



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

CAMILLA MARIA DA SILVA VIEIRA

**PRODUÇÃO DE EMBALAGEM BIODEGRADAVEL PARA O SETOR
AGROINDUSTRIAL A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

**POMBAL/PB
2018**

CAMILLA MARIA DA SILVA VIEIRA

**PRODUÇÃO DE EMBALAGEM BIODEGRADAVEL PARA O SETOR
AGROINDUSTRIAL A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais *Stricto Sensu*, modalidade profissional da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar- CCTA, Campus Pombal/PB, como requisito para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Orientadora:
Prof.^a. Dr.^a. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira

Co orientadora:
Prof.^a. Dr.^a. Karina da Silva Chaves

POMBAL/PB
2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

V657p

Vieira, Camilla Maria da Silva.

Produção de embalagem biodegradável para o setor agroindustrial a partir de resíduos orgânicos / Camilla Maria da Silva Vieira. - Pombal, 2018.
55 f. il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira".

Coorientadora: Karina da Silva Chaves

Referências.

1. Casca de Arroz. 2. Papel Kraft. 3. Polpação. 4. Resíduos Sólidos. 5. Sabugo.
I. Oliveira, Andréa Maria Brandão Mendes de. II. Chaves, Karina da Silva.
III. Título.

CDU 62:633.18(043)

“PRODUÇÃO DE EMBALAGEM BIODEGRADÁVEL PARA O SETOR AGROINDUSTRIAL A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICO”

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 05 / 03 / 2018

COMISSÃO EXAMINADORA

Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira
Orientadora

Sthéfio Braga de Fonseca
Examinador Interno

Sanduel Oliveira de Andrade
Examinador Externo

POMBAL-PB
MARÇO - 2018

DEDICATÓRIA

Para Deus, dedico tudo em minha vida, e em mim só existem agradecimentos para ele, pois minha força vem dele.

Aos meus pais Geralda Vieira da Silva e Levi Vieira da Silva, tão importantes para minha vida e para o meu crescimento, meu coração é deles.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é resultado de muito esforço e perseverança é muito grata pelos caminhos que percorri até chegar aqui.

Agradeço à minha querida orientadora Prof. Dra. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira pela tão imensa paciência, carinho e amizade para comigo, uma pessoa tão especial que Deus colocou em minha vida, sempre serei grata pelos seus maravilhosos e significativos ensinamentos.

Agradeço a toda minha família, especial ao meu amado pai Levi Vieira da Silva e a minha amada mãe Geralda Viana da Silva, pelo incentivo e por sempre me desafiar, agradeço de coração ao meu esposo Thiago Santos de Lima pela dedicação e disponibilidade sempre que necessitei, com carinho agradeço a minha irmã Ana Cristina da Vieira da Silva e ao meu avô João Emiliano Pereira

Meus agradecimentos a Sanduel Oliveira de Andrade pelo companheirismo durante toda essa jornada, me incentivando sempre que necessário e não me deixando desanimar.

E acima de tudo agradeço a Deus, pois sem ti não sou nada, muito obrigada por me fazer forte.

*“Instruir-te-ei, e ensinar-te-ei o caminho que
deves seguir; guiar-te-ei com os meus olhos”
Salmos 32:8.*

*“Insanidade é continuar fazendo sempre as
mesmas coisas esperando resultados
diferentes”*

Albert Einstein

RESUMO

O acúmulo de resíduos urbanos é um hábito exclusivo das sociedades humanas. A prática e a pesquisa de novas tecnologias e estratégias para o descarte, aproveitamento e reciclagem dos resíduos são uma necessidade de extrema importância e de interesse público, considerando que os recursos naturais vêm se tornando cada vez mais limitados. O objetivo do estudo foi avaliar a viabilidade a produção de embalagens ecológicas para agroindústrias utilizando de resíduos derivados do milho e do arroz vermelho. O método de aquisição da polpa de madeira antecede a fabricação de papel, sendo genericamente definido como polpação. Este processo tem como fim a dissolução da lignina, em um licor de pH alcalino, acima de 12, porém preservando a maior parte da celulose e hemicelulose. Devido à sua alta resistência e força, o papel Kraft é amplamente utilizado na indústria, sua versatilidade permite que seja utilizado em diversos tipos de produtos. Com isso, obteve-se papel de celulose Kraft que demonstrou em suas propriedades resistências e maleabilidade para aplicação no setor agroindustrial. Por fim, o protótipo de embalagem produzido obteve resultados satisfatórios e que podem ser utilizados no setor agroindustrial por apresentar volume e espessura esperados, resistência e proteção do material embalado durante o transporte bem como armazenamento e facilidade de manuseio.

Palavras chave: casca de arroz, papel Kraft, polpação, resíduos sólidos, sabugo.

ABSTRACT

The accumulation of urban waste is a habit exclusive to human societies. The practice and research of new technologies and strategies for the disposal, recovery and recycling of waste are a necessity of extreme importance and of public interest, considering that natural resources are becoming increasingly limited. The objective of the study was to evaluate the viability of the production of ecological packaging for agroindustry's using residues derived from maize and red rice. The method of acquiring the wood pulp is prior to the manufacture of paper and is generally defined as pulping. This process has the purpose of dissolving the lignin in an alkaline pH liquor, above 12, but preserving most of the cellulose and hemicellulose. Due to its high strength and strength, Kraft paper is widely used in the industry, its versatility allows it to be used in many types of products. With this, Kraft pulp paper was obtained that demonstrated in its properties strengths and malleability for application in the agroindustry sector. Finally, the packaging prototype produced satisfactory results and can be used in the agroindustry sector because it has the expected volume and thickness, resistance and protection of the material packed during transportation as well as storage and ease of handling.

Keywords: rice husk, Kraft paper, pulping, solids waste, corn cob.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. A. Corte longitudinal do sabugo do milho. B. Microestrutura da camada I do sabugo de milho.

Figura 2. A. Peneiramento da farinha de sabugo de milho, B. peneiras utilizados.

Figura 3. A. Acondicionamento dos resíduos em sacolas plásticas, B. resíduos tratados e conservados separados.

Figura 4. A. pesagem do Na_2S , B. pesagem do NaOH , C. finalização da solução, D. transferência para os podes de vidro, E. Acondicionamento do licor de cozimento.

Figura 5. A. Preparativo dos volumes de licor e massas dos insumos, B. Mistura do cozimento finalizado, C. Estufas onde ocorreu a digestão, D. Início do cozimento

Figura 6. Gráfico da rampa de temperatura em função do tempo.

Figura 7. A. Béqueres repousando em chapas e adição de água, B. Peneiras e tecidos utilizados, C. Etapa de lavagem da pasta celulósica, D. eliminação do excesso de água.

Figura 8. A. Produto do cozimento da F. S. M., B. Produto do cozimento da C. A. V. C. Pesagem dos componentes da pasta de molde, D. Mistura dos componentes, E. Aspecto da pasta de molde.

Figura 9. A. Recipiente A, B. Recipiente B, C. Recipiente C.

Figura 10. A. massa de A, B. Massa de B, C. Massa de C, D. Moldes prontos.

Figura 11. A. Massa após três dias de secagem, B. início da secagem na bancada com óleo. C. Fim do período de secagem sem exposição ao sol. D. Exposição das amostras ao sol.

Figura 12. Fluxograma da cadeia produtiva do papel.

Figura 13. A. Casca de arroz vermelho, B. Farinha de sabugo de milho.

Figura 14. A. Dano pela falta de C. A. V. B. Dano pelo excesso de C. A. V.

Figura 15. A. Estrutura mais resistente a líquidos, maior teor de F. S. M., B. Estrutura com baixa resistência a líquidos, menor teor de F. S. M.

Figura 16. A. aparência da parede de B após secagem concluída, B. aparência do interior de B após secagem concluída.

Figura 17. A. Modelo A, B. Modelo B, C. Modelo C, D. corte transversal do modelo A.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos materiais utilizados no procedimento experimental.

Tabela 2. Descrição das dimensões, massa e material dos recipientes.

Tabela 3. Média das massas e das dimensões dos modelos produzidos.

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem;

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária;

C. A. – Casca de Arroz;

C. A. V. - Casca de Arroz Vermelho;

C. S. B. – Embalagem Mista de Casca e Sabugo Biodegradável.

F. S. B. – Farinha Sabugo de Milho;

GEE - Gases de Efeito Estufa;

LDPE - Polietileno de Baixa Densidade;

S. – Sulfidez;

S. B. – Sabugo de Milho;

USDA - United States Department of Agriculture;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 A problemática dos Resíduos Sólidos.....	15
3.2 Reaproveitamento de resíduos agrícolas.....	18
3.3 Embalagens	22
3.3.1 Histórico	22
3.3.2 Legislação	24
3.3.3 Deslignificação/ Processo Kraft.....	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1. Aquisição, Tratamento e Estocagem dos insumos.....	29
4.2. Obtenção da pasta de celulose	29
4.2.1 Licor de cozimento	30
4.2.2. Temperaturas de cozimento	30
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

As embalagens, quando descartadas de forma indevida, poderão gerar sérios impactos ambientais negativos, tais como, contaminação do solo e água. Quando incinerados de forma não controlada, poderá liberar para a atmosfera compostos tóxicos, causando efeito danoso à saúde da comunidade em seu entorno. Alves et al. (2012) salienta que a utilização de materiais biodegradáveis é uma vertente altamente positiva para a atração de consumidores mais conscientes.

