

Análise do processo de beneficiamento da Palmeira Real da Austrália (palmito em conserva) para determinação das variáveis que influenciam as operações de valorização de seus resíduos

Recebido em 10/11/2011. Aceito em 11/01/2012.

Liziane da Luz Seben

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGE/P/FRGS

liziprod@producao.ufrgs.br

Istefani Carísio de Paula

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGE/P/FRGS

istefani@producao.ufrgs.br

Samanta Guimarães Viana

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGE/P/FRGS

samanta.viana@ufrgs.br

Contemplando os aspectos econômicos e ambientais da sustentabilidade, a valorização de resíduos vegetais provenientes de outros processos produtivos mostra-se como um meio de gerar ganhos econômicos para empresas, bem como ganhos para o meio ambiente dentro de uma perspectiva de sustentabilidade. O objetivo deste artigo é analisar o processo produtivo de indústria beneficiadora de palmito em conserva para determinação das variáveis que influenciam as operações de valorização de seus resíduos. Para a análise do cenário foi escolhida uma empresa beneficiadora de palmito e seu processo produtivo foi mapeado. A partir da análise literária sobre métodos de extração, foram realizados ensaios para verificar a qualidade da polpa gerada a partir dos resíduos, quando submetidos a processos extrativos em condições distintas. Esses testes serviram de suporte a base para a definição de variáveis controláveis que podem influenciar não somente o comportamento de polpas resultantes, mas também todo o cenário de processamento de materiais residuais em produtos de alto valor agregado.

Palavras chave: Palmeira Real da Austrália (*Archontophoenix alexandrae*); valorização de resíduos; processos de extração de celulose.

Regarding the economic and environmental aspects of sustainability, the recovery of vegetal waste from distinct production processes arises as a means for generating economic gains to organizations, as well as environmental benefits. This study presents a scenario that involves the process of cellulose pulp extraction correlated with the production of canned palm hearts, considering waste recovery. For the proposed scenario, the production process of a canned palm hearts company was

mapped. References about cellulose extraction methods, from literature, were the basis for essays. They were carried out in the company production process to verify the cellulose pulp's quality if submitted to the routine extractive operations, using different conditions. The tests were the basis for the definition of controllable variables that can influence not only the behavior of resulting cellulose pulps, but also the whole scenario of converting residual materials into high aggregate value products.

Keywords: King Alexander Palm (*Archontophoenix alexandrae*); wastes valuation; cellulose pulp extraction processes

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio no Brasil é uma atividade relevante para a economia, pois o país conta com grande diversidade de espécies vegetais e vasta extensão territorial (MAPA, 2010; CEPEA, 2010; CASTRO; GUEDES, 2010). O Brasil apresenta 388 milhões de hectares de terras férteis, propícias à agricultura, dos quais 90 milhões ainda não foram explorados (MAPA, 2010). Na região Sul predominam os produtos agrícolas soja, arroz, milho, trigo, cana-de-açúcar, mandioca, representando mais que 80% do volume produzido de fontes vegetais (IBGE, 2008). Entretanto, um mercado recente vem ganhando espaço nesta região, principalmente no estado de Santa Catarina (SC), que é o cultivo de Palmeira Real da Austrália (*Archontophoenix alexandrae*) para produção de palmito em conserva (RODRIGUES; DURIGAN, 2007). A exploração econômica do palmito é recente, pois até o início da década de 1990 a atividade era predominantemente extrativa e pouco organizada. A partir deste período, entretanto, o agronegócio do palmito passou a ser uma atividade relevante e com alto potencial em termos produtivos e econômicos.

Para atender a demanda nacional, o setor apresentou aumento do cultivo de espécies nativas e exóticas, sendo regulado por normas ambientais e de controle de qualidade. O cultivo de Palmeira Real da Austrália como alternativa para extração de palmito favoreceu a economia de diversas regiões, como norte e sul do país. Uma vez que este tipo de lavoura se adapta melhor ao clima tropical ou subtropical, as lavouras são preferidas por agricultores que investem em processos menos capitalizados, em amplitude maior de localidades do Centro – Sul do país. Seu cultivo está difundido nos estados de Santa Catarina (SC), Paraná (PR), Rio de Janeiro (RJ) e Espírito Santo (ES), nos municípios de região litorânea ou serrana onde ocorrem temperaturas mais baixas, gerando renda e crescimento para estas regiões.

No Rio Grande do Sul (RS), a atividade produtiva se estabeleceu, já que o clima é propício. Na região do Vale do Rio Pardo, a produção de palmito em conserva tornou-se uma alternativa para o desenvolvimento da região, por meio da formação de cooperativa de produtores de Palmeira Real da Austrália (RODRIGUES; DURIGAN, 2007). O produto gerado é vendido no mercado próximo da região, auxiliando diversas famílias a aumentar suas rendas. Entretanto, o processo de palmito em conserva gera um montante de resíduos e que é depositado no local de colheita, a fim de serem incorporados como matéria-orgânica, uma vez que o acúmulo é volumoso, tornando-se um passivo ambiental.

Entre os trabalhos propostos para a valorização do resíduo estão: a aplicação das bainhas medianas da palmeira para produção de enzimas hidrolíticas por fungos do gênero *Polyporus* (ISRAEL, 2005) usadas em indústrias de alimentos e bebidas, bem como em indústrias têxteis e de produtos de limpeza. Trabalhos também indicam o uso dos resíduos para a obtenção de produtos alimentícios como biscoitos fibrosos (VIEIRA, 2006); ou como substratos no cultivo de fungos das espécies *Pycnoporus sanguineus* (BORDERES, 2006) e *Lentinula edodes* (TONINI, 2004), os quais são usados para fins comestíveis, biorremediação ou tratamento de efluentes. Entretanto, nenhum destes trabalhos aborda o processo de extração de celulose como alternativa para a valorização dos resíduos.

Estudos têm sido realizados pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) em parceria com empresa de pequeno porte, privada, cuja atividade é a produção de palmito em conserva. Os trabalhos citam o aproveitamento dos resíduos gerados na extração de palmito da Palmeira Real da Austrália para obtenção de inulina a partir das bainhas. O procedimento proposto na referida pesquisa de produção de inulina tem caráter de inovação, visto que na Europa a inulina é obtida da raiz da chicória. O método proposto é inovador e ainda se encontra em estudo, mas em 2008 deu origem a uma patente.

A inulina é um nutriente funcional, composto por frutose, e considerado uma fibra alimentar solúvel (PI 0606063-3, 2008). Mesmo após a produção da inulina, ainda resta material vegetal como subproduto desta reação. Tal subproduto tem potencial para gerar polpa celulósica visto que contém fibras. Assim, surge a questão se seria possível realizar a valorização do resíduo da extração de inulina para produção de celulose empregando as mesmas operações do processo da inulina e processo de extração alcalina.

