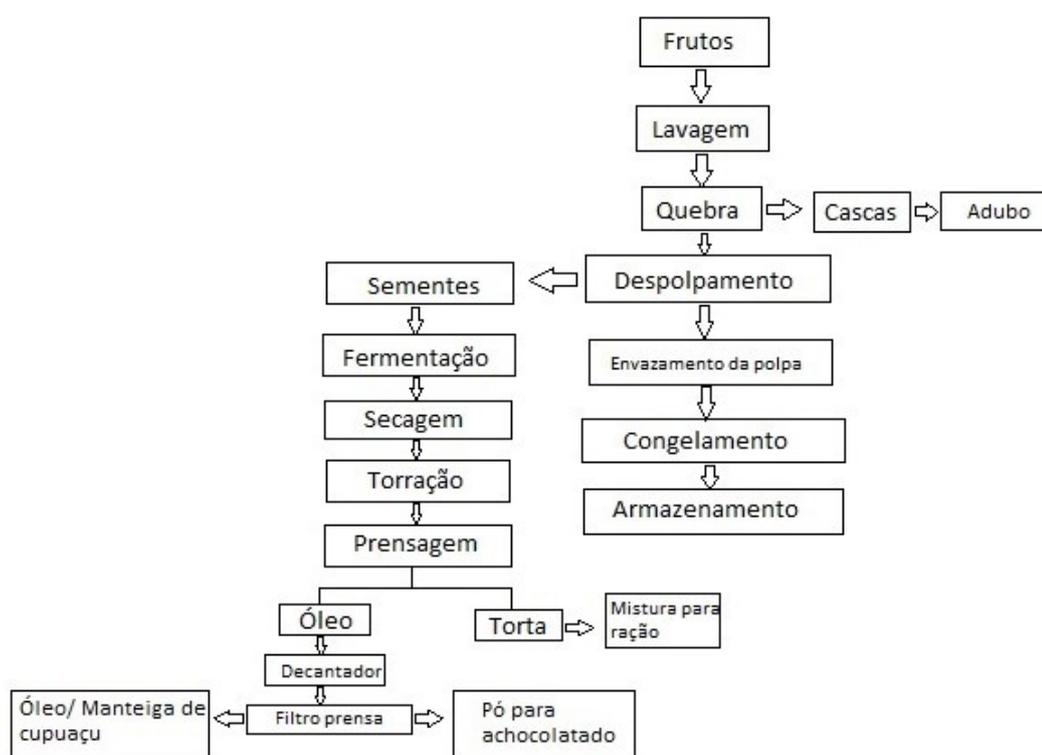
3. Resultados e discussão

Com a finalidade de comercializar principalmente manteiga de cupuaçu, torta e pó para achocolatado (cupulate), a agroindústria pesquisada compra sementes frescas e congeladas de diversas regiões do estado, onde a semente fresca é comprada a R\$0,40/ kg e a semente seca é comprada a R\$1,50/kg, a semente seca tem mais valor agregado, pois estas não requerem o tratamento das primeiras etapas do processamento da semente fresca, a fermentação e a secagem. A maior parte destas sementes é proveniente das agroindústrias de polpas de frutas.

Na figura 1, temos o fluxograma com as etapas de processamento do fruto do cupuaçu para a obtenção da polpa, da manteiga de cupuaçu, do pó para achocolatado e da torta. Este processo compreende a recepção e lavagem dos frutos, seguido pela quebra da casca para retirar as sementes onde está aderida a polpa do fruto. A polpa é retirada manualmente com uso de uma tesoura para separá-la da semente, pode ser retirada de forma mecânica por uma máquina despulpadeira. Após o despulpamento, a polpa segue para o envazamento, congelamento e armazenagem em câmaras frigoríficas ou freezers. As sementes que saem do despulpamento, são postas para fermentar em

engradados plásticos (Figura 2) por uma semana, em seguida são espalhadas em estufas para secagem natural por 15 dias (Figura 3). Depois de secas, as sementes são torradas e prensadas para a retirada do óleo e do substrato sólido chamado de torta. O óleo passa pelo processo de decantação de onde segue para a filtragem no filtro prensa. A partir desta etapa se obtém o óleo que é armazenado em tambores plásticos, tornando-se viscoso em temperatura ambiente origina a manteiga de cupuaçu. Os sólidos que ficam retidos no filtro prensa originam o pó para achocolatado,

Figura 1. Fluxograma dos processos de transformação do fruto do cupuaçu.



