

Revalorização do caroço de açaí em uma beneficiadora de polpas do município de Ananindeua/PA: proposta de estruturação de um canal reverso orientado pela PNRS e logística reversa

Appreciation of acai core of a pulp producer from Ananindeua/PA: proposal of reverse channel structure oriented by NPSW and reverse logistics

Ana Victoria da Costa Almeida¹ - Univ. do Estado do Pará - Centro de Ciências Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Produção
Ingrid Moreira Melo² - Univ. do Estado do Pará - Centro de Ciências Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Produção
Isis Silva Pinheiro³ - Univ. do Estado do Pará - Centro de Ciências Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Produção
Jessyca Farias Freitas⁴ - Univ. do Estado do Pará - Centro de Ciências Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Produção
André Cristiano Silva Melo⁵ - Univ. do Estado do Pará - Centro de Ciências Nat. e Tecnologia - Dep. de Eng. de Produção

RESUMO

A intensificação da produção e o crescimento do consumo leva à geração de grandes quantidades de resíduos que são geralmente depositados de forma inadequada, poluindo ainda mais o meio ambiente. Nesse contexto, insere-se a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) que, por meio da Logística Reversa (LR), objetiva maximizar o uso dos recursos a partir da produção sustentável e revalorização de resíduos por meio da reinserção destes aos ciclos de produção. O açaí, uma *commodity* de consumo valorizado no mercado nacional e internacional, é um exemplo de produto cujo potencial de revalorização de resíduos tem sido subaproveitado. Este artigo teve por objetivo aplicar esses conceitos, em uma beneficiadora paraense de polpa de açaí, com foco na reciclagem dos caroços e, conseqüente, revalorização deste resíduo. Foi proposta uma estrutura de canal reverso envolvendo etapas de coleta, triagem, tratamento e eliminação com base no modelo de Fleishmann et al. (2000), fatores influentes na sua construção com base no Leite (1999), diretrizes da PNRS e práticas semelhantes em outras cadeias. Nos resultados, são demonstrados pontos facilitadores e barreiras enfrentadas pelas beneficiadoras.

Palavras-chave: Logística Reversa. PNRS. Cadeia de Suprimentos do Açaí.

ABSTRACT

The intensification of production and growth of consumption leads to generation of large amounts of waste, which is subsequently disposed of inappropriately, further polluting the environment. Within this context, the National Policy of Solid Waste (NPSW), through Reverse Logistics (RL), aims to maximize the use of resources by the sustainable production and rehabilitation of waste in production cycles. Acai, a valued-consumption commodity in domestic and international markets, is an example of a product whose potential has been underused. This article aims to enact these concepts on a producer from Para by the recycling of lump and consequent rationalization of the use of the product. A reverse channel structure was proposed, involving the phases of collection, screening, processing and disposal based on Fleishmann et al.'s model (2000), and other similar chain practices, NPSW guidelines and additional influential factors on its construction based on Leite (1999). The results demonstrated the facilitators points and barriers faced by the producers.

Keywords: Reverse Logistics. NPSW. Acai Supply Chain.

1. Dr. Enéas Pinheiro, 2626, Bairro Marco, 66095-10, Belém-PA, anavictoriaalmeida@yahoo.com.br; 2. ingridmoreiramelo@gmail.com; 3. isis.s.pinheiro@gmail.com; 4. jessyca.f.freitas@hotmail.com; 5. acsmelo@yahoo.com.br

ALMEIDA, A. V. C.; MELO, I. M.; PINHEIRO, I. S.; FREITAS, J. F.; MELO, A. C. S.; Revalorização do caroço de açaí em uma beneficiadora de polpas do município de Ananindeua/PA: proposta de estruturação de um canal reverso orientado pela PNRS e logística reversa. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 12, nº 3, jul-set/2017, p. 59-83.

DOI: 10.15675/gepros.v12i3.1668

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do açaí é culturalmente enraizada no Pará, sendo este seu maior produtor brasileiro (55% da produção nacional, com 111.073 toneladas, em março de 2015) e consumidor com um “mercado de consumo tradicional e consolidado na sua própria região de origem” (ISAE; SUFRAMA, 2003; TURINI, 2015). O Pará produziu, em 2013, 200 mil toneladas, oriundas apenas de áreas de extrativismo, ocupando o 1º lugar entre os produtores nacionais, com um mercado de R\$ 403 milhões (TURINI, 2015) e mais de 25 mil trabalhadores direta ou indiretamente envolvidos (EMBRAPA, 2006; INVESTPARÁ, 2013; SAGRI, 2010 apud NOGUEIRA et al., 2013). O produto final da cadeia é o vinho resultante do beneficiamento de apenas 15% do fruto, correspondente à polpa do fruto. Os 85% restantes, referentes a caroço e fibras, normalmente são descartados como “rejeito orgânico”.

Há diversas aplicações para esse resíduo, na forma de amêndoa (panificação, fabricação de ração e fitoterapia), fibras (isolamento acústico, indústria automobilística, entre outros) e microfibras (indústria cosmética) (EMBRAPA, 2006). Entretanto, as principais barreiras ao seu reaproveitamento são o compartilhamento de informações entre outros elos e o investimento de *stakeholders* para seu uso sustentável (FERNANDES et al., 2010).

A Logística trata da criação de valor, dispondo o bem ou serviço junto aos demais componentes (preço, tempo e lugar) em condições ideais, segundo a demanda (BALLOU, 2006). A incorporação do viés empresarial permitiu a análise mais abrangente de forças e fraquezas entre as partes de uma cadeia além de seus gargalos (BNDES, 2008 apud MELO; ALENCAR, 2010) e o viés ambiental foi se inserindo com o amadurecimento da área, se configurando em um cenário socioeconômico requerente de sustentabilidade da cadeia de suprimentos (FAN WANG; GUPTA, 2011 apud XAVIER e CORRÊA, 2013).

Do ponto de vista logístico, a cadeia do açaí representa um grande desafio, pelas exigências de acondicionamento de frutos, falta de estrutura de transporte e armazenagem, tecnologias primitivas de manejo em cultivos de várzea, assimetria de informações, entre outros (BANCO DO BRASIL, 2010). Dadas tais condições, a Logística Reversa (LR) aplicada a essa área é tida como algo novo e teórico (FONSECA et al. 2015). Sua aplicação efetiva poderia agregar valor, com formação e oferta de mais produtos, aumentando sua influência, como for-

necedora de resíduos na forma de insumos, nos locais, momentos e condições (custos e serviços) adequados, fechando um ciclo produtivo sustentável. Fatores ambientais, legais, sociais, econômicos, de LR e questões de Cadeias de Suprimentos (CS), têm atraído a atenção de pesquisadores e empresas envolvidas em práticas de gestão integrada de resíduos sólidos e CS. Tal atenção é evidente pelo número de publicações em periódicos nos últimos anos (382 entre 2007 e 2013), referentes ao tema (GODIVAN et al., 2015). Assim, este artigo visou esclarecer questões e sugerir oportunidades de pesquisas futuras.

Muita atenção tem ainda sido dada à Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos (*Green Supply Chain Management* - GSCM) que consiste em integrar considerações ambientais à gestão da CS, minimizando o total de impacto ambiental das organizações e contribuindo para sustentabilidade e desempenho destas (CHIN et al. 2015). Assim, muitas iniciativas têm motivado as organizações a se tornarem mais ambientalmente sustentáveis, desenvolvendo processos com viés ambiental, verificando que programas ambientais de cunho tecnológico são potenciais alternativas para ganhar ou manter vantagem competitiva, além de possíveis ganhos sobre as relações externas da organização (SANTOS; MARINS, 2015).