A atividade do cultivo do milho está geralmente associada há produtores de pequeno e médio porte por ter se tornado uma opção de grande valor econômico graças aos bons preços de mercado e a significativa demanda pelo produto *in natura* principalmente pelas indústrias de conservas de alimentos (EIRAS; COELHO, 2015).

De acordo com a FIESP, no 3º levantamento USDA (*United States Department of Agriculture*) da safra 2017/18 realizada em julho de 2017, o consumo global de milho ficou em 1,03 bilhões de toneladas na safra 16/17. O destaque fica com os EUA (316,9 milhões de toneladas) e China (238 milhões de toneladas), responsáveis por mais de 50% do volume total de milho consumido no mundo. O Brasil tem ocupado a quarta posição mundial em relação ao consumo de milho, com 60,5 milhões de toneladas. A expectativa é de um recorde de 61,5 milhões de toneladas na safra 17/18 (FIESP, 2018). A partir da expansão produtiva das lavouras de milho, ocorre o aumento da geração de resíduos agrícola, a exemplo do sabugo de milho, que corresponde a 13% do seu peso bruto (SALES, 2015).

O sabugo é utilizado como ingrediente para ração animal e também na produção de energia (RODRIGUES et al., 2008; MOREIRA et al., 2015; NONES et al., 2017), porém os destinos e utilização dos sabugos são improváveis. De acordo com Oliveira (2015), assim como o sabugo, a casca também se torna um resíduo excedente e sem utilização definida, que na maioria das vezes é deixado no campo após a colheita.

Outro produto agroindustrial que gera uma quantidade considerável de resíduo é o arroz, um cereal que se caracterizou como um dos principais elementos da população mundial, logo sendo um dos alimentos mais produzidos em escala mundial. A industrialização do arroz gera como subproduto a casca de arroz que por definição é um revestimento ou capa protetora formada durante o crescimento do grão, de baixa densidade e elevado volume. É um material fibroso, cujos maiores

constituintes são celulose (50%), lignina (30%) e resíduos inorgânicos (20%). O resíduo inorgânico contém, em média, de 95% a 98%, em peso, de sílica, perfazendo de 13% a 29% do total da casca (HOUSTON, 1972).

O arroz vermelho tem ocupado lugar de destaque desde os tempos mais remotos, citado em relatos de 700 a.C. (PEREIRA, 2014). Por sua vez, este é um tipo de arroz dos mais consumido na Paraíba e apreciado pela culinária nordestina. Porém, ainda muito pouco conhecido em outras regiões do país. De acordo com Sharma (2010) e com Pereira (2014), a coloração característica do arroz vermelho se deve a uma proantocianina que possui propriedades antioxidantes extremamente importantes para a alimentação humana.

Nesta perspectiva, é necessário inovar e criar maneiras para reaproveitar tais resíduos. Uma destas maneiras relaciona-se com a produção de embalagens biodegradáveis a partir de resíduos da matéria prima agroindustrial.

As embalagens biodegradáveis têm o potencial de reduzir ou substituir completamente alguns materiais das embalagens tradicionais para aplicações específicas, reduzindo assim, o tempo da decomposição deste material no meio ambiente. Contudo, a característica da substituição de algum componente da embalagem não pode causar efeito depreciativo na qualidade do produto armazenado, bem como fornece as funções necessárias de contenção, proteção, preservação, informação, conveniência de forma legal e ambientalmente compatível, de forma econômica (ALVES et al., 2012).

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Desenvolver embalagens ecológicas para agroindústrias a partir de resíduos orgânicos.

2.2. Objetivos Específicos

- Extrair os polifenóis da lignina presente nos resíduos de milho e arroz vermelho;
- Obter a pasta de celulose;
- Produzir embalagens biodegradáveis;

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A problemática dos Resíduos Sólidos

As atividades antrópicas têm resultado na geração de resíduos que podem causar danos significativos à saúde humana (saúde pública e ocupacional), ecossistemas e recursos naturais (VERGARA; TCHOBANOGLIOUS, 2012).

A geração anual total de resíduos sólidos em todo o mundo é de aproximadamente 17 bilhões de toneladas e estima-se atingir 27 bilhões em 2050. Neste montante, cerca de 1,3 bilhão de toneladas são atualmente resíduos sólidos municipais gerados pelas cidades do mundo, que deverão gerar até 2,2 bilhões de toneladas até 2025, principalmente devido ao crescimento populacional, ao aumento da urbanização e ao desenvolvimento socioeconômico de países com renda baixa e média (KARAK et al., 2012).

Como a sustentabilidade ambiental é cada vez mais reconhecida e incluída na agenda pública, espera-se que o setor de gerenciamento de resíduos minimize seus impactos que pode se dar pela otimização dos processos de fabricação e a adoção de "tecnologias limpas" que tem propósitos significativos para minimizar a geração de resíduos, lançando produtos similares ou até mesmo melhorados, com menor consumo de matérias-primas e energia. O descarte inadequado de resíduos se tornou um grave problema social e ambiental, associado ao crescimento populacional e ao aumento da urbanização e industrialização, ao ponto de se admitir que há uma correlação entre riqueza de um país e o volume de resíduos que gera (CORREIA et al., 2009).

Tian et al. (2013) destaca que um dos países que tem sofrido com as consequências da elevada geração de resíduos sólidos é a China. Dentre os problemas enfrentados pela China é possível citar: o crescimento contínuo da população, o rápido processo de urbanização e industrialização, poluentes atmosféricos perigosos e gases de efeito estufa descarregados dos processos de tratamento e eliminação de resíduos. Estes fatores tornaram-se um dos novos e emergentes problemas de poluição do ar na China e receberam grandes preocupações sobre seus efeitos adversos ao ar.

Zhang et al. (2014) salientam que a Gestão de Resíduos Sólidos é um importante instrumento para mitigar os problemas ambientais ocasionados pela

atividade industrial. Estas atividades tendem a liberar Gases de Efeito Estufa (GEE) para a atmosfera, incluindo as emissões de Gás Carbônico (CO₂) e Metano (CH₄). A má gestão dos resíduos sólidos é um problema significativo na maioria dos países economicamente em desenvolvimento. O gerenciamento de resíduos também é afetado pelos aspectos ou fatores que facilitam o desempenho do sistema, tais como: técnico, ambiental, financeiro, sociocultural, institucional e legal (GUERRERO et al., 2013).

A forma de disposição ambiental mais comum em todo o planeta é o aterro sanitário que é uma espécie de depósito no qual são descartados resíduos sólidos provenientes de residências, indústrias, hospitais e construções. Sua construção deve obedecer a critérios técnicos específicos em função dos resíduos e a operação deve ser feita de maneira correta para evitar problemas com poluição no solo, corpos hídricos e no ar. Grande parte deste lixo é geralmente formada por materiais não recicláveis e solucionam parte dos problemas causados pelo excesso de lixo nas grandes cidades.

Tradicionalmente, os aterros foram elaborados como sistemas de armazenamento e contenção de resíduos, funcionando principalmente para enterrar o lixo residencial. Recentemente, o foco mudou para considerar o aterro sanitário como um sistema biológico complexo capaz de estabilizar os resíduos sólidos de maneira mais proativa. A estabilização do aterro pode exigir 50 anos ou mais para aterros convencionais, enquanto 5 anos ou menos podem ser necessários usando tecnologia de biorreator de aterro sanitário (SHALINI et al., 2010). A estabilidade biológica dos resíduos sólidos se dá pela medida em que a matéria orgânica facilmente biodegradável foi decomposta. É uma das principais questões relacionadas à avaliação do potencial de emissão a longo prazo e ao impacto ambiental dos aterros sanitários.

Em algumas localidades é feito o uso de equipamentos incineradores que consiste em instalações que queimam resíduos sólidos urbanos não perigosos, coletados de fontes residenciais, comerciais e institucionais. No incinerador, o lixo é queimado sob condições controladas e o calor é recuperado para fornecer vapor ou água quente principalmente para geração de eletricidade. Embora cada sistema tenha características únicas, na maioria dos incineradores, o resíduo sólido recebido é alimentado diretamente no forno e queimado sem pré-tratamento, como a separação do material (MORALES et al., 2014).

Entretanto, o uso deste método tem potencial de gerar sérios problemas ambientais. Os gases de combustão produzidos durante a queima dos resíduos sólidos contêm substâncias ácidas gasosas muito agressivas como HCl, SO₂, CO, Cl₂ ou NO_x, metais alcalinos e pesados capazes de formar cloretos com altas pressões de vapor (OTSUKA, 2011).