Fonte: Adaptado de ISAE/FGV/SUFRAMA (2003).

A manteiga de cupuaçu obtida do processamento é comercializada para indústrias de cosméticos nos estados de São Paulo, Pará e Paraná. No último ano a empresa visitada vendeu 3 toneladas de manteiga de cupuaçu, sendo hoje o principal produto comercializado por ela. O dirigente informou que o lucro obtido é investido em inovação e melhorias de processos e produtos, embora não tenham sido adquiridos novos equipamentos, a perspectiva manifestada pela agroindústria é o desenvolvimento do cupulate em barra, devido a produção do pó para cupulate ser um processo praticado pela empresa.

3.1 Tecnologias de pré-processamento das sementes de cupuaçu

Na agroindústria pesquisada predominam os processos de transformação a partir das sementes, como descrito anteriormente.

As sementes são recebidas despulpadas e postas para fermentar para diminuir a acidez do óleo em engradados plásticos de 30 kg por 5 a 7 dias, ao abrigo da chuva e cobertas por lonas plásticas à temperatura ambiente que pode chegar a 60 °C (Figura 2). As sementes são revolvidas duas vezes por dia de um engradado para outro.

Figura 2. Ambiente e recipientes em que as sementes de cupuaçu ficam armazenadas na fase de fermentação na agroindústria visitada.



Fonte: Própria.

A fermentação das sementes constitui importante etapa de seu processamento e ocorre pela ação da atividade microbiana sobre os resíduos de polpa gerando produtos metabólicos como álcool e ácidos, o calor gerado resulta em transformações físicas, físico-químicas e estruturais, que contribuirão para a qualidade do produto final, principalmente nos aspectos relacionados a sabor (Schwan, 1996). Segundo Mattietto (2001), para um correto processo de fermentação devem ser considerados fatores simples como o sistema onde ocorrerá o processo, a temperatura ambiente e da massa de sementes, pH, acidez, tempo do processo, revolvimentos, microflora entre outros.

Num estudo realizado por Souza et al. (2016) para otimização dos processos de fermentação de sementes de cupuaçu, fez-se a adição de xarope de açúcar a 30% na quantidade correspondente a 1% do peso do lote, fez-se o revolvimento para homogeneização do xarope com as sementes. A adição do xarope de açúcar não ocorre na etapa de fermentação observada na empresa visitada. Embora não

haja evidências de que esta inclusão acelere o processo fermentativo, pois o trabalho de Souza et al. (2016) não encontrou alterações importantes quanto à temperatura, pH, acidez, umidade, absorção de água e cor, de modo a comprovar a eficiência tanto das estruturas quanto da condução e ingredientes dos processos fermentativos.

Diversos trabalhos condensam a relevância dos tratamentos pós-colheita, como a fermentação na mudança dos polifenóis totais e no teor de antocianinas do cacau, influenciando os níveis de amargor, adstringência e cor no desenvolvimento de chocolates. No trabalho de Afoakwa et al. (2012) investigando mudanças em polifenóis e concentrações de antocianinas durante a fermentação do cacau ganês, avaliou-se três processos pós-colheita para o tratamento de cacau fresco antes da fermentação, armazenamento da polpa, debulhador mecânico e debulhador enzimático. Os processos de fermentação e armazenamento da polpa diminuíram o teor de polifenólicos de grãos de cacau, mas as taxas de diminuição dependeram mais do tempo de fermentação (6 dias), o armazenamento além de 7 dias levou a uma redução drástica dos polifenólicos. Da mesma forma, o teor de antocianinas diminuiu 90% no quarto dia de fermentação, após esse período pequenas alterações foram observadas até o final da fermentação. O armazenamento causou diminuições insignificantes no conteúdo de antocianinas.