Assim, esta pesquisa foi motivada pelo desafio de propor um canal reverso específico aos resíduos da produção da polpa do açaí, a partir do estudo de uma beneficiadora, localizada em Ananindeua/PA, na Região Metropolitana de Belém (RMB). Foram propostos e analisados os quatro elos desse canal – coleta, triagem, processamento e destinação – considerando suas múltiplas aplicações com base em estudos de reutilização, reciclagem e reinserção na manufatura (KAJENDIRAKUMAR et al., 2007). Este culminou na análise de potenciais destinos, visando a maximização do reuso do resíduo, diminuição do descarte e cumprimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).

Este artigo foi dividido em Revisão da Literatura, que abordou os temas LR, PNRS e a CS do açaí. Na Metodologia apresentou-se uma estrutura para a reinserção do resíduo no ciclo produtivo. No Estudo de Caso propôs-se, à luz da PNRS, uma estrutura de canais reversos, adequados à realidade de uma beneficiadora de polpas de açaí, destacando elos e processos requeridos, e potenciais retornos. Nas Considerações Finais, foram discutidos pontos favoráveis e possíveis barreiras a implementação e operação das etapas e processos propostos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Logística Reversa (LR)

O *Reverse Logistics Executive Council* (RLEC) define LR como a movimentação de materiais do destino final típico a outro ponto, com objetivo de obter valor de outra maneira indisponível ou de efetuar a sua disposição final adequada (RLEC, 2007 apud RAMOS, 2013). Leite (2003) entende a LR como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, de imagem corporativa, entre outros.

As classificações em pós-consumo e pós-venda são subdivisões da LR, sendo a primeira caracterizada por iniciar somente após a finalização do ciclo de vida útil do bem, enquanto a segunda é efetivada após o material ser definido com pouco ou nenhum uso, o qual, por diferentes motivos, retorna aos diferentes elos da cadeia de distribuição direta. A LR para resíduos industriais sem utilidade ou valor é definida fora dessa classificação, direcionando tais resíduos para reciclagem e, a seguir, para mercados secundários de matérias-primas e, posteriormente, reinseridos no ciclo produtivo (SHEU et al., 2005; LEITE, 2009 apud PAULA, 2010), caso da LR associada aos resíduos da produção de polpa de açaí.

Para Guarnieri (2011) a LR inicia quando a logística direta (LD) se encerra, pois, após as entregas, são gerados resíduos que devem ser reinseridos ao ciclo produtivo, possibilitando a formação de um ciclo reverso fechado, visando maximizar a criação de valor além do ciclo de vida do produto com recuperação dinâmica de valor (GOVINDAN et al., 2015) e redução de ineficiências (SOBOTKA; CZAJA, 2015). Se o resíduo for reinserido em um ciclo produtivo distinto do original, um ciclo reverso aberto é definido. Por tratar do retorno de materiais, a LR relaciona-se à satisfação dos clientes, com garantia de sustentabilidade empresarial. Nas empresas, gestores percebem o impacto da LR na relação com clientes e público geral, pelo reflexo de sua imagem (LEITE, 2014). Empresas que promovem a LR obtêm vantagem, pois consumidores preferem produtos com apelo sustentável e responsabilidade social (DRUWE, 2014). Ressalta-se que as empresas atualmente preferem tornar a CS competitiva como um todo a alcançar simples reduções de custos de seus parceiros e aumento dos lucros (CROOM et al., 2000; SHEU et al., 2005).

A preocupação com o meio ambiente ligado à racionalização do uso dos recursos tem recebido atenção especial. Em função disso, ações de LR têm obtido espaço entre as empresas e os adeptos do uso racional de matéria-prima e demais recursos que podem sofrer processos de reaproveitamento (CRUZ et al., 2013). Young (2000) defende o aumento de eficiência e rentabilidade ou diminuição de custos pela exploração dos resíduos desde que o volume destes seja alto e que os custos evitados somados com os ganhos da revenda sejam maiores que os custos relacionados à revalorização do resíduo. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos está relacionada às empresas pelo conceito de LR (ABRELPE, 2013, p.52). Assim, segundo Andrade (2013), fabricantes passam a ter responsabilidade pelo produto, além dos limites organizacionais, para reciclagem ou descarte correto. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais defende que a LR é um marco da PNRS, segundo a qual, quando um produto chega ao fim da vida útil, é devolvido ao fabricante, para reciclagem ou outro tratamento apropriado (ABRELPE, 2013, p.52).

Nesse sentido, o Capítulo III, seção II, Art.33 da PNRS destaca a obrigatoriedade de estruturar e implementar sistemas de LR, para retorno de resíduos industriais, de pós-consumo/produção e de embalagens de agrotóxicos, pilhas, baterias, óleos lubrificantes, produtos elétricos e eletrônicos, independente do serviço público de limpeza e de manejo, a fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes (BRASIL, 2010), sendo que:

§ 1º: [...] os sistemas previstos serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados (BRASIL, 2010, p. 30).

Para Leite (2006), o aspecto econômico da LR em comparação à LD é menos representativo. No entanto, a “recuperação de ativos”, como materiais desperdiçados, retorna valor em forma de ganhos em custos (de 40% a 60%) e mesmo que esta prática tenha tal retorno, ainda há muitas dificuldades à sua implementação, como: recebimento de materiais variados, operação de coleta, irregularidades e incertezas no processo de recuperação, considerando a qualidade do resíduo (LINTON et al., 2007). Considera-se um grande desafio o retorno de resíduos para reciclagem ou disposição final adequada (ANDRADE, 2013).

2.2. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A PNRS, foi promulgada pela Lei N° 12.305/10 para instituir governança sobre a gestão dos Resíduos Sólidos (RS) e racionalizar o uso das matérias-primas, reinserindo-as ao ciclo produtivo, maximizando seu aproveitamento e promovendo o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010), além de minimizar o acúmulo destes e a consequente exaustão dos atuais sistemas de disposição final. Essa Lei possui quatro pontos que embasam a sustentabilidade. O primeiro refere-se à LR como “instrumento de desenvolvimento econômico”, indicando a importância da efetivação desta atividade na racionalização e maximização do uso dos RS. O segundo institui a Responsabilidade Compartilhada dos elos da cadeia, a exceção do consumidor, sobre os RS, sendo eliminada a tutela única e exclusiva do fabricante sobre sua geração (FISCHER, 2013). O terceiro é o incentivo ao desenvolvimento de tecnologias limpas e à reciclagem, dando suporte ao primeiro ponto e à otimização de recursos, pelo avanço de técnicas, processos e pessoas. A eco-eficiência é o último ponto, definida como “satisfação das necessidades humanas, considerando a redução de impactos ambientais”, fechando o ciclo sustentável de produção e consumo.

Segundo Lira (2010), a PNRS considera os problemas causados ao meio ambiente, a partir da disposição inadequada dos RS, pois, mesmo sendo fabricados a partir dos recursos naturais, muitos não se degradam naturalmente, devido ao alto grau de transformação a que foram submetidos. Assim, para manter os atuais patamares de geração de RS com posterior redução, a PNRS propõe estratégias de reciclagem, reaproveitamento e redução de RS, incentivo à rotulagem ambiental, eliminação de lixões e aterros controlados, e análise do ciclo de vida visando a destinação adequada por meio de sua interpretação (BRASIL, 2010).