A consideração tradicional dos resíduos como lixo mudou-se progressivamente para uma nova perspectiva, na qual o resíduo é considerado um recurso que poderia apoiar as sociedades a tornarem-se mais sustentáveis. Por exemplo, a energia recuperada em certos processos térmicos pode reduzir a geração de serviços de energia através de tecnologias convencionais. Do mesmo modo, a reutilização ou reciclagem de certos materiais de resíduos, pode salvar a produção de materiais virgens (UNEP, 2011). O gerenciamento de resíduos não é apenas um grande desafio para a sociedade, mas também oferece muito potencial de negócios, pois o resíduo pode ser transformado em algo valioso.

Correia et al. (2009), destaca o uso da reciclagem, onde utiliza matéria-prima de baixo custo reduz a quantidade de material destinado aos aterros. Gonzalez-Torre e Adenso-Diaz (2005) relataram que influências sociais, fatores altruístas e reguladores são algumas das razões pelas quais certas comunidades desenvolvem fortemente o hábito da reciclagem.

Tian et al. (2013) enfatiza que a minimização de resíduos, a triagem e reciclagem de resíduos, tecnologias avançadas de descarte, leis, padrões e regulamentações eficazes, bem como educação para a conscientização pública são as formas razoáveis e úteis de prevenir problemas de poluição atmosférica decorrentes dos processos de descarte de Resíduos Sólidos e seus efeitos adversos

Esta alternativa está ganhando cada vez mais importância, em virtude de poder ajudar a reduzir o custo do tratamento de resíduos antes da eliminação, exigido pelos regulamentos futuros de eliminação de resíduos que, possivelmente, serão mais rigorosos, além de reduzir a procura de terra para a construção de aterros. Além disso, a reciclagem também reduz o impacto ambiental da exploração de grandes volumes de recursos naturais. Assim, a reavaliação e reutilização de resíduos industriais e subprodutos ganha prioridade à luz da enorme pressão que o "desenvolvimento" está a colocar no ambiente.

3.2 Reaproveitamento de resíduos agrícolas

No tocante ao setor agrícola, os produtores rurais estão avaliando os benefícios do uso de resíduos orgânicos como fertilizantes. Odlare et al. (2011) afirmam que a agricultura apresenta uma aplicação promissora para o resíduo orgânico. A aplicação de resíduos de biogás e compostagem em terras agrícolas tem uma série de efeitos benéficos, constituindo uma fonte de nutrientes para as plantas e contribuindo para a associação de carbono orgânico ao solo. Outro efeito positivo comprovado diz respeito a atividade microbiana do solo. Os micro-organismos do solo são os principais intervenientes no processo de absorção dos nutrientes pelas plantas, além de ter um papel importante na manutenção da estrutura do solo.

Contudo, ainda existem outras formas de reaproveitamento dos resíduos agrícolas. A comunidade científica mundial tem realizado pesquisas no intuito de gerar materiais e produtos que sejam sustentáveis aliados à sua viabilidade e baixo custo de produção, conforme os padrões de conforto exigidos hoje em dia. Adotar produtos ecologicamente sustentáveis e biodegradáveis consiste em uma boa opção para convergir para esse objetivo.

Além disso, os polímeros biodegradáveis podem ser considerados como uma solução para problemas de eliminação de resíduos associados aos plásticos sintéticos. Em particular, eles representam uma família de polímeros vagamente definida que são projetados para se degradar através de séries de ações de organismos vivos e oferecem uma possível alternativa aos polímeros tradicionais não biodegradáveis, onde a reciclagem é impraticável ou não é economicamente conveniente (INGRAO et al., 2015).

Na indústria, também tem havido um enorme esforço para encontrar novas soluções que, protejam o meio ambiente, sejam econômicas e garantam os atuais requisitos de conforto, saúde e padrões de qualidade (CHANG; CHOU, 2010).

Portanto, Younquist et al. (1993) e Lertsutthiwong et al. (2008) já propuseram o uso de diferentes produtos agrícolas, como bagaço, casca de cereal, haste de milho, sabugo de milho, talos de algodão, casca de arroz, cascos de girassol e talos, talos de banana, bambu, folhas de palmeiras, entre outros, para o processamento de produtos, tais como painéis de aglomerados, painéis duros e placas de fibra. Estes resíduos de culturas agrícolas consistem em altas quantidades de celulose,

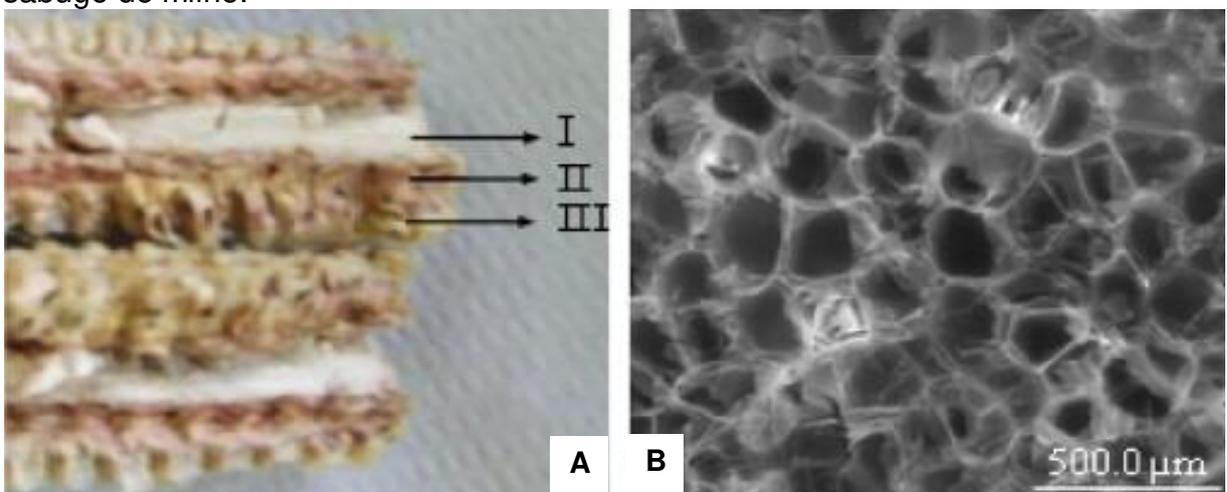
hemicelulose, lignina, que são os principais componentes que fornecem energia (SUPAKATA et al., 2016).

Dentre os produtos citados acima, o sabugo de milho (*Zea mays* L.) possui uma vantagem adicional, no que diz respeito a sua aplicação como produto processado alternativo, em virtude de não gerar impacto negativo na produção mundial de alimentos. O sabugo de milho geralmente é tido como resíduo agrícola (PINTO et al., 2012). No Vietnã, milhões de toneladas de subprodutos agrícolas, incluindo o sabugo de milho, são queimados todos os anos no campo, o que causa poluição do ar, do solo e da água (VU et al., 2017).

Demirbas et al. (2008) ainda salientam que a cultura do milho requer menos energia para o crescimento e a colheita e podem ser cultivadas em diferentes meios, em contraste com as culturas anuais que exigem especificamente terras de boa qualidade.

O sabugo de milho é composto de três camadas, diferenciadas por sua cor, textura, forma e densidade, conforme mostra a Figura 1A. No tocante a microestrutura, as três camadas também possuem diferenças. A camada interna (camada I) apresenta uma microestrutura alveolar regular em que os alvéolos têm uma forma geométrica regular, levando em conta que é um material orgânico natural. Os alvéolos têm paredes finas e estão cheios de ar, conforme ilustra a Figura 1B.

Figura 1. A. Corte longitudinal do sabugo do milho. B. Microestrutura da camada I do sabugo de milho.



Fonte: Pinto et al. (2012).

Este tipo de microestrutura alveolar tende a se dissipar de dentro para o exterior da espiga de milho (da camada I para a camada II). Além disso, a camada II parece ter uma densidade maior do que as outras duas camadas e também parece ter uma capacidade de resistência semelhante a uma madeira macia. Os principais elementos químicos identificados no sabugo de milho são alumínio (Al), cálcio (Ca), cloro (Cl), flúor (F), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na), oxigênio (O), Silício (Si) e titânio (Ti) (PINTO et al., 2012).

O sabugo de milho também foi utilizado para diversas finalidades. Pinto et al. (2012) destacam o uso do sabugo do milho como material de enchimento e de isolamento térmico. Sua composição é heterogênea, em contraste com materiais de construção de isolamento térmico comuns, o que está relacionado à sua origem sendo um material biológico natural.

Zabaniotou et al. (2008) afirmam que o sabugo do milho constitui em substrato viável na produção de biocombustível originário da biomassa lignocelulósica. O sabugo do milho pode ser usado para biocombustíveis líquidos por pirólise catalítica em um reator de cama fixa. O seu carvão de pirólise também pode ser usado para o “*carbon black*” ou para a produção de combustíveis sólidos.