Partindo-se da premissa de que o resíduo da produção de inulina de bainhas da Palmeira Real da Austrália possa servir de fonte para obtenção de polpa de celulose, bem como o resíduo *in natura* (antes de extração de inulina), o objetivo deste trabalho é analisar o processo produtivo de unidade industrial beneficiadora de palmito em conserva para determinação das variáveis que influenciam as operações de valorização de seus resíduos para obtenção de celulose. Entende-se como limitação deste trabalho o estudo de um único processo. Justifica-se tal decisão pelo fato de se tratar de um estudo exploratório sobre a obtenção de celulose de resíduos e pelo fato de que o gestor da empresa ter especial interesse no estudo de aproveitamento do resíduo tanto para obtenção de inulina quanto para obtenção de celulose.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A mata Atlântica abriga nove gêneros e trinta e nove espécies de palmeira. O gênero *Euterpe*, família *Palmae*, constitui a palmeira mais usada para a exploração de palmito no Brasil. Plantas da família *Palmae* do gênero *Archontophoenix spp.* vêm ganhando destaque como alternativa à extração de espécies nativas. Este gênero engloba as espécies de palmeiras originárias do leste da Austrália, que no Brasil são comumente chamadas de Palmeira Real da Austrália, sendo que existem seis espécies distintas da planta, embora as de maior interesse para a extração do

palmito são a *Archontophoenix alexandrae* e a *Archontophoenix cunninghamiana* (BOVI *et al*, 2003; RAMOS; HECK, 2003).

2.1. Palmeira Real da Austrália (*Archontophoenix alexandrae*)

A Palmeira Real da Austrália (*Archontophoenix alexandrae*) representa importante alternativa agroecológica para diversificação vegetal e geração de fonte de renda para sistemas produtivos em diversas regiões do país, pois gera palmito de boa qualidade em curto prazo, a partir da busca por plantas nativas (SANTOS *et al*, 2003; RODRIGUEZ JÚNIOR, 2005). Seu rápido crescimento, resistência a diversas doenças, adaptação a diversos tipos de solos e a qualidade do palmito gerado impulsionaram a expansão desta cultura (UZZO *et al*, 2004; RODRIGUEZ JÚNIOR, 2005). O clima favorável para o cultivo da espécie pode ser tropical ou subtropical, quente e úmido. Obedecendo as condições climáticas favoráveis, o cultivo voltado para a produção de palmito foi desenvolvido primeiramente na região litorânea de SC (RAMOS; HECK, 2001). Segundo Bovi (1998) a espécie se adapta facilmente às áreas planas ou onduladas e distintos tipos de solos.

A alta produtividade da Palmeira Real da Austrália, porém, conduz à geração de grande quantidade de resíduo vegetal do processamento. O processo de extração do palmito exige o corte da palmeira, pois somente uma pequena parte interna do caule é utilizada para comercialização e consumo alimentício (BORDERES, 2006). Assim, a valorização do resíduo gerado apresenta-se como uma alternativa atraente para gerar desenvolvimento nos negócios do setor, alinhado com conceitos de sustentabilidade, como princípios de não geração de resíduos (PAULI, 1996; MCDONOUGH; BRAUNGART, 2002).

A parte do caule da Palmeira Real da Austrália que fornece o palmito é constituída por três camadas (bainhas): externa, mediana e miolo do palmito. A camada externa que envolve o palmito é fibrosa e tem por função proteger as folhas que estão em formação. São de cor esverdeada ou marrom e não são utilizadas na industrialização do palmito. Representa de 25 a 35% do seu peso seco, dependendo da espécie de palmito. A segunda camada de cor mais clara e que apresenta de 25 a 30%, é a bainha mediana ou semifibrosa. Esta camada é usada para proteger o palmito no transporte até a industrialização e também não é utilizada, sendo descartada no início do beneficiamento. Por fim, encontra-se o miolo, que contém baixo teor de fibras. Esta parte é que produz o palmito em conserva (LIMA; MARCONDES, 2005). O palmito pode ser definido como o produto comestível, de formato cilíndrico, macio e tenro, extraído da extremidade superior do estipe e bainhas foliares de certas palmeiras (BOVI, 1998). A retirada do palmito das áreas de cultivo se dá pelo corte total da palmeira (ISRAEL, 2005). As duas primeiras camadas têm potencial para servir de fonte para celulose, por serem fibrosas. Na Figura 1 podem ser observadas as partes da planta.

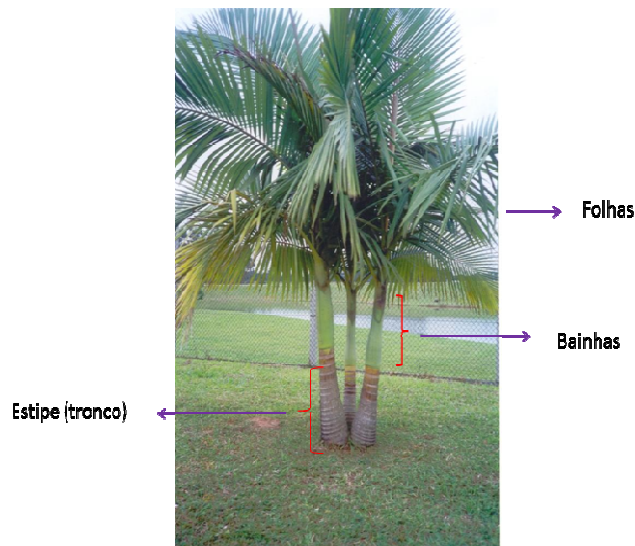


Figura 1 – Partes da planta Palmeira Real da Austrália (*Archontophoenix alexandrae*)

2.2. Resíduos Vegetais

Os resíduos de matérias vegetais podem ser considerados uma fonte abundante e renovável de produtos naturais. A biomassa característica das plantas constitui-se essencialmente de lignina, hemicelulose e celulose (RAJARATHNAM *et al*, 1992). Somente o resíduo gerado na indústria de palmito produz muitas toneladas em termos de bainhas medianas e externas, materiais que até o momento, são descartados do processo industrial. A prática usual para estes resíduos é o depósito no local de colheita, a fim de serem incorporados como matéria-orgânica, porém como se trata de um material rico em fibras, sua degradação é lenta, tornando-se um passivo ambiental.