A divisão de responsabilidades sobre a gestão dos resíduos ultrapassa o setor público e chega à sociedade, trazendo inovações, alterando a conduta empresarial e estabelecendo mudanças operacionais (LINTON et al., 2007). Porém a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) é sistêmica e contempla aspectos institucionais, financeiros, ambientais, sociais, técnico-operacionais e políticos, que a caracterizam como complexa e sustentada por relações de poder difíceis de ser enfrentadas (ARAÚJO, 2011; CHIN et al., 2015). Assim, a PNRS divide responsabilidades quanto à citada gestão, tornando-se um desafio a municípios, estados, Distrito Federal e à iniciativa privada (BRASIL, 2010).

2.3. Cadeia de suprimentos do açaí

A cadeia do açaí é composta por plantio, extração, processamento e comercialização, tendo como produto final o “vinho” ou polpa (EMBRAPA, 2006). No Quadro 1, foram descritos os processos que agregam valor ao açaí em cada elo até sua comercialização.

Quadro 1 – Caracterização dos elos da cadeia produtiva do açaí.

ELOS	PROCEDIMENTO	CARACTERIZAÇÃO
Plantio	As sementes são selecionadas a partir de matrizes com especificidades (rendimento/cacho, nº de cachos etc.) devendo ser semeadas de preferência logo após o despulpamento. O manejo pode ser feito em: (a) terra firme como monocultura ou associada a outros produtos (cacau, cupuaçu, banana etc.) ou (b) em várzea, combinando com outras espécies naturais	Definição de matrizes e padrões técnicos para sementes no programa de melhoria genética da Embrapa Amazônia Oriental; diversificação de culturas para enriquecimento e manutenção da biodiversidade
Extração	A coleta é feita pelo colhedor, que escala o estipe com auxílio de uma “peconha” e corta o cacho, na sua base, tendo o cuidado para que não se desprenda uma quantidade elevada de frutos. A debulha – separação dos frutos do cacho – e a seleção é feita logo após a coleta, retirando de produtos indesejáveis	Uso de tecnologia primitiva; atividade extrativista realizada em sua maioria por agricultores ribeirinhos
Processamento	Os frutos são transportados até as unidades de processamento acondicionados em cestos, rasas ou caixas, são pesados e selecionados. São lavados, amolecidos, desinfetados e despulpados	Atividade manual e mecanizada (despulpadeiras); acondicionamento entre o meio de produção e processamento é rústico
Comercialização	O “vinho” é vendido sob diferentes preços de acordo com a adição de água (fino, médio ou grosso)	Vinho acondicionado em embalagem plástica (1 litro)

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2006) e MONTENEGRO (2014) apud FERNANDES et al. (2015).

Gonçalves et al. (2012) analisaram os componentes logísticos operacionais (informação, instalação, estoques e transportes) na cadeia do açaí, destacando os principais gargalos. Segundo estes, a Informação é caracterizada pelo uso de tecnologias primitivas por comunidades extrativistas, ausência de assistência institucional e pouco investimento governamental na sustentabilidade. Há ainda a preocupação com Instalações e Estoques, devido a perecibilidade e exigência de cuidados no manuseio e estocagem, já que se recomenda seu processamento 24 horas após a colheita, sob o risco de perda da qualidade do vinho (BANCO DO BRASIL, 2010). Outra influência é a sazonalidade, pois na entressafra (janeiro a julho) a manutenção da qualidade do fruto exige cuidados adicionais. O Transporte apresenta problemas com distâncias entre os grandes produtores (Ilha do Marajó) e o maior centro beneficiador, a RMB (BANCO DO BRASIL, 2010). Outros grandes produtores são Abaetetuba, Igarapé-Miri e Cametá, e Estados do Maranhão e Amapá, estes mais procurados na entressafra (GONÇALVES et al., 2012; HOMMA, 2006 apud FERNANDES, 2015).

Normalmente, as beneficiadoras, após o processamento, separam os caroços para serem lavados, ensacados e dispostos em frente ao local de venda, onde são recolhidos pelo serviço de limpeza pública ou empresa terceirizada. O caroço do açaí, como resíduo sólido urbano (RSU), legalmente deve ser destinado ao aterro para ser incinerado. No Pará, no entanto, o aterro do Aurá está em fechamento, sendo assim necessário promover urgentes ações corretivas e preventivas pelo Plano de GIRS do Estado (ESTADO DO PARÁ, 2014).

A geração de valor e o acesso facilitado a matérias-primas têm atraído novas fontes de recursos, que visam aumentar a circulação de capital e promover benefícios sociais com programas de sustentabilidade (ROMERO, 2012). Em relação ao beneficiamento, o governo recentemente concedeu incentivos fiscais (redução do IPI) à verticalização dessa cadeia produtiva, buscando maior agregação de valor ao produto no Pará (FIGUEIRAS, 2016).

O caroço de açaí é composto por celulose, lignina e hemicelulose, material graxo e nitrogenado, antocianina, minerais, vitamina C e Complexo B (MESQUITA, 2013). Através de beneficiamento, torna-se insumo em diversas indústrias e pode ser inserido em vários projetos e mercados potenciais, de acordo com a literatura, como mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Produtos, processos beneficiadores, vantagens e pesquisas sobre o caroço de açaí.

PRODUTO	PROCESSAMENTO	VANTAGENS	AUTOR
AGRICULTURA			
Fertilizante organo-mineral	Compostagem dos rejeitos orgânicos combinando o bio-carvão com biomassa ambos ricos em nitrogênio. O caroço, por sua difícil decomposição, entra como fornecedor de carbono	- Destinação adequada para os resíduos sólidos; - Melhoramento dos atributos do solo; - Ação do adubo orgânico de qualidade equivalente aos usados pela agricultura	Silva (2014)
MEDICINA			
Próteses de bio-material sintético	Separação do caroço, fibras e serragem e aproveitamento só do caroço na formação do poliol e poliuretano (adição de polímeros)	- Diminuição do número de cirurgias; - Redução de custos na fabricação das próteses em até cinco vezes; - Adição de valor à matéria-prima	Silveira (2012)
MOVELARIA			
Eco-painéis para uso comercial	Imersão do caroço em solução aquosa de NaOH (mercerização) para retirada da lignina, separação manual das fibras, secagem, aplicação de resinas e submissão à uma prensa com aquecimento	- Aumento da aderência do material; - Aderência com resinas de base oleosa; - Potencialidade para uso comercial	Mesquita (2013) Lima et al. (2015)
Madeira sintética	Secagem e estabilização da massa seca seguida de moagem, separação da fibra e catalisação com a resina poliéster	- Alta resistência a flexão; - Material resistente à fadiga; - Fabricação de materiais polímeros com reforço de fibras vegetais	Goes, Moreno & Tavares (2014)
ARTESANATO			
Biojoias	O processo padrão inclui: secagem, retirada da casca, polimento, furação básica. Processos diversos incluem: tingimento, Esmerilhagem, mudança de formato etc. O pó gerado na usinagem ainda pode ser agregado a resinas para a fabricação de outras biojoias	- Permite variações de cor, tamanho formato etc. – atrativo comercial; - Matéria-prima vendida em grande quantidade c/ custo unitário irrisório; - Aproveitamento integral da semente; - Produtos acabados com valor agregado de até 800% sobre o custo de fabricação	Benatti (2013)