Cao et al. (2004) constataram que a pirólise de sabugo de milho resultou na produção de 25% a 42% de gás, 35% a 41% de óleo de pirólise e 26% a 32% de carbonização (unidade de massa) dentro da faixa de temperatura de 350-600 °C. A mais significativa alteração na massa do sabugo do milho ocorreu na faixa de temperatura 300-400°C (RAVEENDRAN et al. 1995).

Lopes et al (2013) descreve o uso do sabugo de milho na síntese do carvão ativado. O carvão ativado é usado para remoção de moléculas orgânicas presentes em pequenas concentrações causando cor e odor a água. O processo de remoção é por adsorção física, o qual é reversível, se energia suficiente for aplicada. Sun et al. (2007) destacam que, dentre as fontes de carbono, o bagaço do milho é um bom precursor para a preparação de carbono com área superficial específica ultra alta.

Sun et al. (2006) também afirma que carbonos preparados a partir do sabugo do milho foram utilizados no tratamento de águas residuais, como a remoção de poluentes orgânicos.

Vu et al. (2017) afirmam que o sabugo de milho pode ser usado para produzir Carvão Ativado e então aplicado na remoção de amônia em água. Entretanto, destaca que a capacidade de adsorção de Carvão Ativado preparada a partir de

milho ainda é limitada, por isso necessita ser modificada por HNO_3 e NaOH para melhorar sua capacidade de adsorção.

Lucena et al., (2017) verificaram que a xilana extraída de sabugos de milho, quando associada à gelatina, foi capaz de produzir filmes e coberturas para as uvas e induzir uma melhora nas propriedades do produto.

Outro resíduo com alto potencial de reaproveitamento, porém pouco trabalhado fora do aspecto da adubação, é a casca de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). O arroz é uma importante cultura de cereais no mundo em desenvolvimento. É consumido como alimento básico por mais da metade da população mundial e por aproximadamente 95% da produção na Ásia (SOMPONG et al., 2011).

A casca de arroz é uma fibra natural que revestem externamente o grão de arroz e representa 20% do seu peso. Esta é removido por moagem de arroz e contém celulose (35%), hemicelulose (25%), lignina 20% e cinza 17% (94% de sílica) em peso. É necessário investigar a possibilidade de usar a casca de arroz em materiais para produzir compósitos úteis. No entanto, para usar a casca de arroz na indústria de alimentos, a lignina deve ser removida o máximo possível devido apresentar toxicidade (MOHAMMADI-ROVSHANDEH et al., 2014).

O arroz branco é a cultivar mais consumida, embora exista muitas cultivares especiais que contêm pigmentos de cor, como arroz preto, arroz vermelho e arroz integral. Seu nome se refere à cor do núcleo (preto, vermelho ou roxo), que é formada por depósitos de antocianinas em diferentes camadas do pericarpo, casca de semente e aleurona (CHAUDHARY, 2003). Yawadio et al. (2007) afirmam que o arroz colorido é tido como fonte de antioxidantes para alimentos funcionais. Destes, o arroz vermelho ganhou popularidade no Japão como alimento funcional, devido ao alto teor de polifenóis e antocianinas (SOMPONG et al., 2011).

Assim como o milho, diversos autores têm utilizado a casca de arroz como matéria prima para os mais diversos fins. Wilbert et al. (2017) utilizaram a casca de arroz, em forma de cinzas, como aditivo na utilização da técnica de nanoindentação na construção civil, obtendo resultados satisfatórios nas propriedades macroestruturais e mecânicas.

Supakata et al. (2016) inseriram a casca de arroz na produção de briquetes, mais conhecido como “Carvão Ecológico” elevando seu poder calorífico. Os autores ainda destacam que o uso desta simples tecnologia é barato e de fácil manuseio para ser gerenciado por pequenas comunidades.

Mohammadi-Rovshandeh et al. (2014) afirmam que, ajustando a composição da mistura e removendo a lignina da casca de arroz, as propriedades mecânicas foram melhoradas. Para os autores, a remoção tóxica de lignina da casca de arroz poderia torná-lo adequado para aplicação na indústria de alimentos podendo ser usada como alternativa para embalagens de alimentos.

3.3 Embalagens

3.3.1 Histórico

As embalagens com certeza desempenham papel fundamental para a vida moderna, elas sem dúvida ocupam espaço importante no cotidiano das pessoas bem como exerce importante papel para o crescimento econômico devido às suas importantes características e funções, dentro dessas funcionalidades estão os seguintes atributos as embalagens são utilizadas para proteger materiais e cargas, possibilita transporte com segurança armazenamento com eficiência e também se destaca como importante no campo da comunicação e divulgação de informações. As primeiras embalagens surgiram há mais de dez mil anos de acordo com Yoshihara (2010), sendo inicialmente pensadas para o armazenamento de bebidas, esta necessidade de armazenamento também vinha da agricultura, onde os produtores precisavam estocar alimentos para proteção contra insetos, roedores e também contra a umidade, com passar do tempo e o crescimento das comunidades e o início da urbanização as embalagens ganharam uma nova função a de transporte, devido à necessidade dos alimentos serem trazidos do campo para as cidades.

A embalagem tem sua origem antropológica e sociológica nos primórdios da civilização humana, pois se deriva da necessidade básica do ser humano de se alimentar e de buscar formas de guardar e conservar seu alimento por mais tempo. Com o crescimento das sociedades tribais, a atividade nômade (caracterizada pela extração), passa a dar espaço ao sedentarismo e à fixação dos grupos em um dado local. Como explorador, o homem passa a desbravar territórios de adversidade climática, onde não basta mais caçar ou colher para alimentar-se imediatamente, era preciso armazenar e transportar (NEGRÃO, 2008, p.23).

Com a evolução das civilizações novas demandas surgiram com isso às embalagens deveriam acompanhar o compasso, com o tempo novos materiais e

novas técnicas foram utilizados de maneira a aprimorar e evoluir as embalagens. Com surgimento da indústria no século XIX as embalagens ganharam designs atrativos e agregavam valor ao produto. Com o passar do tempo às embalagens foram sendo trabalhadas, estudadas e modificadas para que acompanhasse as tendências e as necessidades do mercado, mantendo a função de proteger, facilitar o manuseio e transporte e segurança do produto até que ele chegue às mãos do consumidor.

A demanda de uma população urbana com poder aquisitivo crescente incentivou a tecnologia, que por sua vez fomentou a produção em massa, abaixou os custos e aumentou a oferta. O design assumiu o importante papel de tornar os bens materiais desejáveis. Além disso, a revolução francesa e a americana promoveram o avanço da igualdade social, do ensino público e da alfabetização, e ajudaram a ampliar o acesso a materiais impressos. (SAMARA, 2007, p. 6).

Hoje as embalagens ao serem desenvolvidas seguem diversos aspectos: tecnológicos, técnicos, de produção, aspectos regulatórios, de legislação e certificações, aspectos estéticos, ambientais, e aspectos mercadológicos e econômicos. Com a enorme gama de tipos de produtos como bebidas, comidas, perfumes, medicamentos, carvão, sementes, tintas entre outros produtos, existe uma necessidade específica, seja caixas, envelopes, sacos, copos, garrafas, potes, ampolas, latas, barris ou sacolas, sendo necessária uma matéria-prima específica vidro, celulose, plástico, metal, madeira, embalagem composta ou tecido.

De acordo com a Associação Brasileira de Embalagens (2011), as embalagens podem ser classificações como embalagens primárias, secundárias e terciárias, embalagens classificadas como primárias são aquelas em que embalagem fica todo tempo em contato direto com o produto, embalagens secundárias tem por função proteger as embalagens primárias e por fim as embalagens terciárias que são as que durante o transporte ou estoque protegem as embalagens primárias e secundárias. Outra caracterização das embalagens é a classificação pela rigidez e/ou flexibilidade de acordo com o Jorge (2013) existem três classificações possíveis, embalagens rígidas que geralmente são as de metal, vidro e plástico rígido, a segunda classificação são embalagens semirrígidas, estas embalagens não apresenta tanta rigidez em sua estrutura a exemplo são as garrafas de água e alguns tipos de recipientes plásticos a última classificação é para as

embalagens flexíveis que são as de baixa dureza, exemplo as folhas de papel e folhas de alumínio.

Tempo e estudo são direcionados para o aprimoramento de tecnologias de produção de embalagens em todo o mundo todos os anos. De acordo com a Associação Brasileira de embalagens, que apresentou em fevereiro de 2017 um estudo macroeconômico demonstrando o desempenho da indústria de embalagens no ano anterior 2016 e as perspectivas para o ano de 2017 foi possível observar que de 2010 a 2016 o valor bruto da produção em bilhões de reais passou de 42,8 bilhões em 2010 para 64,3 bilhões em 2016, o investimento de 2016 teve um expressivo aumento com relação ao ano anterior, 2015, aproximadamente de 6,6%.