O resíduo gerado na área de processamento, não apresenta também aplicação prática. Na área industrial de preparação do palmito em conserva, é recebido o palmito revestido das bainhas, com peso médio de 5 kg, do qual aproximadamente 95% são resíduos. Como alternativa de valorização das partes não reaproveitáveis das palmáceas cultivadas para a produção de palmito, se incluem o reaproveitamento para extração de açúcares e celulose.

2.2.1. Processos alcalinos de extração de celulose

Os processos de extração de celulose em meio alcalino são os mais flexíveis para o tratamento de diferentes matérias-primas, desde madeiras como eucalipto e pinus, até resíduos vegetais lignocelulósicos (EPA, 1995; SIXTA, 2006). Os dois processos comumente utilizados nas indústrias são a soda e kraft, sendo que o kraft difere do anterior pelo uso de sulfeto de sódio (Na_2S) no licor de cozimento (solução aquosa que contém os reagentes que atuam no polpeamento, isto é, na deslignificação) por este atuar como agente deslignificante. Entretanto, a adição de Na_2S no licor provoca a liberação de compostos reduzidos de enxofre na atmosfera, promovendo problemas odoríferos (GOMIDE *et al*, 1987; D'ALMEIDA, 1988). Como

alternativa ao uso de compostos de enxofre, é proposto o uso de aditivos de processo que auxiliem na etapa de deslignificação, os quais são consumidos no processo de polpeamento, sem risco de toxicidade e geração de efluentes indesejáveis (SOUZA *et al*, 2008).

Os reagentes e as condições de processo são determinadas visando promover a remoção da lignina sem a degradação excessiva das fibras de celulose. As variáveis associadas com a operação de deslignificação são: temperatura de cozimento; tempo de cozimento; relação licor/material utilizado para polpeamento; concentração do licor de cozimento. A concentração do agente químico ativo no licor de cozimento é a variável mais importante que afeta a taxa da reação, pois o aumento desta propicia o aumento da velocidade da reação (D'ALMEIDA, 1988).

Estudos realizados com cavacos de madeira de eucalipto indicam que o uso de aditivos como a antraquinona (AQ) no licor de cozimento destes processos mostra-se uma alternativa favorável para aumentar rendimento, favorecendo a deslignificação e preservação da celulose, uma vez que a carga alcalina pode ser reduzida (SILVA JÚNIOR, 1997; JERÔNIMO, 1997; BASSA; SACON, 2002; SANTOS; SANSÍGOLO, 2002).

As temperaturas de cozimento são próximas a 170 °C para um tempo de cozimento que pode variar de 45 a 120 minutos (SILVA JÚNIOR, 1997; SANTOS; SANSÍGOLO, 2002; KHRISTOVA *et al*, 2005; VASCONCELOS, 2005; KHIARI *et al*, 2010). A relação licor/material utilizada para madeira é de 4:1 ou 5:1, entretanto, para materiais mais volumosos com densidade menor esta relação pode ser alterada para valores maiores (D'ALMEIDA, 1988).

O processo alcalino de extração de celulose foi testado para vários resíduos com o intuito de caracterização da polpa e aplicabilidade da mesma. Entre os resíduos utilizados se incluem raque da Tamareira (KHRISTOVA *et al*, 2005; KHIARI *et al*, 2010), palha de arroz (RODRÍGUES *et al*, 2010), palha de trigo (DENI *et al*, 2004), bagaço de cana de açúcar (KHRISTOVA *et al*, 2005). Os estudos apontam diferenças na qualidade da polpa de acordo com as condições de processo, que envolvem concentração de carga alcalina, uso de aditivos e tempo de polpeamento na temperatura estipulada para o polpeamento.

3. MÉTODO

Este artigo faz parte de uma pesquisa de natureza aplicada, envolvendo procedimentos experimentais para obtenção de celulose a partir de resíduos. A pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (GIL, 2008). A etapa da pesquisa que consiste no escopo deste artigo teve como problema: seria possível realizar a valorização do resíduo da extração de inulina para produção de celulose empregando as mesmas operações e variáveis do processo de extração da inulina? A investigação deste problema foi abordada de forma qualitativa, tendo como fontes de evidência: entrevistas, observação, levantamento de informações documentais e da literatura. A pesquisa qualitativa considera a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados aos mesmos, ao passo que não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados, onde os pesquisadores tendem a analisar os dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (SILVA; MENEZES, 2005).

Para a operacionalização deste trabalho foram necessárias as seguintes etapas preliminares:

i) definição, por conveniência, da empresa alvo do estudo, beneficiadora de materiais vegetais; ii) identificação do resíduo vegetal relacionado com a atividade fim da empresa escolhida, que beneficia o palmito da Palmeira Real da Austrália; iii) levantamento de informações na literatura a respeito do vegetal Palmeira Real da Austrália e sobre os resíduos resultantes da atividade de fabricação de palmito em conserva e descartados na empresa; iv) levantamento dos referenciais teóricos sobre extração de celulose a partir de madeira e outras fontes. Assim, as variáveis de processo foram identificadas como referência para a proposição de método extrativo voltado para resíduos.

Na sequência, no estudo de campo foram realizadas as seguintes etapas:

v) mapeamento e análise do processo de fabricação de palmito em conserva vigente na empresa definida no item (i), a fim de se identificar o potencial de valorização dos resíduos gerados e o destino dado para estes atualmente na empresa. O mapeamento foi realizado através da coleta de dados com o proprietário do negócio, por ter visão global do processo, visitas orientadas e observação do processo no local; nesta etapa, além do mapeamento e observações no processo produtivo foi consultada a patente de extração de inulina PI 0606063-3 A, do ano de 2008. Do resíduo da bainha da palmeira é extraída, por hidrólise ácida a inulina que fica no licor e resta o material vegetal da bainha. As operações do processo de extração da inulina foram mapeadas e serviram de cenário para extração de celulose do material vegetal resultante da obtenção de inulina;

vi) realização de testes exploratórios de extração de celulose a partir do material vegetal do processo de obtenção de inulina, além do material vegetal destinado a resíduo no beneficiamento do palmito. Os materiais vegetais foram tratados com hidróxido de sódio (NaOH), segundo concentrações indicadas na etapa (iv), e submetidas à extração nas instalações do processo de beneficiamento do palmito, sendo que todas as polpas obtidas foram levadas a uma estufa Biomatic na temperatura de 68°C para secagem e permaneceram 24 horas até atingir peso constante;