PRODUTO	PROCESSAMENTO	VANTAGENS	AUTOR
GERAÇÃO DE BIOENERGIA			
Biomassa para geração de energia via gaseificação	Gerador com dois subsistemas (com potência instalada de 80 kW) alimentado pelo caroço após os processos de secagem e separação das fibras (tratamento prévio)	- Alternativa de geração energética em comunidades isoladas; - Demais componentes do caroço podem ser reinseridos na agroindústria e no mercado de artesanato; - 46% do fruto usada na geração energética e apenas 4% de perdas	Xavier et al. (2006) Seye et al. (2008)
Briquetes energéticos	Retirada do excesso de umidade e secada a altas temperaturas. Em seguida, submetida ao processo de briquetagem onde o material é submetido a elevadas pressões	- Alta quantidade de celulose, lignina e um baixo teor de cinza e umidade – aumento da eficiência; - Fácil aquisição da matéria-prima e baixo custo de transporte; - Baixo custo de operação dos processos de transformação	Reis et al. (2002) Pessoa & Reis (2012)
TRATAMENTO DA ÁGUA			
Carvão vegetal para a retirada de metais pesados de águas superficiais	Processado em duas fases: carbonização (tratamento térmico com retirada de componentes voláteis e secagem) e ativação (impregnação com agentes químicos e nova carbonização)	- Vantagem ambiental e solução econômica para ribeirinhos; - Método eficiente e ecológico; - Possível solução aos efluentes contaminados lançados na Baía do Guajará, fonte da água de consumo para a população de Belém	Pereira et al. (2014)
Carvão ativado para tratamento da água para consumo	Desidratação do caroço seguido de ativação química com NaOH, carbonização, resfriamento, lavagem e secagem. Por último, é colocado em uma vela de filtro para a purificação da água	- Eficiência equivalente ao carvão ativado industrial; - Melhoramento da qualidade da água onde há precariedade no tratamento; - Nível de potabilidade da água com uso do carvão a base de caroços condizente com os padrões do Ministério da Saúde (Port. 518/2004)	Pereira & Rodrigues Júnior (2013)

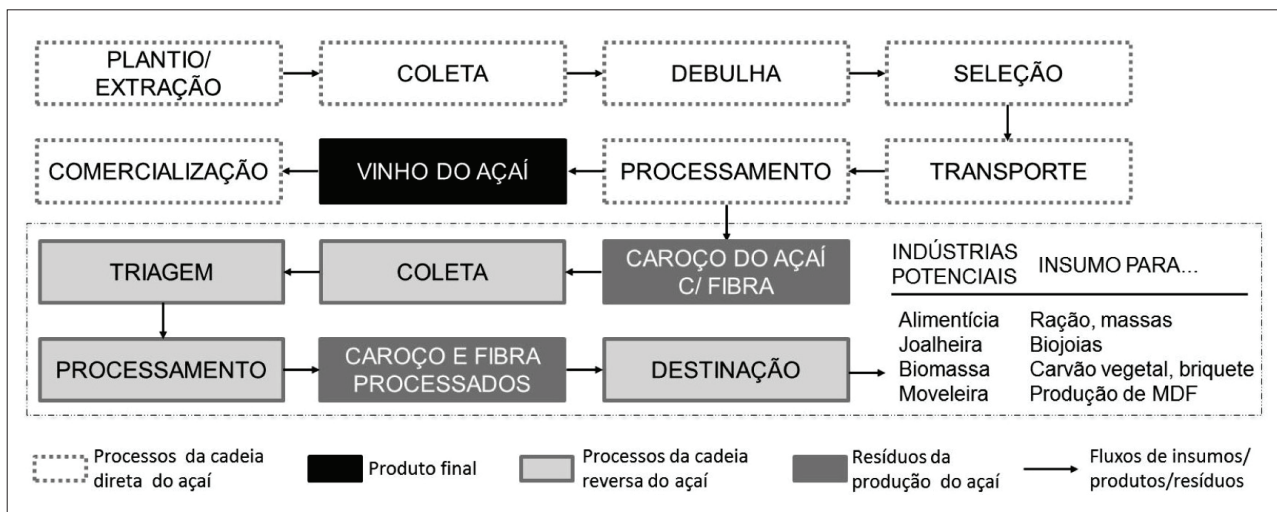
Fonte: Autores (2016).

Pela multiplicidade de aplicações aos resíduos de açaí, fica clara a necessidade de estruturar canais reversos, conectando processadoras de polpas às beneficiadoras e estas às indústrias de transformação, maximizando o uso dos resíduos e minimizando seu acúmulo em locais inadequados. Dessa forma, a cadeia do açaí, apresentada no Quadro 1, seria expandida com adição de novos elos (Figura 1) capazes de explorar economicamente as oportunidades de reaproveitamento dos resíduos gerados (caroço e fibras) pelas beneficiadoras de polpas.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi classificada como exploratória e aplicada, envolvendo a LR para identificar as possíveis formas de revalorização de resíduos da produção da polpa do açaí, culminando com a proposição de uma estrutura de canais reversos desses resíduos, com base na observação do contexto e nas diretrizes da PNRS. A abordagem foi qualitativa, já que não envolveu análise estatística dos dados. O estudo de caso considerado se justificou pela constância das práticas entre as empresas do ramo, não se fazendo necessária a aplicação de levantamentos ou estudos de caso múltiplos. Na Figura 1, foram apresentadas as etapas de revalorização da cadeia do açaí, onde os processos destacados foram o alvo dessa proposição.

Figura 1 – Cadeia produtiva do açaí com os elos reversos adicionais.



Fonte: Autores (2016).

A metodologia foi dividida em sete etapas, iniciando pela seleção da temática de relevância econômica regional dentro da Logística (1) e pela definição do contexto de aplicação (2). A seguir, efetuou-se a revisão bibliográfica (3) que sustentou e orientou, teoricamente, o trabalho dentro das etapas anteriores e definiu-se o local de estudo (4) quanto aos seus processos, sua localização e abrangência (RMB), viável acesso à dados e apoio da gerência. Após a observação dos processos (5), as informações coletadas por meio de observações, análise documental e questionamentos (não estruturados) à gerência, passaram por análises e discussões (*brainstorming*) com os funcionários envolvidos (6), para identificar alternativas capazes agregar mais valor aos resíduos. As propostas de revalorização consideraram aspectos da cadeia (estrutura, tecnologia, custo etc.) que viabilizariam o reaproveitamento do resíduo na mesma ou em outras indústrias. Nesta etapa, as possíveis alternativas de revalorização do caroço de açaí foram avaliadas e detalhadas. Finalmente, foram feitas conclusões e considerações acerca do estudo (7).

A configuração do canal reverso foi realizada a partir da observação das práticas da empresa e do estudo de outras cadeias que já utilizam canais reversos do ponto de vista ambiental e econômico. O acompanhamento dos processos foi estabelecido logo após a etapa de geração da polpa. Os estudos de base foram definidos a partir de um perfil semelhante ao presente trabalho, a saber: (a) coleta seletiva para reciclar e reinserir um item beneficiado no mercado secundário; (b) reaproveitamento de RS orgânicos provenientes do lixo urbano (doméstico ou comercial); (c) da construção civil; (d) da agroindústria; e (e) artigos sobre cadeias reversas genéricas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. A empresa estudada

O estudo foi realizado em uma beneficiadora da polpa de açaí, localizada no município de Ananindeua, na RMB. Há treze anos na produção e venda do vinho do açaí, e complementos, possui doze funcionários divididos entre beneficiamento e comercialização do açaí. As instalações, na maior parte, não são dedicadas ao açaí, mesmo sendo este a maior demanda valorizada. Os demais produtos são assados e complementos, como farinha d'água.