3.3.2 Legislação

Quase todos os itens de consumo comprados atualmente, incluindo os alimentícios vêm embalados. Seu principal objetivo é manter a qualidade e segurança dos alimentos que contém desde o momento da embalagem até sua entrega ao consumidor final. Outra função importante da embalagem é proteger os alimentos de riscos físicos, químicos e biológicos durante o armazenamento e a distribuição. Além disso, as outras funções da embalagem incluem contenção, conveniência, fonte de informações sobre os alimentos e cria uma estética agradável. Além das funções primárias acima mencionadas dos materiais de embalagem de alimentos, as questões secundárias de importância crescente que a tecnologia de embalagem deve considerar são os custos de energia e materiais, reciclabilidade, sustentabilidade, regulamentos rigorosos sobre poluentes e descarte de material de embalagem. Assim, o objetivo da embalagem de alimentos é manter a segurança alimentar e minimizar o impacto ambiental (MAJEED et al., 2013).

No Brasil, a Lei Federal 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), um marco legal-regulatório para a gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos no país e lançou novos desafios para a implantação e aprimoramento da coleta seletiva nos municípios brasileiros. Esta Lei prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente

adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado) (BRASIL, 2010). A Lei nº 12.305/2010, em seu Art. 3º, § XVI, conceitua resíduo sólido como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Dentre os objetivos elencados pelo Artigo 7º da Lei 12.305/2010, destacam-se: a não geração de resíduo; a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; e a valorização do catador – os quais resumem, em linhas gerais, as especificações trazidas no bojo da legislação. Uma das mudanças significativas que ocorreu no setor de resíduos sólidos no Brasil e em alguns países em desenvolvimento é a maior integração entre os setores formais e informais ligados à cadeia de resíduos. O segundo enfoque enfatiza a relação entre sustentabilidade e desenvolvimento, e representa uma fonte relevante de argumentação para a análise de sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos, nos países em desenvolvimento (BESEN et al., 2014).

Contudo, desde a aprovação da PNRS foi possível observar que houve poucos avanços na universalização do serviço, por meio da ampliação de sua abrangência na maioria dos municípios. Grande parte deles ainda mantém projetos piloto de baixa abrangência. Embora tenha havido aumento na quantidade de resíduos coletados de forma seletiva nos períodos estudados, na maior parte dos municípios, o desvio de resíduos recicláveis do aterro em todos ainda é baixo, e muito distante da meta de dispor apenas rejeitos nos aterros sanitários, a partir de agosto de 2014 (BESEN et al., 2014).

Davis e Song (2006) afirmam que uma ampla gama de materiais é utilizada para aplicações de embalagens, incluindo materiais de metal, vidro, madeira, papel ou polpa, plásticos ou combinação de mais de um material como compósitos.

No tocante a embalagens para alimentos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA apud Ribeiro et al. (2008, p. 02), caracteriza como um:

[...] invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, destinada a cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter, especificamente ou não, matérias-primas, produtos semielaborados ou

produtos acabados. Incluído dentro do conceito de embalagem se encontram as embalagens primárias, secundárias e terciárias.

O uso de embalagens longa vida tem crescido nas últimas décadas, abrangendo uma gama de gêneros alimentícios, produzindo uma enorme quantidade de resíduos, e que uma parte deste, não recebem o destino final adequado (MARINHA et al., 2008).

Estas embalagens são compostas por 75% do seu peso em papel, 20% de polietileno de baixa densidade (LDPE) e 5% de alumínio (Al). Na reciclagem, a separação do papel é relativamente simples, mas a mistura de polímero e alumínio não pode ser separada. Com isso, é destinado para outra etapa do processo de reciclagem. A mistura de folhas de alumínio e LDPE é aquecida a uma temperatura abaixo da temperatura de fusão do polietileno e é aglomerada, aumentando a densidade aparente do material. O aumento da densidade aparente permite a extrusão do polímero e do alumínio. Em seguida, a mistura estruída de polietileno-alumínio pode ser considerada um composto. Atualmente este composto é usado em artigos com baixo valor agregado, como réguas e potes de plantas. (ZUBEN; NEVES, 2004).

No que diz respeito a legislação brasileira, a Lei n. 9782/99, em seu art. 8º, atribui à Anvisa a competência de regulamentar, controlar e fiscalizar os produtos e serviços que envolvam risco à saúde pública, dentre eles, embalagens para alimentos, e ainda as instalações físicas e tecnologias envolvidas no processo de produção. A Resolução ANVISA nº 88, de 29 de junho de 2016, no item 2.2 destaca que:

“Os materiais, as embalagens e os equipamentos celulósicos, nas condições previsíveis de uso, não podem transferir aos alimentos substâncias que representem risco à saúde humana. No caso de haver migração de substâncias, estas também não podem ocasionar uma modificação inaceitável da composição dos alimentos ou em suas características sensoriais.”

Nas últimas décadas, o desenvolvimento de materiais de embalagem biodegradáveis a partir de recursos naturais renováveis tem recebido uma atenção especial de governos e organizações nacionais ou internacionais para facilitar o desenvolvimento nesta área (DAVIS; SONG, 2006). No tocante ao uso de fibras recicladas, a Resolução ANVISA nº 129, de 10 de maio de 2002, estabelece que:

As fibras recicladas devem ser obtidas através de processos adequados de limpeza e de boas práticas de fabricação que assegurem qualidade compatível com sua utilização em contato com alimentos. Não devem ficar retidas nas fibras substâncias tóxicas ou prejudiciais à saúde que possam migrar para o alimento.

3.3.3 Deslignificação/ Processo Kraft

Uma das embalagens mais utilizadas em todo o planeta é a embalagem de papelão ondulado. Conforme dados da ABRE (2017) o papel, papelão e cartão foram as embalagens que tiveram maior participação em cada segmento da indústria de embalagem chegando a 40,5% da produção do ano de 2016.

As embalagens de papelão ondulado são produzidas a partir do papel de polpação Kraft, este papel é composto por fibras de celulose de tamanhos curtos e longos, uma das principais características deste tipo de papel é a resistência mecânica além de força e leveza.

O processo de deslignificação consiste na retirada de lignina para obtenção da polpa de celulose. A lignina é um composto aromático que possui característica amorfa, faz parte da parede celular das plantas e possui papel relevante no transporte de água, nutrientes e metabólitos, esta confere resistência mecânica, deixando as fibras de celulose firmes e rígidas além de proteger os tecidos contra o ataque de micro-organismos (SUPAKATA et al., 2016). De acordo com Castro (2009), a lignina é um polifenol constituído de muitas unidades de fenil-propanas (C6-C3). A estrutura química deste composto é diferente da celulose devido à lignina não apresentar estrutura cristalina.

A deslignificação pode ocorrer através de processos mecânicos, físicos, biotecnológicos ou químicos. Dentre os processos de tratamento químico existem quatro tipos de processos utilizando diferentes reagentes de extração podendo ser em meio ácido, neutro e alcalino ou através do uso do bissulfito. Segundo Castro (2009) cerca de 81 % do processamento da madeira para a fabricação de papel ocorre pelo processo Kraft ou sulfato, que utiliza como principais agentes as substâncias hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na₂S).

“Os principais agentes ativos no processo de polpação kraft são os ânions hidroxilas (OH) e hidrossulfeto (HS) que estão presente no licor kraft de cozimento em uma solução aquosa de hidróxido de sódio e sulfeto de sódio, denominado de licor branco. O íon hidrossulfeto apresenta um papel importante na deslignificação, acelerando-a e fazendo com que o hidróxido de sódio se torne mais seletivo no processo. (...) A base da deslignificação kraft é composta basicamente por reações de degradação/dissolução dos grupos da lignina durante a polpação em condição alcalina.” FAVARO, 2015. p. 36.

O processo sulfato se divide em várias etapas importantes, a primeira delas é o descascamento da madeira o segundo procedimento é a definição do tamanho dos cavacos de madeira que serão utilizados para a produção das fibras seguindo com cozimento, depuração, lavagem, branqueamento e secagem. Durante o processo de cozimento são utilizados os cavacos de madeira e a solução chamada de licor de cozimento ou licor branco. O cozimento pode ser de duas formas cozimento de sistema contínuo e cozimento de sistema descontínuo, no sistema cozimento contínuo os cavacos de madeira são colocados em um digestor de forma ininterrupta através de válvulas especiais ao mesmo tempo em que o a parte de celulose produzida pelo cozimento é retirada este processo se mantém constante juntamente com a entrada de licor Branco mantendo o ciclo, no caso do cozimento descontínuo no cozimento descontínuo o digestor é preenchido com a quantidade de cavacos de madeira e de licor necessário para o cozimento. O produto do cozimento o licor negro e a pasta de celulose (STEIN, 2010).

O processo de obtenção de celulose apresenta um subproduto denominado licor negro. Este fluido contém a parte da madeira denominada lignina, combinada com os reagentes químicos utilizados no início do processo de polpação. Por razões econômicas e ambientais torna-se estritamente necessária a reutilização deste produto em um processo denominado recuperação de produtos químicos, que consiste na elevação do teor de sólidos e em seguida queimá-lo na caldeira de recuperação (STEIN, 2010 p. 12).