vii) as amostras obtidas pelo polpeamento da etapa (vi) foram submetidas à análise do teor de deslignificação ou lignina residual na polpa, a partir da análise do número kappa (ABNT, 2005) e; ix) análises finais, após realização dos testes preliminares em campo foi possível identificar diferenças nas características da polpa obtida. Estes resultados serviram de fonte para futuro delineamento experimental, que não faz parte do escopo deste artigo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa tem seu negócio voltado ao beneficiamento de palmito para produção de conservas, por esta razão conta com uma Cooperativa formada por 170 famílias no RS responsáveis por 60 ha de cultivo de Palmeira Real da Austrália para fornecer matéria-prima para a comercialização. A empresa alvo localiza-se no município de Vale do Sol, região do Vale do Rio Pardo. Nas localidades de Candelária, Vale do Sol, Santa Cruz do Sul, Montenegro, Osório, Maquiné, Praia do Pinhal e Torres estão as áreas destinadas para plantação de palmeira. Na unidade industrial a área é de 4 ha de terras destinadas às instalações. A empresa funciona

de segunda a sexta-feira, das 7:15 às 11:30h e das 13:00 às 17:30h. Seu quadro funcional é composto por dez encarregados de produção e três sócios que administram o negócio e auxiliam eventualmente a mão-de-obra.

A matéria-prima que alimenta o processo na empresa é composta apenas das bainhas, sendo que as folhas e o estipe da planta permanecem no campo, onde a palmeira é cultivada (estes resíduos não foram considerados no escopo deste estudo). As bainhas ficam armazenadas em galpão até que sejam descascadas para obtenção do palmito. Nesta etapa foi confirmada a possibilidade de valorização de resíduos, uma vez observado o alto volume de resíduo gerado proveniente do descascamento. As bainhas externas ao palmito tornam-se passivo ambiental, já que são deixadas no campo da empresa beneficiadora. A fonte vegetal alvo deste estudo são as bainhas medianas da Palmeira Real da Austrália que envolvem o palmito. Este material é rico em fibras, como comentado na literatura. Além disso, 95% do peso do material que chega à empresa beneficiadora de palmito é destinado a resíduo.

O estudo foi realizado pela observação da produção de palmito em conserva nas condições atuais que envolvem: transporte das bainhas da Palmeira Real da Austrália vindas do interior do RS, descascamento e corte do palmito com geração de resíduos, lavagem e envase do palmito, tratamento térmico do material, rotulagem e estocagem para posterior venda. Para mapeamento do processo foram coletados dados a partir de entrevista com o proprietário da empresa beneficiadora ao longo de visitas ao local e entrevistas com o proprietário. No total foram realizadas três visitas no período de junho a novembro de 2010. Na Figura 2 está apresentado o mapeamento do processo de beneficiamento de palmito. O processo é composto por 12 etapas, além do descarte do resíduo. As etapas são brevemente descritas de modo a ilustrar a sequência do processo e tecnologia empregada.

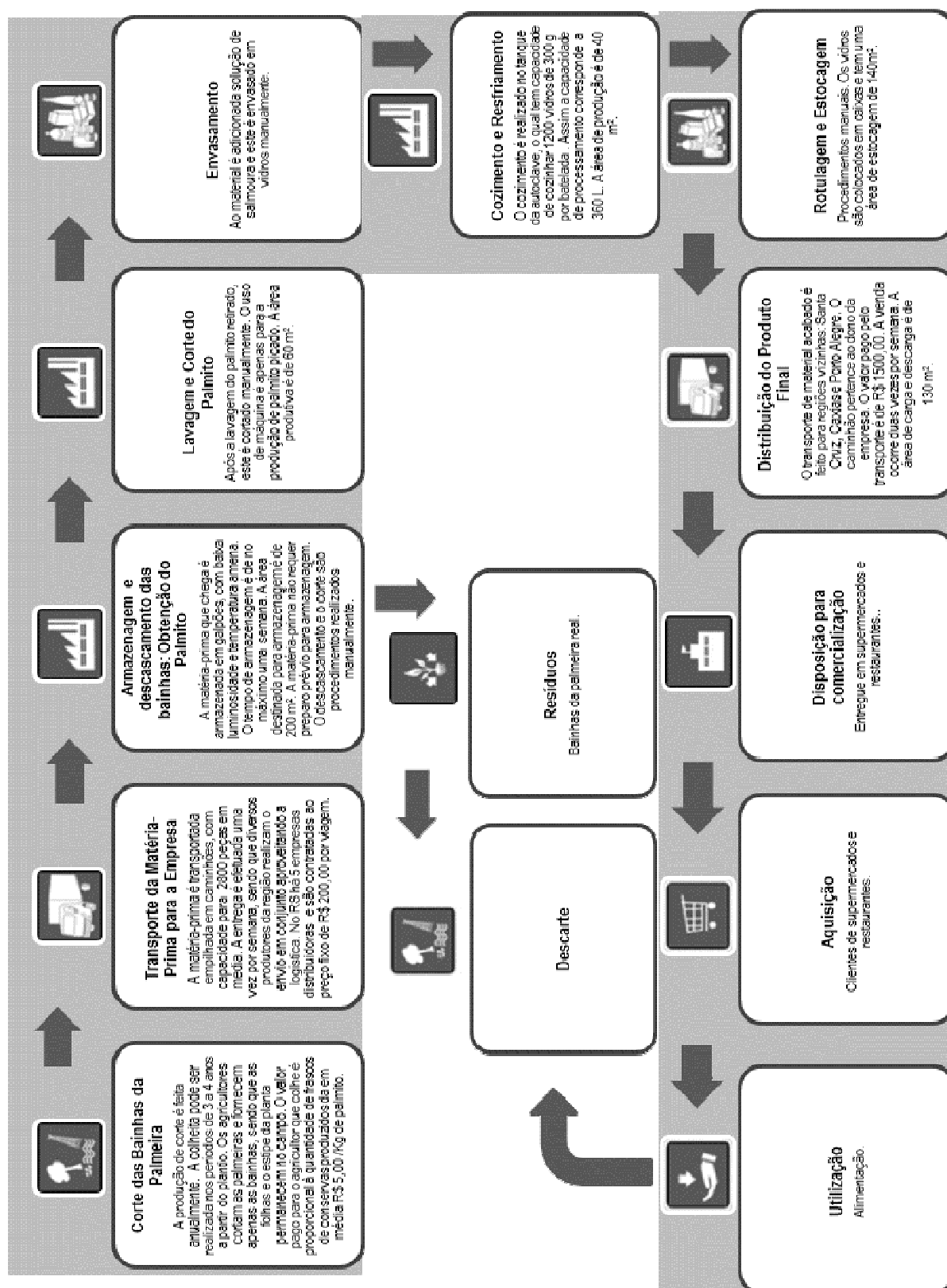


Figura 2 – Mapeamento das etapas de beneficiamento de palmito em conserva

Na etapa de estudo de processos de extração de celulose, foram identificados as operações comumente utilizadas nas indústrias, indicando que processos alcalinos são os mais flexíveis às distintas fontes vegetais. A tabela 1 mostra os

parâmetros encontrados na literatura pesquisada para os valores das variáveis de processo de extração.