Após visitas às instalações, análise documental e entrevistas da gerência, verificaram-se processos de *inbound*, processamento de frutos e descarte de resíduos. O abastecimento atual é feito por veículos fretados para a coleta diária, em um único ponto (Mercado Ver-o-Peso), de 18 a 35 sacas de açaí. Após a produção do vinho, os resíduos são encaminhados para limpeza e armazenagem, não sendo previstos seus estoques, além da produção diária. Os processos seguintes são lavagem, secagem e embalagem dos caroços (sacas). Os resíduos são entregues a autônomos, sem preocupação com acondicionamento e destinação final.

Constataram-se práticas de destinação fora dos padrões da PNRS, pela inexistência de metas de redução e irregularidade no ciclo de coleta, onde o resíduo principal do açaí (caroços e fibras), ao invés de coletado pelo serviço de limpeza pública ou por uma empresa especializada na destinação adequada, é entregue a um autônomo encarregado de retirar tais resíduos da área da empresa, sendo seu tratamento e destinação finais desconhecidos.

A quantidade aproximada de resíduos, provenientes do processamento diário do açaí, na empresa estudada, varia entre 1080 Kg (entressafra) e 2100 Kg (safra), o que caracteriza geração regular e em grande volume. A estruturação de um canal reverso é relevante quando a quantidade de resíduos retornados é significativa se comparada à distribuição total, onde há uma forma de recuperar seu valor por meio da LR (YOUNG, 2000; LEITE et al., 2006).

Diante desse contexto, o artigo estruturou um canal reverso baseado nas práticas da empresa, com relação a processos adicionais propostos à cadeia do açaí e à revalorização de caroços e fibras, visando sua aplicação em ciclos reversos abertos ou fechados.

4.2. Possíveis alternativas de revalorização

Analisando-se qualitativamente as aplicações propostas na literatura, todas renderiam retorno financeiro, originado da venda do resíduo ou eliminação dos custos com autônomo. Aplicações na agricultura, medicina, tratamento da água e geração de bioenergia não exigem nenhum maior beneficiamento prévio, sendo aceitos os caroços secos, a serem tratados por técnicas físico-químicas especializadas. Tais aplicações são de valor mais socioeconômico que comercial, visando benefícios à população. Ressalta-se que, apesar dos pontos positivos, os trabalhos voltados a tratamento da água e geração de energia se dedicavam a comunidades de difícil acesso, o que poderia dificultar o fornecimento contínuo.

Técnicas de beneficiamento seriam exigidas ao setor moveleiro, para revalorizar o caroço, ao comercializá-lo sob a forma de fibras, a saber: (a) mercerização alcalina em autoclave, para potencializar propriedades físico-mecânicas e reduzir do alongamento de fibras (LIMA et al., 2015); (b) acondicionamento de fibras e lavagem em água deionizada, como novo filtro de impurezas; (c) aplicação de resina poliuretana de base biodegradável para agregação de fibras; (d) moldagem e submissão a prensa hidráulica com aquecimento para prensagem dos painéis (MESQUITA, 2013), exigindo integração com as cadeias supracitadas. O setor de bijuterias é o que promove maior revalorização, com ganhos de 800% sobre o preço dos insumos (BENATTI, 2013). Segundo a autora, o valor adicional pela transformação e *design* das jóias se relaciona a melhoria da função de utilidade, marketing e gestão, diferenciando o produto no mercado e responsabilidade sociocultural (BONSIEPE, 1997 apud BENATTI, 2013).

4.3. Etapas e processos de revalorização de resíduos industriais do açaí

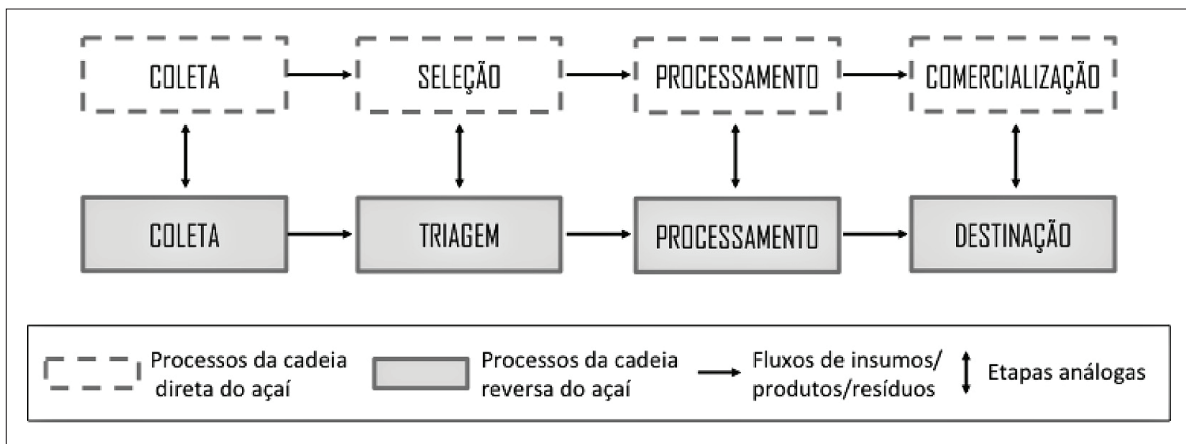
Leite (1999) define como principais fatores influentes na estruturação de um canal reverso, os relacionados a tecnologia nas suas diversas etapas, fatores econômicos (custo, mercado, oferta), logísticos, ecológicos, além de níveis de intervenção governamental.

Estudos voltados à reciclagem de RS da agroindústria e RSU partem do princípio de não haver destinação ou viabilidade econômica para sua revalorização, entretanto estes resíduos, quando submetidos a beneficiamento, acabam se tornando atraentes a mercados secundários (PAULA, 2010; SOBOTKA e CZAJA, 2015). Em geral, resíduos orgânicos passam por processos de compostagem e posterior transformação em adubo, caso do adubo a base de caroço de açaí (QUEMEL et al., 2014), configurando um ciclo reverso fechado. Algumas inovações tem sido acrescentadas como alternativas sustentáveis, formando ciclos reversos abertos, casos do biocombustível a base de semente de pequi (GUIMARÃES, 2015) e de sementes (maracujá, graviola e goiaba) no tratamento da água (REIS et al., 2014). As práticas LR identificadas na literatura, de forma geral, incluem etapas de coleta, processamento (triagem, reutilização, recuperação, remanufatura, reciclagem) e redistribuição (LAOSIRIHONGTHONG et al., 2013; SOBOTKA e CZAJA, 2015; SARKIS, 2003; SINGH e SAXENA, 2013;

SHEU et al., 2005). Estudos teóricos incluem *Supply Chain Management* (SCM) (CROOM et al., 2000), e variações como GSCM (SHEU et al., 2005) e Sustainable SCM (LINTON et al., 2007; GUPTA; PALSULE-DESAI, 2011).

Segundo Fleishmann et al. (2000), a estrutura do canal reverso pode ser definida como análoga a LD, se considerada uma cadeia produção-distribuição. A cadeia mostrada na Figura 2 foi adaptada da própria LD do açaí (Figura 1), sendo que as etapas de coleta e processamento, tanto no sentido direto quanto no reverso, são análogas em termos de definição e execução, ou seja, apanho e transformação de insumos/resíduos, respectivamente.

Figura 2 – Estruturação do canal reverso.



Fonte: Autores (2016, adaptado de FLEISHMANN et al., 2000 e EMBRAPA, 2006).