Logo após o término da digestão da celulose esta passa para a depuração e depois a lavagem onde são retirados os requisitos de licor negro e de lignina. Depois ela volta para a etapa de branqueamento e por fim secagem, obtendo o papel Kraft ou papel sulfato. A principal característica do papel obtido por esse processo é a força e resistência, características ideais para a produção de embalagens.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos do trabalho foram realizados no Laboratório de Análises de Água da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal – UFCG/UACTA/CCTA.

4.1. Aquisição, Tratamento e Estocagem dos insumos

O sabugo de milho foi coletado com produtores de pamonha e canjica na região de Pombal/PB onde, após a coleta, os sabugos foram limpos com uma escova de cerdas macias, e expostos ao sol em um período de cinco dias até atingir um nível de umidade aproximado de 13%. Após a conclusão da etapa de secagem do resíduo, este foi armazenado em sacos de nylon protegidos da umidade onde posteriormente os sabugos de milho passaram pelo triturador forrageiro, peneirado pelo próprio equipamento até formar uma farinha fina. A primeira peneira possuía mesh 0,5, abertura 12,7 mm. A segunda utilizada foi a peneira mesh 20, abertura 0,841 mm.

A casca de arroz vermelho foi adquirida com produtores da região. Este resíduo passou pelo processo de secagem em estufa até atingir um nível de umidade aproximado de 13%, e posteriormente, aplicou-se a casca de arroz vermelho dois métodos de separação de impurezas, o primeiro consistiu na peneiração com mesh 12, abertura 1,68 mm para retirada de poeira e pequenos grãos de areia, o segundo processo também consistiu no processo de separação por peneiração, sendo que este tinha o principal objetivo de obter apenas a casca de arroz vermelho com mesh 10, abertura 2 mm assim evitando a contaminação por folhas e pequenos galhos.

4.2. Obtenção da pasta de celulose

Os resíduos foram submetidos as etapas de cozimento, digestão e lavagem. O processo de cozimento foi realizado. Esta é a etapa mais importante de todo o processo, pois é através dela que será obtida a pasta de celulose, o processo de

cozimento pode ser realizado foi o processo de descontínuo. A pasta de celulose foi obtida de cada resíduo separadamente.

4.2.1 Licor de cozimento

As substâncias químicas utilizadas no tratamento foi o hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na_2S), caracterizando assim o processo como sulfato ou Kraft. O licor de cozimento também chamado de licor branco de cozimento foi produzido de acordo com a classificação de pH para o tratamento químico (CASTRO, 2009). Para os insumos farinha de sabugo de milho e casca de arroz vermelho o tratamento designado foi o alcalino, tendo seu pH acima de 12

4.2.2. Temperaturas de cozimento

O cozimento foi realizado em estufas tendo em vista que para o cozimento se faz necessário o controle e acompanhamento da temperatura, a temperatura de início do processo de elevação de temperatura ficou estabelecida em 60°C. Após o resfriamento início o processo de lavagem.

)

4.3. Aglutinação e Moldagem do protótipo

Após a lavagem, as amostras foram separadas e pesadas para se formar a pasta celulósica moldável para a produção dos recipientes. A moldagem da pasta de celulose obtida através do processo de cozimento foi realizada em três recipientes com volume e formas diferentes.

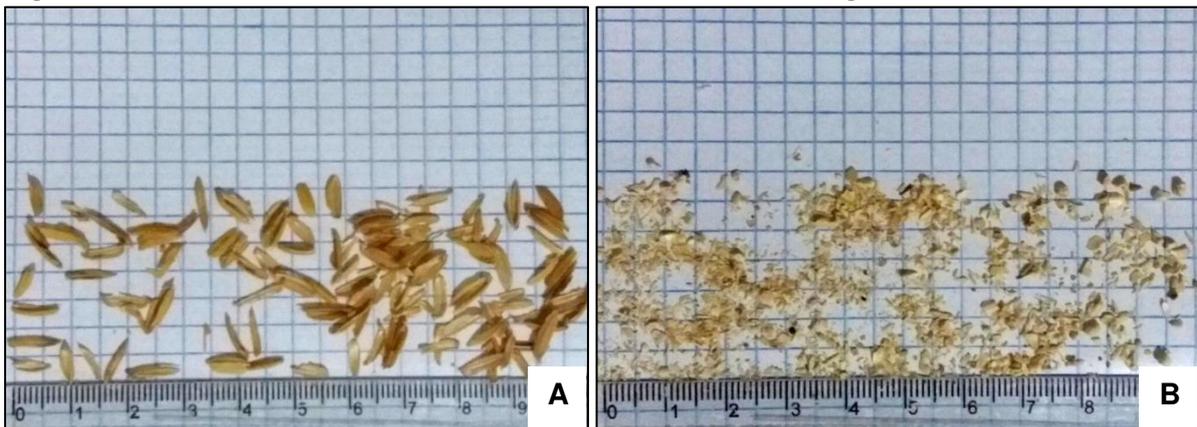
As amostras foram deixadas nos recipientes onde foram moldadas. O período completo de secagem dos protótipos variou conforme o tamanho do molde à quantidade de massa e a largura das paredes e do fundo moldados a partir da massa de celulose.

Concluída a última etapa foi possível aferir as medidas de altura, diâmetro superior, diâmetro inferior e realizar a última pesagem

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resíduos escolhidos para este estudo foram casca de arroz vermelho e sabugo de milho, os quais foram aplicados alguns tratamentos de limpeza e moagem no caso do sabugo de milho, a casca de arroz vermelho apresentaram em média comprimento entre 10 mm e 4 mm, sua largura varia entre 2 mm e 1 mm. A granulometria da casca de arroz variou entre 2,00 e 1,19 mm e foram trabalhadas *in natura* como visto na Figura 13. A. O sabugo de milho foi triturado até tornar-se uma farinha observada na Figura 13. B. Essa diferença de granulométrica interfere diretamente no resultado da produção de uma maior variedade nos tamanhos das fibras.

Figura 13. A. Casca de arroz vermelho, B. Farinha de sabugo de milho.



Fonte: Autor (2018)

De acordo com Silva (2017) a fração da biomassa utilizada no processo está distribuída em cinco peneiras com granulometria maior de 2,0 mm e granulometria menor de 0,11 mm. Ocorrendo então uma maior produção de diferentes tamanhos de fibras, com a diminuição da espessura dos fragmentos aumenta a superfície de contato facilitando processo de infiltração do licor de cozimento.

Na produção de licor branco de cozimento, conforme Campos (2011) normalmente teor de sulfidez utilizado é de até 30% para coníferas e 20% para folhosas, porém não foi o suficiente para apresentar uma variação expressiva na produção de fibras para a pasta de celulose em um processo com pressão de 1atm para a C.A.V. e a F.S.M., Os insumos passaram pela digestão com licor de cozimento com atividade de sulfidez igual a 40%, com os íons HS^- desempenhando

ação catalisadora dentro do licor Kraft. Conforme Campos (2011) o teor de sulfeto depende da espécie de madeira cozida.

Cálculo da Sulfidez em relação ao alcali ativo:

$$S = \frac{\text{Na}_2\text{S}}{\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}} \times 100\% \Rightarrow S = 40\%$$

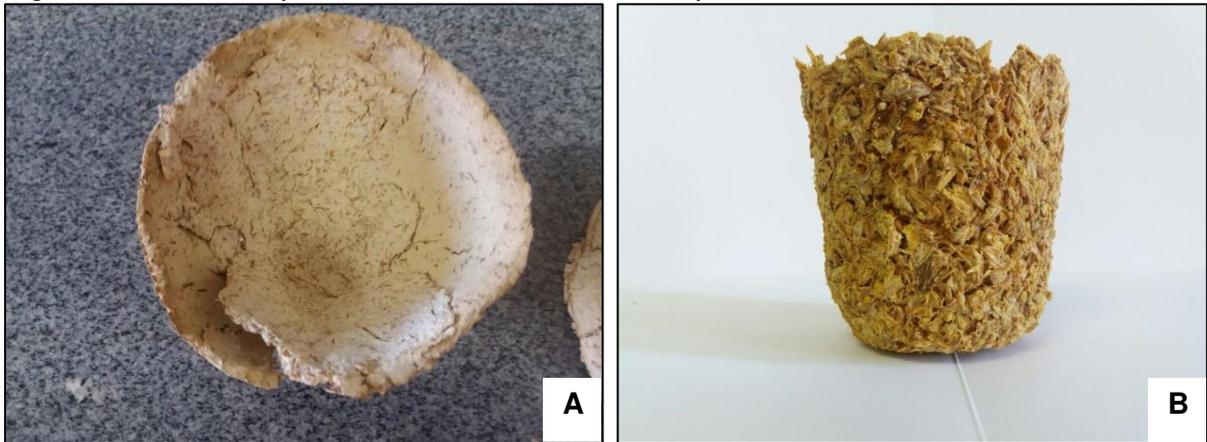
Este licor é misturado aos resíduos tratados a fim de que ocorra a desintegração da C. A. V. e da F. S. M., logo, a retirada de lignina e obtenção da polpa de celulose. Campos (2011), Silva (2017) e Mocelin (2005) concordam em um aumento gradual de temperatura, até alcançar a temperatura de 180°C, onde se mantém constante, essa metodologia de aumento gradual da temperatura foi adotada para o cozimento dos insumos. A rampa de temperatura, descrita anteriormente, deve ser obedecida devido à relação das três variáveis concentrações, temperatura e tempo. A primeira parte de elevação da temperatura vai do tempo 0 min. ao tempo de 60 minutos, que se refere à temperatura de 60°C até 180°C esse tempo é necessário para que o licor branco de cozimento seja absorvido pelos resíduos, após a incorporação do licor aos insumos, eles entram na etapa de cozimento, do período de 60 minutos até 170 minutos, onde nesse momento a temperatura se mantém constante a 180°C, após o término dessa etapa a mistura é levemente resfriada por 20 minutos até que segue para a etapa de lavagem que é realizada, assim como no de polpação da madeira, com água, o produto final é a pasta de celulose.