Tabela 1 – Parâmetros para a extração alcalina

Parâmetros	Condições	Autores
Álcali ativo (como NaOH) (%)	15-29*	D’Almeida, 1988; Silva Júnior, 1997; Santos e Sansígolo, 2002; Khristova et al, 2005; Vasconcelos, 2005 e Khiari et al., 2010
Relação licor/madeira (L/kg)	4 a 5	
Temperatura máxima (°C)	170	
Tempo de cozimento (minutos)	45 a 120	
Carga de antraquinona (%)	0,05 a 1*	Bassa e Sacon, 2002; Santos e Sansígolo, 2002; Khristova et al, 2005; Khiari et al., 2010 e Rodrigues et al., 2010.

* Relação massa seca

Após mapeamento do processo, identificação de equipamentos e oportunidades de valorização do resíduo, foi possível propor cenários de aproveitamento do resíduo, integrados com o processo existente. Para a construção do projeto integrado de beneficiamento de palmito com valorização de resíduos para a extração de celulose, foram levantadas e estudadas as operações de extração de celulose comumente citadas na literatura e utilizadas nas indústrias. Uma vez que o resíduo gerado no processo de produção de palmito em conserva é rico em fibras, foi testada, com base nos processos de extração estudados, a extração de celulose. Os testes, que contemplaram tanto a remoção das bainhas da palmeira, quanto a trituração e posterior extração nas diferentes condições duraram três dias.

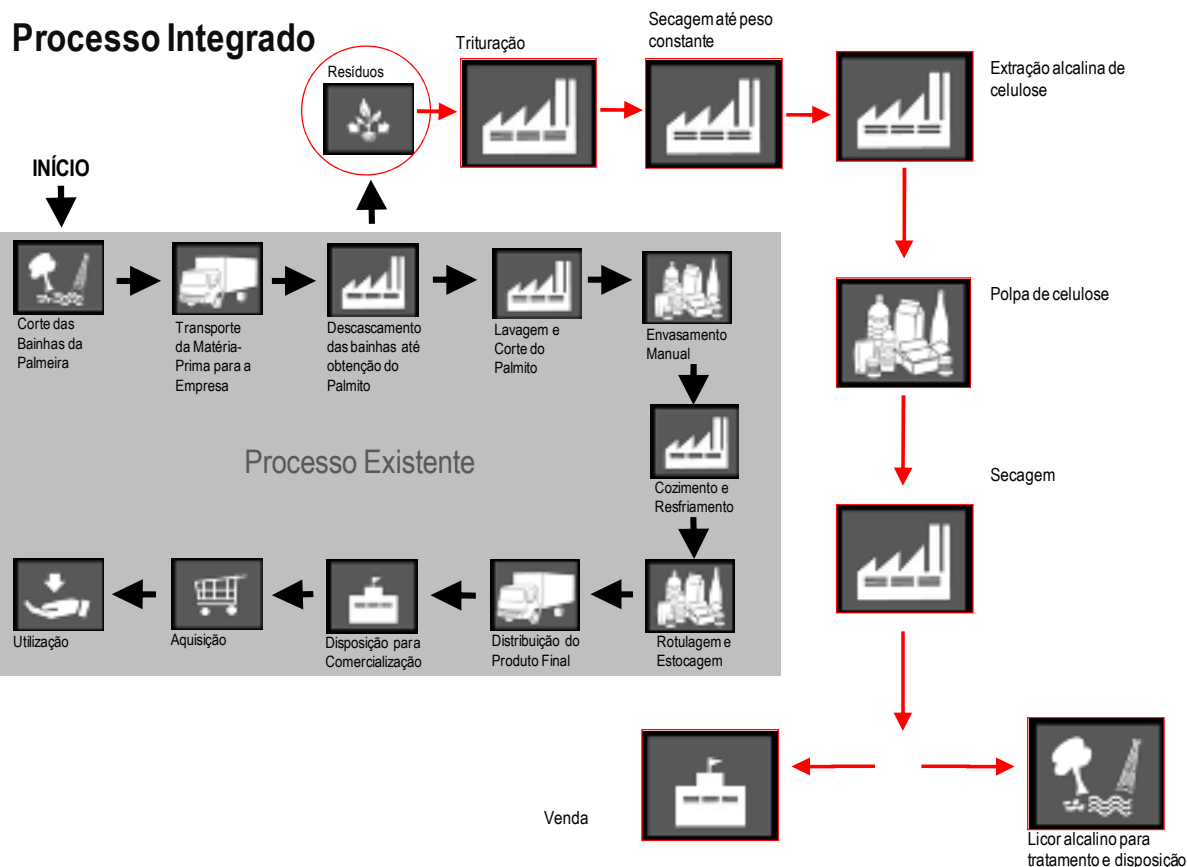


Figura 3 – Processo integrado de valorização do resíduo por extração alcalina (cenário 1)

A valorização do resíduo dentro do processo de fabricação de palmito em conserva, proposta nesta pesquisa, contemplou dois possíveis cenários: apenas extração de celulose, diretamente do resíduo (cenário 1 - Figura 3) e a geração de inulina e posterior extração de celulose (cenário 2 - Figura 4). Para a construção do caminho 2, após produção de inulina de acordo com a patente PI 0606063-3 A, foi necessário inserir etapas de neutralização e secagem, visto que o resíduo é submetido à hidrólise ácida e, portanto precisa ser seco e neutralizado antes da adição do álcali para a extração da celulose. Para a etapa de secagem propriamente, não existe nenhum tipo de equipamento disponível na instalação industrial, sendo que estes deveriam ser incorporados ao processo. Para a trituração da matéria vegetal, entretanto, contou-se com um triturador com motor movido a óleo diesel.