Estas mudanças nos tratamentos pós-colheita podem melhorar a qualidade e o sabor final do pó para preparo do cupulate ao alcançar sementes de cupuaçu com características físicas e químicas desejáveis pela indústria de alimentos de modo a agregar valor ao produto.

A segunda etapa de processamento é a secagem natural, as sementes de cupuaçu são expostas ao sol em estufas artesanais por 15 a 20 dias (Figura 3). Ocorrem severas perdas nestas fases de beneficiamento, por exemplo, de 30 kg de sementes que entram nas fases de fermentação e secagem, resultam em apenas 9 kg de sementes que seguem para as demais fases do processamento.

Figura 3. Estufas artesanais para a secagem das sementes de cupuaçu na agroindústria visitada.



Fonte: Própria.

Para o cacau utiliza-se também a secagem artificial. A utilização de secadores tendo como fonte de calor a queima de lenha, gás e diesel é uma necessidade principalmente durante a época chuvosa ou ainda durante a maior concentração da safra. A secagem artificial requer cuidados especiais, pois a temperatura deve subir lentamente sem ultrapassar 55°C , mantendo-se por todo período de secagem, em torno de 30 horas. Temperaturas altas e bruscas torram as amêndoas tornando-as quebradiças, prejudicando assim a qualidade do cacau (Silva Neto, 2001).

Tradicionalmente, numa região produtora de cacau da Bahia, a secagem artificial vem sendo feita através do secador tubular que embora seja eficiente tem custo elevado. Basicamente consiste em uma construção de alvenaria tendo uma câmara de calor, no interior da qual fica um tubo de ferro que transmite o calor produzido pela queima de lenha em uma fornalha. Acima da câmara de calor fica o lastro de secagem. Em consequência do alto custo do secador tubular e mediante a necessidade da secagem artificial, foram projetados outros tipos de secadores, principalmente em função das exigências do pequeno produtor (Silva Neto, 2001).

O cacau, assim como o cupuaçu, está sujeito a processos pós-colheita de grande importância como a fermentação e a secagem, pois estes precisam ser melhorados para se obter um produto de alta qualidade. Gil (2016) verificou a influência da enzima pectina liase no processo pós-colheita do cacau, foram avaliadas dosagens enzimáticas (1% e 5%) na fermentação e seu efeito sobre a temperatura, acidez, e tempo de secagem por convecção a 60°C . A atividade da pectina liase durante fermentação não causou efeito significativo nas variáveis temperatura e acidez, entretanto, o tempo de secagem

necessário para atingir 7% de umidade foi reduzido, onde a dosagem de 1% da enzima obteve o melhor resultado porque promoveu o enfraquecimento da casca da semente, o que permitiu uma fermentação adequada e subsequente redução no tempo de secagem até 10,8 horas.

O uso de enzimas, a exemplo das pectinas liases (Gil, 2016) poderiam favorecer os processos de fermentação e secagem ao acelerar estas fases e, com isso, reduzir as perdas de sementes de cupuaçu obtendo melhor rendimento do produto final.

3.2 Tecnologias no processamento das sementes de cupuaçu e de cacau

As sementes secas seguem para a terceira etapa, a torrefação, estas devem ser aquecidas a 60 °C por 1 hora; depois de torradas as sementes são prensadas na quarta etapa do processo, obtendo-se dois subprodutos, o óleo e a torta. Estes processos são automatizados por máquinas específicas para estas finalidades.

A torrefação é uma das operações importantes da unidade nas indústrias de cacau, a fim de desenvolver um sabor único nos produtos. Zzaman (2017) submeteu grãos de cacau à torrefação em diferentes temperaturas e tempos usando vapor superaquecido. A influência da temperatura de assar (150-250 ° C) e do tempo (10-50 min) em açúcares, aminoácidos livres e compostos aromatizantes voláteis foram investigados. Como resultado, a concentração de açúcares redutores totais foi reduzida em até 64,61, 77,22 e 82,52% com temperatura de torrefação aumentada a 150, 200 e 250 ° C durante 50 minutos, respectivamente. Os aminoácidos hidrofóbicos foram reduzidos até 29,21, 36,41 e 48,87% com temperatura de torrefação aumentada a 150, 200 e 250 ° C durante 50 minutos, respectivamente. Foram detectadas várias pirazinas, ésteres, aldeídos, álcoois, cetonas, ácidos carboxílicos e hidrocarbonetos em todas as amostras em diferentes concentrações. A formação dos compostos ativos mais saborosos, pirazinas, foi a concentração mais elevada (2,96 mg kg⁻¹) a 200 ° C durante 10 minutos. Portanto, a qualidade dos grãos de cacau pode ser melhorada usando vapor superaquecido durante o processo de torrefação.