Os demais elos diferenciam-se apenas em relação a nomenclatura, onde a seleção (retirada de elementos indesejados) é equivalente à triagem (separação de caroço e fibras de outros elementos residuais) e a comercialização é equiparada à destinação (encaminhamento e reinserção de resíduos como insumos em mercados secundários ou processos industriais).

Ao modelo de Fleishmann et al. (2000) é acrescida, após a triagem, a disposição, processo para onde seguem materiais sem viabilidade econômica para revalorização e que devem encaminhar-se à destinação final. Aos resíduos aqui analisados considerou-se que serão totalmente processados e destinados, podendo haver disposição só após sua reinserção em novo ciclo produtivo. As quatro etapas propostas foram detalhadas, a partir da realidade da organização estudada e de fatores influentes na estruturação de seus canais reversos.

4.3.1. Coleta

A coleta é o primeiro processo da LR, após a extração da polpa do açaí, no qual caroço e fibras são dispostos para recolhimento. Nos trabalhos pesquisados, a coleta ocorre em feiras públicas (PEREIRA; RODRIGUES JÚNIOR, 2013; REIS et al., 2002), comunidades extrativistas (XAVIER et al., 2006; SEYE et al., 2008) e nas indústrias que usam o fruto como insumo (QUEMEL et al., 2014), constituindo grandes pontos de oferta.

Os fatores mais influentes nesse elo são os econômicos, governamentais e ecológicos, nos quais a beneficiadora deve arcar com os custos para se desfazer do resíduo. Para tal, como estratégia para minimizar custos, em geral, repassa tal responsabilidade a autônomos que, por sua vez, encaminham para destinos desconhecidos, geralmente inadequados, o que constitui total falta de consciência acerca do conceito de responsabilidade compartilhada. Tal prática é ligada ao aspecto governamental, que atribui responsabilidade ambiental apenas às beneficiadoras, visão equivocada que subsidia tratamento e destinação incorretos de resíduos.

Por último, logística e tecnologia devem ser destacados pelas condições de acondicionamento do fruto e, portanto, pelo aspecto das instalações. Vale ressaltar que em alguns artigos selecionados apenas a coleta era feita, sendo os demais processos realizados por compradores e/ou transformadores do resíduo, constituindo um mercado de materiais não processados. No caso estudado, a firma disponibiliza *in loco* os resíduos para essas atividades.

4.3.2. Triagem

Nesse processo ocorre a retirada de substâncias contaminantes, por meio de lavagem e secagem adicionais. Essa prática se justifica, uma vez que as embalagens com caroço e fibras normalmente são dispostas na via pública, podendo entrar em contato com outros tipos de RS.

Dependendo do ciclo produtivo posterior (processamento), esta pode ser crítica ou não. Um exemplo é a gaseificação descrita por Seye et al. (2008), onde o caroço necessita de uma granulometria específica, normatizada pela ABNT NBR 7402, representando um ponto crucial à qualidade do produto final e caso partículas finas tenham resistido à lavagem inicial, podem acarretar problemas

ao processo. Para outros ciclos, como o adubo orgânico a partir da agroindústria, o resíduo é misturado a outros orgânicos (casca de ovo ou alho, salmouras etc.) para decomposição e compostagem (QUEMEL et al., 2014). Esta atividade não é crítica na empresa-foco, já que esta armazena seus resíduos, após a lavagem e secagem. Outros fatores influentes são a ecologia e responsabilidade ambiental, com a maximização do reuso do resíduo, e os custos que devem ser reduzidos com desintermediação e revalorização desse.

4.3.3. Processamento

Refere-se à separação de fibras e caroço, de forma a suprir mercados que solicitem apenas uma destas partes. O separador de fibras configura o maquinário ideal para este processo, existindo modelos com diferentes finalidades.

Na beneficiadora analisada, a secagem é tradicional, realizada com a exposição de caroços ao sol, tal como nos antigos terreiros cafeeiros (PESSOA; REIS 2012). A máquina descrita acima pode ser uma alternativa para adicionar valor à biomassa antes de sua venda.

Esse processo tem grande influência da tecnologia regional, tal como o secador rotativo (SANTOS et al., 2010) para substituição da remoção de água tradicional e a extrusora para a produção de polietileno de alta densidade reciclado, reforçado com fibras de açaí (BRITO, 2012), reduzindo os custos de transformação. Fatores ecológicos e governamentais se apresentam no incentivo à pesquisa para produzir soluções, visando a oferta de tecnologia a nichos interessados em agregar valor. A qualidade do material produzido deve ser considerada, requerendo especificações nos processos (temperatura, tempo de secagem etc.).

4.3.4. Destinação

Refere-se ao encaminhamento da biomassa já processada aos ciclos produtivos sob a forma de insumo. Nessa fase é interessante a formação de parcerias entre as beneficiadoras do fruto, processadoras do resíduo e consumidoras deste já processado. Na empresa estudada, a gerência afirmou ter recebido propostas de parcerias para coleta e reaproveitamento dos resíduos, negativamente um possível acordo por já estar comprometida com um autônomo. Talvez isso ocorra pela falta de reconhecimento de seus dirigentes, sobre a importância do reuso

do resíduo e os potenciais benefícios promovidos. A empresa compradora revaloriza os resíduos a partir de processos de beneficiamento, com o intuito de revenda a terceiros. Os produtos incluem móveis, a partir da fibra do caroço, combustíveis, óleo para empresas de cosméticos, entre outros. Na organização analisada já há conscientização sobre as práticas da PNRS, sendo esta aplicada como instrumento de desenvolvimento econômico e social, voltado à reinserção dos RS ao ciclo produtivo ou outra destinação final adequada.

Nesse sentido, o governo tem exercido papel essencial ao incentivo dessa etapa na promoção da PNRS e na regulação de mercados, conectando produtores e compradores, e buscando maximizar o uso dos resíduos dentro dos ciclos produtivos. Já as empresas devem se preocupar com a logística, aplicando tecnologias para garantir a qualidade, se necessário.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As etapas analisadas tiveram como propulsor a reinserção do caroço do açaí a ciclos produtivos e a sua máxima agregação de valor, adotando como direcionador a PNRS. Foram analisados os pontos de destaque dessa Lei, entre eles, sua área de abrangência, ganhos potenciais e sua importância aos setores públicos e privados. Foi apresentada a cadeia produtiva do açaí e feita sua análise acerca de componentes logísticos. Além da análise logística, foram pesquisadas as múltiplas atuais formas de reuso ao caroço do açaí, ressaltando a possibilidade de obtenção de produtos com alto valor agregado, com o emprego de técnicas e processos de beneficiamento.

Com base nas informações levantadas, propôs-se a expansão dessa cadeia com estruturação de canais reversos capazes de explorar as oportunidades de reaproveitamento dos resíduos gerados pelas beneficiadoras de polpa. Entende-se que, a partir dos resultados gerados, ratifica-se a LR com um papel de destaque no reuso dos resíduos, como matéria-prima ou, caso não haja mais potencial reutilização, no descarte correto, preservando o meio ambiente.

Na empresa objeto de estudo, o caroço de açaí, biomassa residual que não recebia a devida atenção em relação aos impactos ambientais causados por sua destinação incorreta, a partir deste estudo, passou a ser tratado com maior importância, já que neste foram mostradas potencialidades e benefícios econômicos e socioambientais com o seu reaproveitamento.