Processo Integrado

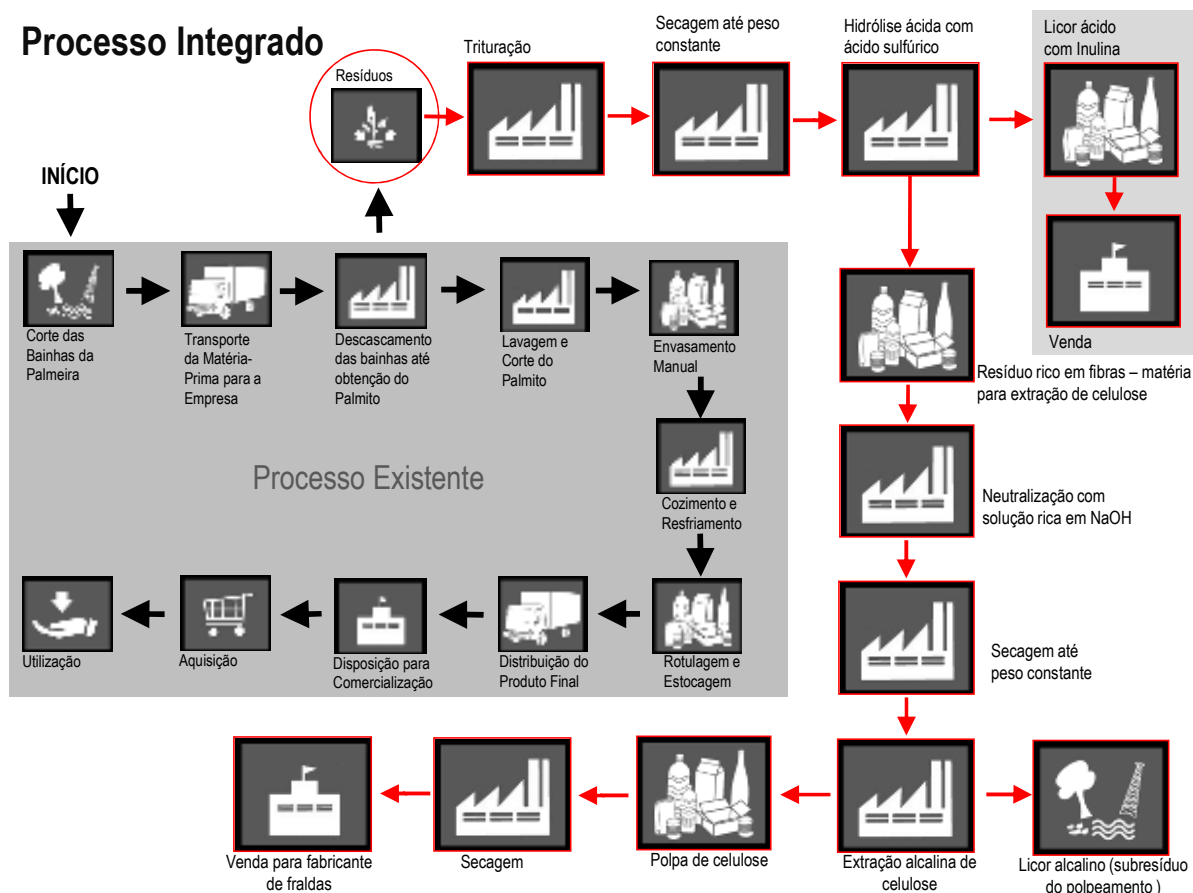


Figura 4 – Processo integrado de valorização do resíduo com hidrólise ácida e extração alcalina (cenário 2)

Uma vez propostos os conceitos de valorização, foram estimadas as capacidade de processamento de polpa, considerando a produção de resíduos conforme a produção de palmito em conserva. Considerando que na Cooperativa existem 170 famílias responsáveis por 60 ha de cultivo de Palmeira Real da Austrália, para fornecer matéria-prima para a fábrica de palmito, e que em cada hectare são plantadas em média 15000 palmeiras, foi informado que anualmente são cortadas 5000 palmeiras por hectare. Assim, 300000 plantas por ano são cortadas para gerar as bainhas que servirão para a retirada do palmito.

O corte é realizado a partir de plantas de aproximadamente 3 metros, sendo que o caule e bainhas e folhas pesam aproximadamente 20 kg, mas apenas as bainhas são transportadas e chegam à unidade fabril. A partir da massa das bainhas, pode se calcular a quantidade de material destinado a resíduo. Através de serviço terceirizado realizado no laboratório de Central Analítica da Universidade de Santa Cruz (UNISC) foram realizados ensaios para determinação de umidade (g/100g) das bainhas da Palmeira Real da Austrália, as quais foram coletadas em novembro de 2010 nos arredores da empresa alvo deste estudo. Cada amostra foi composta por três bainhas de palmeiras distintas, as quais foram trituradas e misturadas para formar uma amostra representativa. A média de três repetições de cada amostra indicou o teor de umidade. Foram determinadas as umidades de três amostras.

A amostra 1 teve valor de umidade de 82,08 (g/100g), a amostra 2 de 82,90 (g/100g) e a amostra 3 de 79,83 (g/100g). A média dos três valores de umidade

indicou um valor de umidade de 81,60 g/100g. De posse destes valores, constata-se que a quantidade de palmito extraído e resíduo gerado por planta, equivale a 0,828 kg, uma vez que a bainha tem peso de 5 kg, dos quais 0,5 kg constituem-se o palmito extraído, logo o resíduo seco (livre de umidade) após extração equivale a este montante.

Conforme dados para resíduo livre de umidade, a quantidade total gerada anualmente pelas 300000 palmeiras é de cerca de 248400 kg. Amostras de resíduos foram submetidas ao processo de hidrólise ácida conforme condições descritas na Patente (PI 0606063-3, 2008), e a testes de extração alcalina dentro das condições de processo visualizadas nas instalações da fábrica de palmito em conserva e com incremento da etapa de secagem. Os ensaios de extração propostos deveriam atender às restrições impostas pelas instalações, que apresentavam limitações quanto ao uso de altas temperaturas, controle de emissões atmosféricas e tratamento de efluentes, já que o processo de fabricação de palmito em conserva por si só não gera efluentes e emissões que precisem de tratamento.

O primeiro ensaio (1) foi o de hidrólise ácida, o qual manteve as condições apresentadas na patente. Os ensaios (2) e (3) contemplaram apenas extração alcalina ou extração alcalina seguida de hidrólise respectivamente. Nestes dois últimos foram utilizadas a concentração de carga alcalina definida de acordo com o levantamento bibliográfico mostrado na Tabela 1, porém não foram usados aditivos de processo. A relação licor/material ficou em 10:1, pois o material é volumoso e precisa ser totalmente recoberto com solução. Todos os experimentos foram realizados à temperatura máxima admitida nos equipamentos de 127 °C e pressão de 1,5 atm. Na Tabela 2 são mostradas as condições experimentais dos três testes.