Durante o processo de moldagem foi utilizada a fécula de mandioca para ajudar na aglutinação das fibras da pasta de celulose concordando com Ribeiro (2011), onde afirma que os amidos oferecem diversas propriedades desejáveis tais como altas viscosidades, função de espessante, baixas temperatura como também podem ser utilizados na indústria de papel.

Para a formação da massa para moldagem foi utilizada a proporção aproximada de 1:3 e adição da fécula de mandioca. Essa proporção interfere diretamente nos resultados, quanto maior a quantidade de fécula de mandioca mais rápida a aglutinação e melhor o aspecto da embalagem produzida porem causa maior infiltração, essa quantidade de C. A. V. ajuda a evitar rachaduras e vazamentos na estrutura, quantidades acima da proporção aproximada de 1:3 ocasionam muitos interstícios fazendo com que a pasta não fique compacta, valores

abaixo da proporção aproximada 1:3 ocasionam uma maior suscetibilidade a danos estruturais como demonstrado na Figura 14.

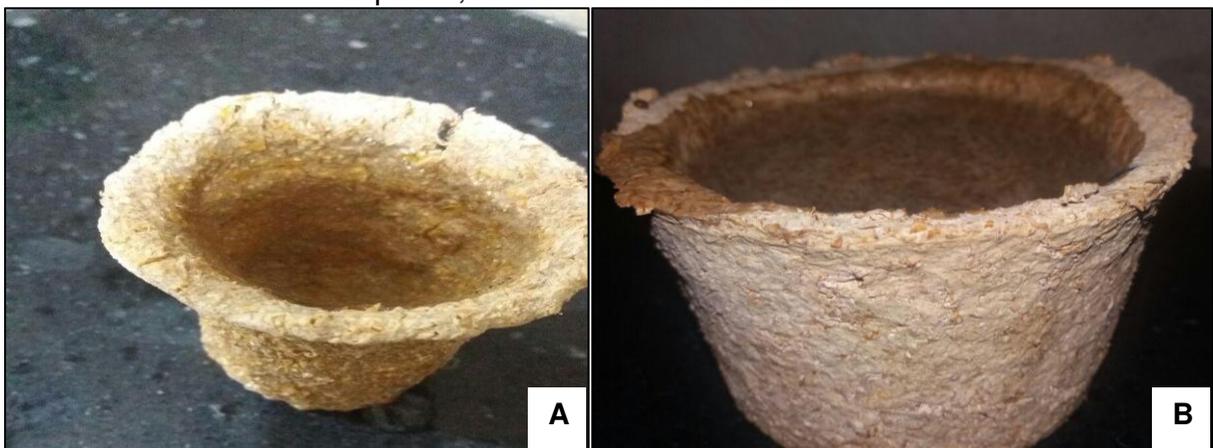
Figura 14. A. Dano por falta de C. A. V. B. Dano pelo excesso de C. A. V.



Fonte: Autor (2018)

A utilização de mais F. S. M. causa maior rigidez na estrutura e uma maior compactação, assim como uma maior quantidade de fécula, uma menor quantidade de F. S. M. provocam baixa resistência à água e maior infiltração como evidenciado na Figura 15, porém a estrutura mantém o padrão de dureza sem ser flexível apesar de se ter uma estrutura mais fraca sob a aplicação de força.

Figura 15. A. Estrutura mais resistente a líquidos, maior teor de F. S. M., B. Estrutura com baixa resistência a líquidos, menor teor de F. S. M.



Fonte: Autor (2018)

Com o andamento do procedimento experimental foi possível observar que as variações das proporções para a fabricação da massa dos moldes, pode variar aspectos como mudança na força, na forma, na resistência à água, infiltração e

compactação, também podem alterar aspectos como cor, aparência e resistência a impacto.

O processo de secagem depende do tamanho da estrutura produzida, quanto maior a estrutura maior o tempo que o modelo levará para ficar pronto. Três são as etapas necessárias à primeira secagem dentro do molde de dois a três dias para que a estrutura, ainda muito úmida fique segura e mantenha o formato, a partir do segundo ou terceiro dias, dependendo do tamanho do modelo produzido, já pode ser retirada para secagem a sombra, essa secagem a sombra é necessária para que a água contida nos modelos saia de forma lenta sem danificar a estrutura, pois seu peso é basicamente água, depois que o processo de secagem a sombra é concluído as estruturas passam de um a três dias recebendo luz de sol para evitar mofo e eliminar odores do tempo que passou secando a sombra, depois é levada a estufa para secagem completa, demonstrando a aparência evidenciada na Figura 16.

Figura 16. A. aparência da parede de B após secagem concluída, B. aparência do interior de B após secagem concluída.

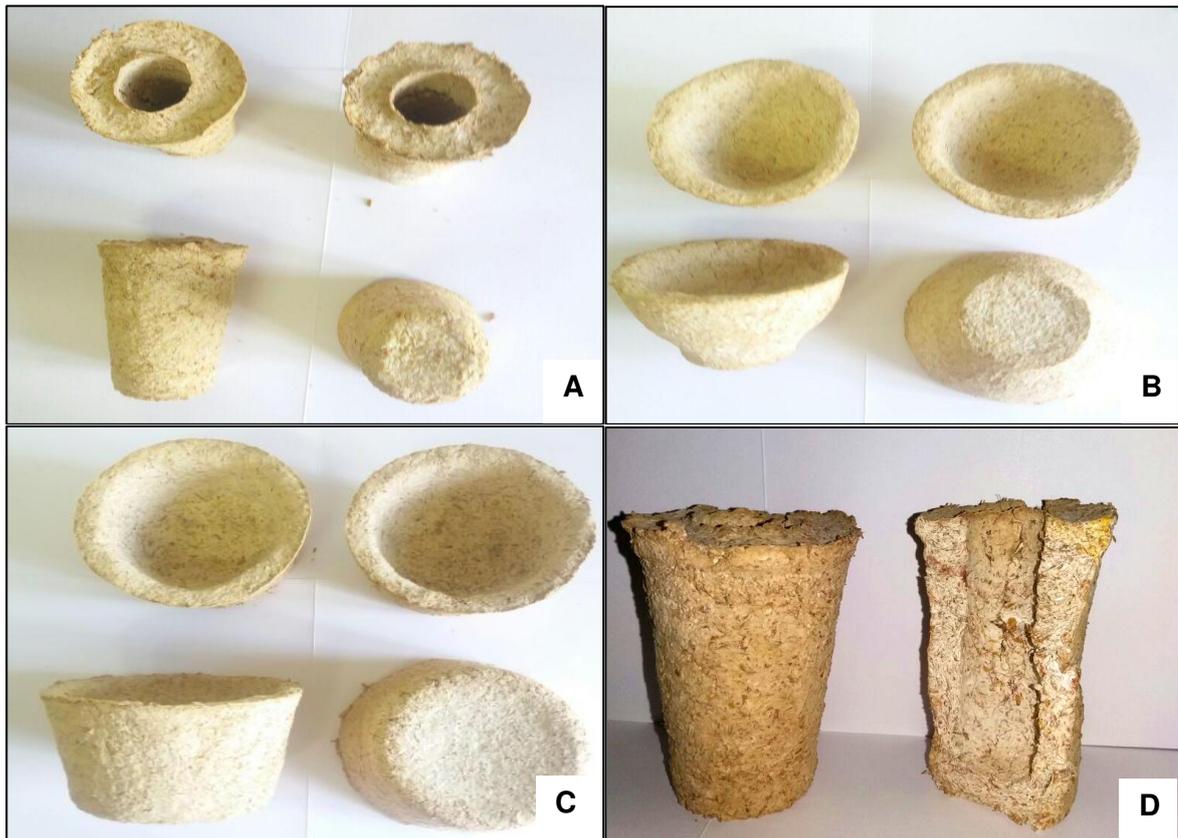


Fonte: Autor (2018)

O protótipo produzido não passa pelo tratamento de branqueamento, e assim, a intensidade da coloração varia do bege claro ao marrom, demonstrando em toda sua extensão a predominância da coloração da F. S. M. Também são visíveis pequenos pontos que variam entre laranja e marrom, esses, devido à presença do resíduo C. A. V., sua estrutura apresenta poros visíveis a olho nu, devido à sua alta porosidade, possui baixa resistência à umidade ou a qualquer tipo de líquido que entre em contato com ele, assim como o papelão ao entrar em contato com a água ele se expande, o aspecto do protótipo apresenta uma aspereza delicada, tem tendência a permanecer com a aparência física da estrutura em que foi moldado,

possui resistência a amassados, estabilidade dimensional, modelos de embalagens não flexíveis e leves como observado na Figura 17.