Para trabalhos futuros propõe-se pesquisas sobre novas alternativas de reuso, além das já apresentadas no presente estudo, como realizar parcerias com universidades e institutos de pesquisa interessados na busca de novas alternativas de revalorização da biomassa residual que por ora esteja desvalorizada. Outro exemplo, seria as empresas de modo socio-ambiental criarem e investirem na execução e prática das alternativas já citadas, de modo a realizar a LD e a LR de maneira a maximizar o lucro e ainda contribuir ambiental e socialmente.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Brasil: Grappa Editora e Comunicação, 2013. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br>>. Acesso em: 03 out. 2015.

ANDRADE, S. G. **Entraves e Obstáculos da Logística Reversa de Lâmpadas Mercuriais no Brasil**. 2013. 150 f. Tese (Doutorado) – Curso de Gestão e Regulação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2013.

ARAÚJO, P. V. B. **Aterro Sanitário como uma das faces da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: Um estudo de caso no município de Elói Mendes, MG**. 2011. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Gestão Social, Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5.ed. São Paulo: Ed. Bookman, 2006.

BANCO DO BRASIL. **Fruticultura – Açaí**, v. 2. Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas. 2010. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol2FruticAcai.pdf>>. Acessado em: 02 out. 2015.

BENATTI, L. P. **Inovação nas técnicas de acabamento decorativo em sementes ornamentais brasileiras: Design aplicado a produtos com perfil sustentável**. 2013. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Design. Belo Horizonte, 2013.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010)**. Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Manual Para Implantação de Sistema de Apropriação e Recuperação de Custos dos Consórcios Prioritários de Resíduos Sólidos:** Projeto Internacional De Cooperação Técnica Para A Melhoria Da Gestão Ambiental Urbana No Brasil. Brasília, 2010b.

BRITO, P. R. O. **Perfis de Polietileno Reciclado Carregado com Fibras de Açaí.** 47 f. 2012. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pará. 2012.

CHIN, T. A.; TAT, H. H.; SULAIMAN, Z. Green Supply Chain Management, Environmental Collaboration and Sustainability Performance. *In: 12th Global Conference on Sustainable Manufacturing, Procedia CIRP*, n. 26, p. 695-699, 2015.

CROOM, S.; ROMANO, P.; GIANNAKIS, M. Supply chain management: an analytical framework for critical literature review, **European Journal of Purchasing & Supply Management**, n. 6, p. 67-83, 2000.

CRUZ, M. R.; BAGATTINI, L. C.; SILVA, J. E. A.; XAVIER, E.; PARIS, A.; CAMARGO, M. E. Logística Reversa na fabricação de elementos de fricção em indústria da Serra Gaúcha, **GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru**, v. 3, n. 8, p. 85-98, 2013.

DRUWE, D. M. **O que a logística reversa representa hoje e para o futuro?** ABEPL - Associação Brasileira de Empresas e Profissionais da Logística. Disponível em: <http://www.abep.com.br/artigos_detalhes.php?artigo=14>. Acesso em: 03 out. 2015.

EMBRAPA. **Sistemas de Produção do Açaí**, n. 4, 2. ed., dez./2006 [Versão Eletrônica]. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm>. Acessado em: 02 out. 2015.

ESTADO DO PARÁ. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Pará (PEGIRS)**, vol.1. Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/wp-content/uploads/2014/10/PERGIS_VOL_1.pdf.zip>. Acessado em: 21 nov. 2015.

FERNANDES, D. A; CARDOSO, A. C. D.; ALMEIDA, L. M. L.; KATO, E. S. O Circuito Inferior da Economia Urbana na Amazônia: um estudo sobre o papel do mercado de batedores artesanais de açaí na economia da Região Metropolitana de Belém. *In: Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 13., 2015. **Anais...** Curitiba (PR), 2015.

FERNANDES, F. S. A decomposição do modelo da Global Reporting Initiative (GRI) para avaliação de relatórios de sustentabilidade, **Revista do BNDES**, n. 34, p. 101-132, 2010.

FIGUEIRAS, D. **Cadeia produtiva do açaí ganha força com incentivos estaduais**, Agência Pará, 01/04/2016. Disponível em: <<http://agenciapara.com.br/Noticia/123135/cadeia-produtiva-do-acai-ganha-forca-com-incentivos-estaduais>>. Acessado em 14 mai. 2016.

FISCHER, F. Todos de acordo?, **Revista Tecnológica**, n. 210, p. 42-48, 2013. Disponível em: <http://issuu.com/publicare/docs/210_maio_2013/42>. Acessado: 03 out. 2015.

FLEISHMANN, M.; KRIKKE, H. R.; DEKKER, R.; FLAPPER S. D. P. A characterization of logistics networks for product recovery, **Omega**, v. 28, p. 653-666, 2000.

FONSECA, E. C. C.; BARREIROS, E. C. M.; MELO, A. C. S.; NUNES, D. R. L.; CARNEIRO, M. P. Evolução dos estudos de logística reversa realizados no contexto nacional: uma análise bibliométrica. **Revista Produção Online**. Florianópolis, v. 15, n. 4, p. 1457-1480, 2015.

GUARNIERI, P. **Logística Reversa: Em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Recife: Clube de Autores, 2011. 307 p.

GOES, R. O.; MORENO, S. O.; TAVARES, F. F. C. Produção e avaliação das propriedades físicas e mecânicas de “madeira sintética” processada a partir do resíduo do beneficiamento do açaí. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014. **Anais...** Florianópolis, 2014.

GONÇALVES, T. B. L.; FEIJO, J. L.; SANTOS JR., E. C.; ROCHA C. I. L. Análise da cadeia produtiva do açaí: uma abordagem voltada ao estudo dos componentes de desempenho logístico. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012. **Anais...** Bento Gonçalves, 2012.

GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future, **European Journal of Operational Research**, v. 240, p. 603–626, 2015.

GUIMARÃES, M. G. **Produção de biocombustível líquido a partir de resíduo agroindustrial: caroço de pequi**. 2015. 53 f. Monografia (Graduação) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília. 2015.

GUPTA, S.; PALSULE-DESAI, O. Sustainable supply chain management: Review and research opportunities, **IIMB Management Review**, n. 23. p. 234-245, 2011.

Instituto Superior de administração e Economia (ISAE); Superintendência da Zona Franca de Manaus SUFRAMA. **Projeto Potencialidades Regionais – Estudo de Viabilidade Econômica – Açaí**. Manaus: Fundação Getúlio Vargas, 2003.

INVESTPARÁ. **O Estado do Pará é uma das grandes fronteiras agrícolas do Brasil**. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia (SEDEME), 2013. Disponível em: <<http://www.investpara.pa.gov.br/pt-br/o-estado-do-pará-é-uma-das-grandes-fronteiras-agr%C3%ADcolas-do-brasil>>. Acessado em: 14 mai. 2016.

KAJENDIRAKUMAR, C. Reverse Logistics Trends and Models – A Review, **Journal for Manufacturing Science and Production**, v. 8, n. 1, Mar. 2007 [published online: May 2011]. p. 1–14. Disponível em: <10.1515/IJMSP.2007.8.1.1>. Acessado em: 19 mai. 2016.

LAHR, F. A. R.; JUNIOR, H. S.; FIORELI, J. (Orgs.). **Non-conventional Building Materials based on agro-industrial wastes**. Bauru: Tiliform, p. 128–142, 2015.

LAOSIRIHONGTHONG, T.; ADEBANJO, D.; TAN, K. C. Green Supply Chain Management Practices and Performance. **Industrial Management & Data Systems**, n. 113, p. 1088-1109, 2013.