Tabela 2 - Condições experimentais para testes de hidrólise ácida e de extração alcalina dos resíduos gerados no beneficiamento do palmito extraído da Palmeira Real da Austrália

Experimento	Massa seca (g)	Concentração reagente	Relação licor: material	Tempo na temperatura definida (min)
(1) Hidrólise ácida	100	3% v/v de H_2SO_4	10:1	30
(2) Extração Alcalina	50	20% m/m de NaOH	10:1	60
(3) Extração alcalina pós hidrólise ácida	50	20% m/m de NaOH	10:1	60

A reação de hidrólise ácida apresentou rendimento de 54%, e a extração alcalina de 50% depois da etapa de secagem, sendo que o processamento do material nas duas etapas teve rendimento de 27%.

No licor ácido está presente a inulina, que até o momento presente deverá ser submetida a estudos de purificação e posterior venda. Assim, para o montante de 248400 kg, tem-se 134136kg de material residual restante, já que o produto de interesse descrito na patente é a inulina, que ainda não possui produtores em nível nacional. Este subproduto da hidrólise ácida foi então neutralizado com solução de

NaOH até pH neutro, a seguir foi destinado à extração alcalina, a qual apresentou rendimento de 50%, gerando 67068 kg de polpa de celulose. Logo, o rendimento do processo considerando os dois tratamentos do material vegetal é de 27%. Se o montante de 248400 kg de resíduos gerados na etapa de descascamento até obtenção de palmito fosse submetido diretamente ao processo de extração alcalina, considerando o rendimento de 50%, a geração de polpa é de 124200Kg. De posse destes dois resultados, verificam-se os rendimentos em polpa de 27 ou 50%, no entanto, mesmo com rendimento inferior de polpa, ao se aplicar a reação de hidrólise ácida é possível a obtenção de inulina.

Na etapa seguinte aos testes, as polpas obtidas foram analisadas em laboratório terceirizado a fim de se comparar o teor de deslignificação apresentado pelas mesmas, medido pelo número kappa (ABNT, 2005). O laboratório contatado está em empresa gaúcha produtora de polpa de celulose por processo ácido. Os resultados estão na Tabela 3, com as amostras numeradas de acordo com os ensaios (1,2 e 3).

Tabela 3 - Determinação do número kappa das amostras segundo experimentos de hidrólise ácida e de extração alcalina

Amostras referentes aos testes	Amostra (1)	Amostra (2)	Amostra (3)
Número Kappa	50,45	55,45	28,15

Com base nas diferenças observadas para as polpas obtidas nos três testes realizados, e com o intuito de obtenção de polpa de celulose para fins comerciais, é provável que testes com diferentes condições de processamento indiquem resultados distintos para qualidade da polpa segundo o teor de deslignificação. Segundo a norma NBR 302:2005 da ABNT o número kappa indica o teor de lignina residual ou capacidade de branqueamento da pasta celulósica, logo quanto menor for o valor do número kappa obtido, mais facilitada é a etapa de branqueamento da polpa, pois esta já sofreu maior deslignificação. O número kappa para polpa não branqueável deve estar entre 58 ± 2 , enquanto para polpa branqueável fica entre 28 ± 2 (VASCONCELOS, 2005). Assim, polpas submetidas à hidrólise ácida antes da extração alcalina, são mais adequadas para se obter polpas branqueáveis para fabricação de diversos tipos e papéis, inclusive aos de fins sanitários.

Entre as condições propostas para as variáveis do processo de extração, apenas a variável temperatura ficou limitada em 127°C , por ser a temperatura máxima de operação na autoclave disponível no local. Para compensar tal limitação, o tempo de polpamento (cozimento) foi maximizado. A concentração de NaOH e tempo de cozimento poderiam estar no seu limite superior, entretanto, por serem testes experimentais, valores médios foram utilizados. No momento de realização destes, não foi possível testar o uso de aditivos, por não estarem disponíveis e a compra não ser viável no momento.

Por fim, é proposto que a partir de experimentos com condições distintas das variáveis controláveis, como concentração de carga alcalina, concentração de aditivo de processo (que neste estudo não foi estudada) e tempo através de um de projeto de experimentos seja possível obter polpas com qualidade distintas. Os níveis de deslignificação para polpas que sofreram apenas um tratamento (amostras 1 e 2) são elevados, enquanto a amostra que teve dois tratamentos apresentou número kappa adequado para fins de polpas branqueáveis.

5. CONCLUSÃO

A valorização de resíduos gerados em um processo produtivo apresenta-se como um meio eficaz de proporcionar o desenvolvimento do mesmo e ainda beneficiar o meio ambiente. Estudos indicam que de acordo com as propriedades dos resíduos, estes podem gerar produtos de alto valor agregado. Frente a isso, o objetivo deste trabalho foi analisar o processo produtivo de unidade industrial beneficiadora de palmito em conserva para determinação das variáveis que influenciam as operações de valorização de seus resíduos.

Neste estudo uma empresa beneficiadora de material vegetal foi selecionada a fim de desenvolver seus negócios com a inserção da valorização dos resíduos vegetais gerados no processo vigente na unidade. Para proposição dos mesmos, foram estudados na literatura os processos de extração de celulose comumente empregados industrialmente e condições de operação dos mesmos. O estudo em campo indicou que resíduos podem ser valorizados por diferentes caminhos processuais, gerando produtos com propriedades distintas. Ainda, foram levantadas limitações nas instalações industriais que afetam no processo, que deverão ser submetidas a estudos visando realizar melhorias e aumentar a eficiência nas operações. Outro resultado obtido remete sobre a possibilidade de testar diferentes condições de extração de celulose do material vegetal, uma vez identificados as variáveis controláveis (tempo de reação, concentração de reagentes no licor) que podem ter efeito sobre a polpa produzida pelos processos testados. Os ensaios realizados nas operações de rotina da empresa forneceram subsídios para realização de ensaios futuros, em condições controladas, mas que levem em consideração as atuais limitações do processo produtivo original, que é a fabricação do palmito em conserva.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo fornecimento de bolsa de pesquisa e à empresa que permitiu a realização deste estudo com dados para a pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 302. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. Pasta celulósica - Determinação do número kappa, 2005.

BASSA, A.; SACON, V. M. Polpação kraft convencional e modificada para madeiras de *Eucalyptus grandis* e híbrido (*E. grandis* x *E. urophylla*). In: *Congresso e Exposição Anual de Celulose e Papel*, 35., 2002, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 2002.

BORDERES, J. *Produção de Pycnoporus sanguineus em resíduos do processamento da palmeira-real-da-australia*. p. Monografia (Trabalho de Conclusão

de Curso de Ciências Biológicas) – Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau: 2006.

BOVI, M. L. A. Cultivo da palmeira real australiana visando à produção de palmito. Campinas, SP. *Instituto Agrônomo de Campinas – Boletim Técnico*, Campinas, SP, n.172, abr. 1998.