O óleo proveniente desta prensagem segue para a quinta etapa, num tanque decantador, o material decantado segue para um filtro prensa onde se separa novamente o óleo agora isento de partículas sólidas, obtendo-se o pó que vai compor o cupulate. E o óleo puro é armazenado em

tambores plásticos a temperatura ambiente gerando a manteiga ou gordura de cupuaçu. Depois segue para distribuição e comercialização para indústrias do segmento de cosméticos.

Segundo Luccas (2001), o avanço das técnicas de modificações de óleos e gorduras, o desenvolvimento de novas matérias-primas para substituir a manteiga de cacau e as considerações tecnológicas favoráveis dessas gorduras tem chamado a atenção dos fabricantes de chocolate. A modificação pode constituir uma mistura de duas ou mais matérias-primas diferentes, a aplicação de métodos químicos, como a hidrogenação e interesterificação, métodos bioquímicos como a interesterificação enzimática ou métodos físicos como o fracionamento térmico, estas modificações podem ser aplicadas isoladamente ou em conjunto (Azevedo, 2001).

Luccas (2001) ao estudar o fracionamento térmico e a obtenção de gorduras de cupuaçu como alternativa à manteiga de cacau para a fabricação de chocolate, concluiu que essas gorduras podem ser utilizadas com sucesso, contribuindo com até 5% no peso total da formulação, sem alterar as características físicas e sensoriais do produto.

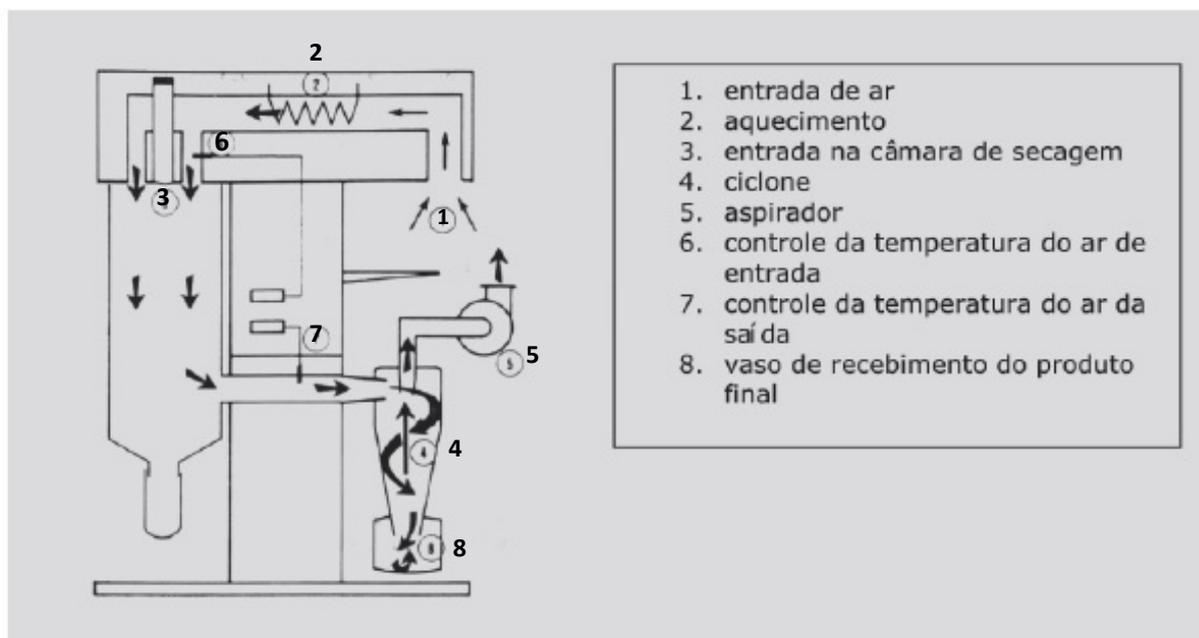
3.3 As gorduras de cupuaçu e cacau: alternativas tecnológicas e possibilidades de negócios.