LEITE, P. R. Desafios da Logística Reversa de pós-consumo no Brasil, **Revista Tecnológica**, p. 64-67, 2014.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

LEITE, P. R.; BRITO, E. P. Z.; MACAU, F.; POVOA, A. O papel dos ganhos econômicos e de imagem corporativa na estruturação dos canais reversos, **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, Universidade Federal de Pernambuco**, v. 4, n. 4, 2006.

LEITE, P. R. Canais de Distribuição Reversos, **Revista Tecnológica**, abr. 1999. Disponível em: <<http://meusite.mackenzie.br/leitepr/CANAIS%20DE%20DISTRIBUI%C7%C3O%20REVERSOS%20-%20A%20COLETA%20SELETIVA.pdf>>. Acessado em: 19 mai. 2016.

LIMA, A. M.; CHRISTOFORO, A. L.; FARIA, L. J. G.; PANZERA, T. H.; BARRERO N. G. Influence of alkaline mercerization of treatment in the tensile strength of acai fiber. *In: LINTON, J. D. Sustainable supply chains: An introduction. Journal of Operations Management*, n. 25, p. 1075-1082, 2007.

LIRA, A. S. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Aspectos Relevantes**. TCC (Graduação) – Bacharelado em Direito, Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2010. 56 f.

MELO, A. C. S.; ALENCAR, E. D. M. Análise de cadeias produtivas: uma abordagem orientada pela análise de componentes de desempenho logístico. *In: OLIVEIRA, R. M. S. (Org.) Engenharia: Tópicos e aplicações*. Belém: EDUEPA, 2010. p. 99-128.

NOGUEIRA, A. K. M.; SANTANA, A. C.; GARCIA, W. S. A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009, **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 324-331, 2013.

PAULA, M. B. A importância das cooperativas de reciclagem na consolidação dos canais reversos de resíduos sólidos urbanos pós-consumo. *In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*, 14., 2010, **Anais...** São Paulo, 2010.

PEREIRA, E. N.; RODRIGUES JÚNIOR, V. C. Carvão do caroço de açaí (*Euterpe oleracea*) ativado quimicamente com hidróxido de sódio (NaOH) e sua eficiência no tratamento de água para o consumo. Moju: Clube de Ciências de Moju (CCIM), 2013. 24 f. , 27. **Anais...** Prêmio Jovem Cientista, Brasília, 2013.

PEREIRA, S. F. P.; MACIEL, A. E. S.; SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, J. S. Remoção de metais de águas superficiais usando carvão vegetal de açaí (*Euterpe oleracea* mart). *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION*, 13, 2014. **Anais...** Guimarães (Portugal), 2014.

PESSOA, J. D. C.; REIS, A. R. Aproveitamento energético dos resíduos na agroindústria. *In: PESSOA, J. D. C.; TEIXEIRA, G. H. A. Tecnologia para inovação nas cadeias Euterpe*, p. 287-303, 2012.

RAMOS, R. **Definição Logística Reversa**. Disponível em: <<http://liquidation.com.br/definicoes-logistica-reversa/>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

QUEMEL, R.; CARVALHO, A. C. N.; PENICHE, E. P.; SILVA, R. N. C. Logística Ambiental: a eco-eficiência como prática estratégica no processo de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Indústria Mariza Alimentos LTDA, **Rev. Adm. e Cont. (RAC-FCAT)**, n. 1, p. 1-31, 2014.

REIS, B. O.; SILVA, I. T.; SILVA, I. M. O.; ROCHA, B. R. P. Produção de briquetes energéticos a partir de caroços de açaí. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4. 2002. **Anais...** Campinas, 2002.

REIS, E. N.; JESUS, E.; SILVA, C. F.; PAGANO, R. L.; SILVA, A. S.; PACÍFICO, J. A. Obtenção de auxiliar de flocculação a partir de resíduos de sementes de frutas visando o tratamento de água. **Rev. GEINTEC**, São Cristóvão (SE), v. 4, n. 4, 2014.

ROMERO, J. **Natura e Pará, uma parceria sustentável**, INVESTPARÁ, 2012. Disponível em: <http://www.investpara.pa.gov.br/sites/default/files/josie_rome-ro.pdf>. Acessado em: 14 mai. 2016.

SANTOS, I. P.; MONTEIRO, L. J. P.; LIMA, C. U. S.; DIAS, C. G. B. T. Construção de um secador rotativo: secador e separador de frações de resíduo do caroço de açaí pós-manufaturado. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 6, 2010. **Anais...** Campina Grande (PB), 2010.

SANTOS, R. F., MARINS, F. A. S. Integrated Model for Reverse Logistics Management of Electronic Products and Components. **Information Technology and Quantitative Management**, n. 55, p. 575-585, 2015.

SARKIS, J. A Strategic Decision Framework for Green Supply Chain Management. **Journal of Cleaner Production**, n. 11, p. 397-409, 2003.

SEYE, O.; SOUZA, R. C. R.; BACELLAR, A. A.; MORAIS, M. R. Caracterização do caroço de açaí como insumo para geração de eletricidade via gaseificação. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 7, 2008. **Anais...** Fortaleza, 2008.

SILVA, E. K. **Avaliação do uso de moinha de carvão na compostagem de lodo de esgoto e caroço de açaí para o cultivo milho (Zea mays L.)**. 2014. 61f. Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical. Macapá, 2014.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVEIRA, E. **Plástico de açaí**, Pesquisa FAPESP, São Paulo, n. 196, p. 56-57, 2012.

SINGH, S. R.; SAXENA, N. A Closed Loop Supply Chain System with Flexible Manufacturing and Reverse Logistics Operation under Shortages for Deteriorating Items. In: International Conference on Computational Intelligence - Modeling Techniques and Applications, **Procedia Technology**, v. 10, p. 330-339, 2013.

SHEU, J.; CHOU, Y.; HU, C. An Integrated Logistics Operational Model for Green-Supply Chain Management. **Transportation Research Part E**, v. 41, p. 287-313, 2005.

SOBOTKA, A.; CZAJA, J. Analysis of the Factors Stimulating and Conditioning Application of Reverse Logistics in Construction. Operational Research in Sustainable Development and Civil Engineering. In: MEETING OF EURO WORKING GROUP AND 15TH GERMAN-LITHUANIAN-POLISH COLLOQUIUM, **Procedia Engineering**, 122, p. 11-18, 2015.

TURINI, E. **Conjuntura mensal: Açaí (fruto)** – de 01 a 31/03/2015, Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_03_27_16_51_36_conjuntura_de__acai__marco-15.pdf>. Acessado em: 01 out. 2015.

XAVIER, D. J. C.; SOUZA, R. C. R.; SEYE, O.; ATLAS A. BACELLAR, A. A.; SANTOS, E. C. S.; KATRIANA T. FREITAS, K. T.; MÔNICA RODRIGUES, M.; MÁRCIA R. MORAIS, M. R.; EULER L. GUIMARÃES, E. L. O beneficiamento do açaí no projeto modelo de negócio de energia elétrica em comunidades isoladas na Amazônia – NERAM. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6, 2006. **Anais...** Campinas, 2006.

XAVIER, L. H.; CORRÊA, H. L. **Sistemas de Logística Reversa: Criando cadeias de suprimentos sustentáveis**. São Paulo: Ed. Atlas, 2013.

YOUNG, R. R. Managing Residual Disposition: Achieving Economy, Environmental Responsibility, and Competitive Advantage Using the Supply Chain Framework. **The Journal of Supply Chain Management**, p. 57-66, 2000.