BOVI, M. L. A.; GODOY JÚNIOR, G.; CEMBRANELLI, M. A. R.; SPIERING, S. H. Características físicas e produção de palmito de palmeira real australiana. *In: Congresso Brasileiro de Olericultura*, 43, 2003, Recife. Anais... Brasília: SOB, 2003, 4p. (CD-ROM).

CASTRO, M. C. D.; GUEDES, C. A. M. Inovações implementadas pela Embrapa para a promoção do desenvolvimento sustentável do agronegócio e do novo ambiente rural. *In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, 6, 2010, Niterói. Anais... Niterói: [s.n.], 2010.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). *Valores do pib do agronegócio brasileiro, 1994 a 2009, em R\$ milhões de 2009*. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/other/Pib_Cepea_1994_2009.xls>. Acesso em: 20 fev. 2011.

D'ALMEIDA, M. L. O. *Celulose e papel: tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. 2.ed. São Paulo: SENAI, IPT, v. 1, 1988.

DENIZ, I.; KIRCH, H.; ATES, S. Optimisation of wheat straw *Triticum drum* kraft pulping. *Industrial Crops and Products*, [s.l.], v.19, p.237-243, 2004.

ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (EPA). *Profile of the pulp and paper industry: relatório*. Disponível em: <<http://www.cluin.org/download/toolkit/pulppasn.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2010.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (FEPAGRO). *Reinaldo Simões Gonçalves. Processo de produção por hidrólise ácida a partir da planta de palmeira de inulina e substrato para plantas*. BR n. PI 0606063-3A, 27 dez. 2006, 19 ago. 2008.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMIDE, J. L.; VIVONE, R. R.; MARQUES, A. R. Utilização do processo soda/antraquinona para produção de celulose branqueável de *Eucalyptus* spp. *In: Congresso Anual de Celulose e Papel da ABCP*, 20., 1987, São Paulo. Trabalhos publicados. São Paulo: [s.n] p.35-42, 1987.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Produção agrícola municipal 2008: culturas temporárias e permanentes 2008*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2008/tab2.pdf>>. Acesso em: dez. 2010.

ISRAEL, C. M. *Utilização do resíduo do processamento do palmito para a produção de enzimas hidrolíticas por fungos do gênero Polyporus*. 136p, Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.

JERÔNIMO, L. H. *Adição de antraquinona na polpação alcalina e sua influência na branqueabilidade de celulose de Eucalyptus saligna Smith*. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Florestal) – Área de Tecnologia de Produtos Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

KHIARI, R.; MHENNI, M. F.; BELGACEM, M. N.; MAURET, E. Chemical composition and pulping of date palm rachis and Posidonia oceanica – a comparison with other wood and non-wood fibre sources. *Bioresource Technology*, [s.l.], v.101, p.775–780, 2010.

KHRISTOVA, P.; KORDSACHIA, O.; KHIDER, T. Alkaline pulping with additives of date palm rachis and leaves from Sudan. *Bioresource Technology*, [s.l.], v.96, p.79–85, 2005.

LIMA, L. R.; MARCONDES, A. A. Farinha de palmito. In: *Encontro Nacional de Produtores de Palmito de Palmeira-real*, 3, 2005, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Abrapalmer; EPAGRI, 2005.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. *Design Chemistry (MBDC). Remaking the way we make things: cradle to cradle*. New York: North Point Press, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Projeções do agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2020*. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/MAIS%20DESTAQUES/Proje%C3%A7%C3%B5es%20Agroneg%C3%B3cio%202009-2010%20a%202019-2020.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2011.

PAULI, G. *Emissão zero: a busca de novos paradigmas: o que os negócios podem oferecer à sociedade*. Tradução José W. M. Kaehler, Maria T. R. Rodriguez. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKA, M. N.; BANO, Z. Biopotentialites of the basidiomycetes. *Advances in Applied Microbiology*, [s.l.], v.37, p.223-361, 1992.

RAMOS, M. G.; HECK, T. C. Cultivo da Palmeira Real da Austrália para produção de palmito. *Boletim didático*, Florianópolis, n.40. Florianópolis, 2001.

RAMOS, M.G.; HECK, T. C. Cultivo de palmeira-real-da-austrália para produção de palmito. *Boletim Didático*, Florianópolis, n.40, 2.ed. 32p, 2003

RODRIGUES, A. S.; DURIGAN, M. E. *O agronegócio do palmito no Brasil*. Londrina: IAPAR, p.133, 2007.

RODRÍGUEZ, A.; SÁNCHEZ, R.; REQUEJO, A.; FERRER, A. Feasibility of rice straw as a raw material for the production of soda cellulose pulp. *Journal of Cleaner Production*, [s.l.], v.18, p.1084-1091, 2010.

RODRIGUES JÚNIOR, O. *Palmeira Real Australiana: Viabilidade econômica em propriedades localizadas no sudeste do estado de Minas Gerais*. 103p. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Contábeis) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças (FUCAPE), Vitória, 2005.

SANTOS, A. F.; BEZERRA J. L.; TESSMANN, D. J.; POLTRONIERI, L. S. Ocorrência de curvularia senegalensis em pupunheira e palmeira. *Fitopatologia Brasileira*, v.28, n.2, p.204, mar./abr. 2003.

SANTOS, S. R.; SANGÍGOLO, C. A. Deslignificação e resistências de polpas obtidas pelos processos Kraft, Kraft-AQ, Soda-AQ e soda de madeira de *Eucalyptus grandis*. In: *Congresso Ibero-americano de Investigação em Celulose e Papel*, 3., 2002, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n], 2002.

SILVA JÚNIOR, F. G. *Polpação kraft do eucalipto com adição de antraquinona, polissulfetos e surfactante*. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4.ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.

SIXTA, H. *Handobook of pulp*. Lenzing: Wiley-VCH, v. 1, 2006.

SOUZA, A. H. C. B. *Guia técnico ambiental da indústria de papel e celulose*. São Paulo: CETESB, 2008.

TONINI, R. C. G. *Utilização da bainha mediana de palmito (Euterpe edulis Mart.Arecaceae) como substrato para cultivo de Lentinula edodes (Beck.) Pegler*. 125p. Dissertação (Mestrado de Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.

UZZO, R. P.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H.; SÁES, L. A. Coeficiente de caminhamento entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira-real australiana. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.1, p.136-142, 2004.

VASCONCELOS, F. S. R. *Avaliação do processo SuperBatch™ de polpação de Pinus taeda*. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais com opção em Tecnologia de Produtos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

VIEIRA, M. A. *Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (Arcontophoenix alexandrae) e desenvolvimento de biscoito fibroso*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.