No trabalho de Cohen & Jackix (2009) foram realizadas caracterizações químicas e físicas da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau para avaliar as diferenças entre ambas, buscando conhecer tais características para a substituição parcial da manteiga de cacau, pois esta é um dos ingredientes de alto custo na formulação do chocolate. As diferenças encontradas nas características químicas e físicas entre as gorduras de cupuaçu e a manteiga de cacau podem influenciar em parâmetros de processos aplicados para a produção de alimentos. E dependendo do tipo de aplicação que a gordura de cupuaçu seja destinada, como na substituição parcial à manteiga de cacau para a formulação do chocolate, esta pode alterar as características físicas do produto devido a sua maior maciez. Entretanto, há processos tecnológicos que podem alterar essa gordura, como a hidrogenação, a interesterificação e fracionamento, tornando-a mais apropriada a essa aplicação.

O pó desengordurado proveniente do processamento das sementes de cupuaçu foi objeto de formulação de achocolatados por Lannes & Medeiros (2003), com a substituição do cacau em pó pelo cupuaçu, a partir do processamento por *spray-dryer* (Figura 4) para promover instantaneização. Os

spray-dryers promovem a secagem rápida de soluções, suspensões e substâncias pastosas, sendo obtido um produto seco e pulverizado. O achocolatado acrescido de água (concentrado) passa pelo *spray-dryer* formando glóbulos de pequeno diâmetro que são arrastados pela corrente de ar quente.

Figura 4. Esquema do *spray-dryer* e do fluxo do ar de secagem.



Fonte: Adaptado de Lannes & Medeiros (2003).

Nos resultados alcançados por Lannes & Medeiros (2003) com relação ao processamento utilizando-se *spray-dryer* obteve-se rendimento de processo em torno de 20%, uma vez que se observou a instantaneização do produto. Para o preparo de produtos em pó, não só alimentícios, mas, principalmente, os farmacêuticos, este processo mostra-se eficaz, sendo que o custo torna-se irrelevante dependendo da instalação industrial e do produto comercializado.

Conforme descrito anteriormente, atributos saborosos como intensidade de sabor, amargor, adstringência e acidez são atribuídos à fermentação, secagem e torrefação dos grãos. A fermentação é caracterizada pela produção de ácidos orgânicos (ácido acético e ácido láctico) que são particularmente importantes na definição de qualidade na fabricação do cupulate. A produção bacteriana e a degradação do ácido acético durante a fermentação é importante para curar a semente de cupuaçu e precursor no desenvolvimento de sabor. No entanto, um excesso de ácido acético provoca um efeito adverso no sabor de cupuaçu. Assim, métodos rápidos para monitorar a fermentação e a torrefação são

importantes na otimização da fabricação dos produtos de cupuaçu, seja para fins alimentícios ou farmacêuticos (Figueiredo et al., 2006).

Os fatores determinantes da qualidade do cacau produzido no Brasil estão associados à sua origem, rastreabilidade, certificações como, orgânicos, Rainforest Alliance, Fair for Life, sustentabilidade, indicação geográfica e outras formas de diferenciação, como por exemplo, a produção do cacau no sistema agroflorestal Cabruca, uma produção de cacau que mantém a cobertura nativa florestal com o sombreamento de árvores da mata Atlântica brasileira junto aos cacauzeiros (Estival & Laginestra, 2015). A Cooperativa CABRUCÁ está localizada no corredor central da Mata Atlântica do sul da Bahia e é representada por 37 agricultores comprometidos com a valorização da produção orgânica e agroflorestal associada à conservação da Mata Atlântica (IBC, 2017).

Além da demanda por certificações, da necessidade do atendimento aos padrões e normas para o processamento, produção e adequação do produto, a qualidade do cacau também pode ser associada a sua origem geográfica. Exemplo da distinção associada à origem do cacau já pode ser visualizado no estado do Espírito Santo, que em outubro de 2012 obteve o primeiro selo de indicação geográfica do cacau entregue à Associação dos Cacaucultores de Linhares (ACAL) pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) (Estival & Laginestra, 2015).

À exemplo do cacau é inegável o potencial e a inserção dos produtos do cupuaçu aqui descritos nos mercados “verdes”. Atender aos padrões e normas de qualidade e segurança pode não representar uma restrição a comercialização destes bioprodutos, desde que sejam estabelecidos objetivos alcançáveis pelos empreendimentos locais, a partir de informações sobre os recursos naturais utilizados, conhecendo o mercado e as possibilidades de especialização ou diversificação dos produtos e subprodutos pelos meios de processamento e tecnologias.

Conclusões

- Predominam os processos de transformação das sementes na agroindústria pesquisada, os quais seguem os procedimentos conforme descreve a literatura especializada. O aproveitamento das sementes constitui uma finalidade rentável na direção dos negócios voltados a racionalidade ambiental.

- No empreendimento avaliado na pesquisa, torna-se especialmente importante reduzir as perdas na quantidade de sementes que entram no processamento, o que pode ser alcançado por mudanças tecnológicas para otimização da fermentação e secagem das sementes.
- Estratégias tecnológicas para otimização da fermentação e da secagem das sementes poderiam reduzir as perdas severas de matéria-prima que ocorrem nestas etapas de pré-processamento, aumentando o rendimento dos produtos.
- Métodos de modificação de óleos e gorduras identificados visam favorecer o potencial de utilização da manteiga de cupuaçu em substituição parcial da manteiga de cacau para a fabricação do chocolate.
- Para melhorar a qualidade do pó desengordurado da semente de cupuaçu foram identificadas tecnologias e equipamentos para a formulação do cupulate.

Referencias

Afoakwa, E. O., Quao, J., Takrama, F. S., Budu, A. S. and Saalia, F. K. Changes in total polyphenols, o-diphenols and anthocyanin concentrations during fermentation of pulp pre-conditioned cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *International Food Research Journal* 19 (3): 1071-1077 (2012).

Anderson, A.; Leite, A. C.; Current, D. Identificando um nicho no mercado para produtos agroflorestais: o caso do Projeto Reça. In: Anderson, A. & Clay, J. (Org.) *Esverdeando a Amazônia: comunidades e empresas em busca de práticas para negócios sustentáveis*. Instituto Internacional de Educação do Brasil. São Paulo: Peirópolis, 2002. p. 67 – 83.

Azevedo, A. B. A. Extração e fracionamento da gordura de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) com fluidos supercríticos. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Química. Campinas, SP. 2001. 108 p.

Cohen, K. O. & Jackix, M. N. H. Características químicas e físicas da gordura de cupuaçu e da manteiga de cacau. Documentos 269. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 22 p.

Estival, K. G. S. & Laginestra, A. M. A construção dos mercados de qualidade do cacau no Brasil. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 13 e 14 de agosto de 2015. Firjan: Rio de Janeiro. 24 p.

Figueira, Laura Fernandes. [Biopirataria: o cupuaçu](#). *Revista Jus Navigandi*, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 20, n. 4300, 10 abr. 2015. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/37567>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

Figueiredo, I. M.; Pereira, N. R.; Efraim, P.; Garcia, N. H. P.; Rodrigues, N. R.; Marsaioli Jr., A. and Marsaioli, A. J. ¹H NMR, a Rapid Method to Monitor Organic Acids during Cupuassu (*Theobroma grandiflorum* Spreng) Processing. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, 54 (12), pp 4102–4106.

Gil, M; Orrego, F.; Cadena, E.; Alegria, R.; Londono-Londono, J. Effect of Pectin Lyase Enzyme on Fermentation and Drying of Cocoa (*Theobroma cacao* L.): An Alternative to Improve Raw Material in the Industry of Chocolate. Food and Nutrition Sciences, 2016, 7, 215-226.

Indústria Brasileira do Cacau. IBC na floresta. Sistema Cabruca Agricultura Orgânica. Mata Atlântica, Bahia. Disponível em: < <http://www.ibcacau.com.br/ibc-na-floresta/mata-atlantica#>> Acesso em 30 nov. 2017.

Instituto Superior de Administração e Economia, ISAE. Fundação Getúlio Vargas, FGV. Superintendência da Zona Franca de Manaus, SUFRAMA. Projeto Potencialidades Regionais: Estudo de viabilidade econômica do cupuaçu. Vol. 4. Julho, 2003.

Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas, IDAM. Produção de cupuaçu no Amazonas. 2015. Disponível em <<http://www.idam.am.gov.br/producao-de-cupuaçu-no-amazonas/>> Acesso em 14 de agosto de 2017.

Lannes, S. C. S.; Medeiros, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. vol. 39, n. 1, jan./mar., 2003.

Lopes, A. S.; Pezoa-Garcia, N. H.; Vasconcelos, M. A. M. Avaliação das condições de torração após a fermentação de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) e cacau (*Theobroma cacao* L.). Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 6, n. 2, p. 309-316, 2003.

Luccas, V. Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas à manteiga de cacau para uso na fabricação de chocolate. Dissertação (Doutorado em Engenharia Química) UNICAMP. Campinas, SP. 2001. 196 p.

Lucas, V. & Kieckbusch, T. G. Estudo Comparativo do Polimorfismo da Gordura de Cupuaçu e da Manteiga de Cacau por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC). Braz. J. Food Technol. Preprint Serie, n.232, 2006.

Mattietto, R. de A. Estudo comparativo das transformações estruturais e físico-químicas durante o processo fermentativo de amêndoas de cacau (*Theobroma cacao* L.) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum). (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

Pereira, E. M. de O. Torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) na alimentação de ovinos. 2009. 126 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

Piedade, F. L. Biopirataria e Direito Ambiental: Estudo de caso do cupuaçu (dissertação de mestrado). Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo, 2008. 155 p.

Rezende, E. A.; Ribeiro, M. T. F. O Cupuaçu é Nosso? Aspectos Atuais da Biopirataria no Contexto Brasileiro. RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental. São Paulo, V.3, Nº 2, p. 53-74, maio - ago. 2009.

Schwan, R. F. Microbiology of cocoa fermentation: a study to improve quality. In Anais da 12ª Conferência Internacional de Pesquisa em Cacau, Salvador. 1996.

Silva, J. V. A. Inclusão de torta da semente de cupuaçu em rações para frangos de corte de linhagem caipira criados na Amazônia Ocidental. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental. Rio Branco: Universidade Federal do Acre, 2016.

Silva Neto, P. J. (Org) Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC, 2001. 125p.

Souza, J. M. L.; Cartaxo, C. B. C.; Andrade Neto, R.; Moura, S. I. A.; Maciel, V. T.; Furtado, C. M. Otimização de processos de fermentação e secagem de sementes de cupuaçu. XXV Congresso Brasileiro de Tecnologias de Alimentos. 24 a 27 de outubro. FAURGS, Gramado, RS. 2016.

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus. Potencialidades do Estado do Amazonas. Instituto Superior de Assuntos Econômicos/ Fundação Getúlio Vargas. Manaus, 2001. p. 88 – 90.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Agricultores terão acesso a cupuaçuzeiro mais produtivo e resistente à vassoura-de-bruxa. Notícias em 30/05/14. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1759756/agricultores-terao-acesso-a-cupuacuzeiro-mais-produtivo-e-resistente-a-vassoura-de-bruxa>> Acesso em 15 de agosto de 2017.

Zzaman, W., Bhat, R., Yang, T. A.; Easa, A. M. Influences of superheated steam roasting on changes in sugar, amino acid and flavour active components of cocoa bean (*Theobroma cacao*). J. Sci. Food Agric, 97: 2017, 4429–4437.

ANEXO 1 - Declaração da Editora da Universidade Federal do Amazonas (EDUA) sobre a publicação do capítulo de livro intitulado “*A bioindústria da castanha-da-amazônia: a realidade e as perspectivas tecnológicas para a agregação de valor ao produto local*”, incluído no livro **Estudos da bioindústria amazonense: sustentabilidade, mercado e tecnologia**, ISBN 978-85-526-0031-2.