Figura 17. A. Modelo A. B. Modelo B. C. Modelo C. D. Corte transversal do modelo A.



Fonte: Autor (2018)

Após a conclusão de secagem os modelos apresentaram medidas diferentes das moldadas inicialmente, obedecendo todas as etapas secagem temos; da redução das dimensões do modelo A foram em sua altura 12,0 mm, no diâmetro maior topo do recipiente 13,0 mm, sua base menor a redução foi de 4,0 mm. Sua massa Inicial foi de 240,0 g para todos os recipientes do modelo A e a sua massa final obteve o resultado da média dos modelos produzidos igual a 65,0 g com redução de 175,0 g. O modelo B apresentou as seguintes reduções de dimensões 15,0 mm para o diâmetro maior, 8,0 mm para o diâmetro menor a base e 12,0 mm de altura, sua redução de massa foi de 302,0 gramas em média para todos os potes produzidos, logo a massa Inicial foi de 410,0 g e a massa final foi de 108,0 g. de acordo com a tabela 3.

Tabela 3. Média das massas e das dimensões dos modelos produzidos.

Informações	MODELO A	MODELO B	MODELO C
Diâmetro maior (topo)	65,0 mm	120,0 mm	125,0 mm
Diâmetro menor (base)	45,0 mm	65,0 mm	95,0 mm
Altura	90,00 mm	65,0 mm	70,0 mm
Massa (inicial)	240,0 g	410,0 g	555,0 g
Massa (final)	65,0 g	108,0 g	152,0 g
Material	Pasta de C. S. B.	Pasta de C. S. B.	Pasta de C. S. B.

Fonte: Autor (2018)

O modelo de embalagem C apresentou redução do diâmetro maior topo da embalagem de 20,0 mm, a redução do diâmetro menor base da embalagem de 13,0 mm e a redução em média para altura foi de 15,0 mm, a massa inicial da pasta foi 555,0 g e a massa final foi de 152,0 g, apresentando uma redução de 403,0 g. A proporção de redução do diâmetro maior foi de 16,6% no modelo A, 11,1% do modelo B e 13,8% no modelo C. Já para o diâmetro menor a base dos recipientes produzidos foi de 8,0% para o modelo A, 10,9% para o modelo B e 12,0% para o modelo C. Já é o percentual dos milímetros reduzidos na altura foi de 11,2% para o modelo A, 15,5% para o modelo B e 17,6% no modelo C.

Já o percentual de redução para a massa das Embalagens produzidas foi de 72,9% para o modelo de embalagem A, 73,7% de redução em massa na embalagem B e 72,6% de redução de massa na embalagem C.

6. CONCLUSÃO

Foi possível observar que, mediante o processo de deslignificação Kraft, produziu uma pasta de celulose com características e aspectos desejáveis a partir das matérias-primas utilizadas. Mediante esta pasta é possível confeccionar embalagens que podem ser usadas para armazenamento, proteção e transporte de diversos produtos, inclusive do setor alimentício, por possuir uma estrutura forte, leve e resistente. Além do benefício de ser biodegradável, reduzindo seu impacto no meio ambiente, também possui baixo custo de produção, podendo gerar economia para o setor.

REFERÊNCIAS

ABNT ISO/TR 14.062). **Gestão Ambiental – integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ALMEIDA, Cecília M. V. B.; GIANNETTI, Biagio F. **Ecologia Industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

ALVES, G. S.; SAMPAIO, A. P. L.; ZAVOLSKI, C. A.; BRITO, V. H.; CEREDA, M. P.; NEVES, E. Material a base de amido de mandioca para manufatura de embalagem de alimentos. **Revista Citino**, v. 2, n. 1, p. 16-24, 2012.

ANYADIKE, N. **Embalagens flexíveis**. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

_Anyadike, Nnamdi. **Embalagens flexíveis**._tradução Rogério Henrique Jönck. São Paulo: Blucher, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS, ABRE, **Estudo macroeconômico da embalagem. Apresentação fevereiro de 2017: desempenho da indústria de embalagem em 2016 e perspectivas para 2017**. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado-2016/>>. Acesso em: nov. 2017.

BESEN, G. R.; RIBEIRO, H.; GÜNTHER, W. M.; JACOBI, P. R. Coleta seletiva na região metropolitana de São Paulo: impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 259-278, 2014.

BONSIEPE, Gui. **Design, cultura e sociedade**. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 2011. ISBN 9788521205326.

BORGES, S. R. S. **Arroz Vermelho cultivado na Paraíba: Prospecções tecnológicas da cadeia produtiva e qualidade de grãos**. Areia-PB, UFPB/CCA, 2011. 115p.

BOYLSTON, Scott. **Designing Sustainable Packaging**. Londres: Laurence King, 2009.

BRASIL (2010) Presidência da República do Brasil. Lei nº 12.305/2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília.

BRASIL. **Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 25 maio 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 88, de 29 de junho de 2016.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2883670/%281%29RDC_88_2016.pdf/b6eb3585-1294-42a5-9b01-69133446781f>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 129, de 10 de maio de 2002.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_130_2002.pdf/70f28e6b-5696-495f-8f19-c26dadd59016>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BROWN, Tim. **Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. ISBN 9788535238624.

CAO, Q.; XIE, K. C.; BAO, W. R.; SHEN, S. G. Pyrolytic behavior of waste corn cob. **Bioresource Technology**, v. 94, n. 1, p. 83-89, 2004.

CARREIRO, M. R. de M. **Análise Energética e Ambiental do Processamento do Licor Negro Gerado em Fábricas de Celulose e Papel.** 2009. 141f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Itajubá UNIFEI, Programa de Pós-graduação em Ciências em Engenharia Mecânica, Itajubá. Disponível em:<<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0035811.pdf>> Acesso em: 05 jan. 2016.

CASTRO, H. F. de. **Processos Químicos Industriais II: Papel e Celulose.** São Paulo: Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de Lorena – Eel, 2009. 30 p. (Apostila 4).

CAVALCANTI, Pedro; CHAGAS, Carmo. **A história da embalagem no Brasil.** São Paulo: Grifo Projetos Históricos e Editoriais, 2006.

CHANG, K.; CHOU, P. Measuring the influence of the greening design of the building environment on the urban real estate market in Taiwan. **Building and Environment**, v. 45, n. 10, p. 2057-2067, 2010.

CHAUDHARY, R. C. Speciality rices of the world: effect of WTO and IPR on its production trend and marketing. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 1, n. 2, p. 34-41, 2003.

CHIAVENATO, I. (2011) *Introdução à Teoria Geral da Administração*. 8. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento estratégico: fundamentos e aplicações**. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CHINEN, N. **Design gráfico: curso completo**. São Paulo: Editora Escala Ltda., 2011.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Tradução: Mauro de Campos Silva. 2. Ed. – São Paulo: Thomson Learning, 2007. Tradução de: Logistics and supply chain management.

COLES, Robert E. **Estudo de embalagens para o varejo**, tradução Dante L. P. Neves. São Paulo: Blucher, 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Compêndio de Estudos Conab**. v. 1 (2016-). Brasília: Conab, 2016.

CORREIA, F. M. **Análise de distúrbios de compactação de cavacos de eucalipto em digestores contínuos fase vapor**. 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Celulose e Papel) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2010.

CORREIA, F. M. **Métodos Estatísticos e Redes Neurais Aplicados a Modelos Preditivos em Digestor Contínuo de Celulose Kraft de Eucalipto**. 2016. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química na Área de Engenharia Química,

Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2016.

CORREIA, S. L.; SOUZA, F. L.; DIENSTMANN, G.; SEGADAES, A. M. Assessment of the recycling potential of fresh concrete waste using a factorial design of experiments. **Waste management**, v. 29, n. 11, p. 2886-2891, 2009.

CORTEZ, A. T. C.; ORTIGOZA, S. A. G. (Orgs.). **Consumo sustentável: conflitos entre necessidade e desperdício**. São Paulo: UNESP, 2007.

COSTA, C. A. E., PINTO, P. C. R. & RODRIGUES, A. E. Evaluation of Chemical Processing Impact on E. Globulus Wood Lignin and Comparison with Bark Lignin. **Industrial Crops and Products**, v. 61, p. 479–491, 2014.

DAVIS, G.; SONG, J. H. Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact on waste management. **Industrial crops and products**, v. 23, n. 2, p. 147-161, 2006.

DEAGRO. **Safra mundial de milho 2016/17**, departamento de agronegócio. Novembro de 2016.

DEMIRBAS, A.; PEHLIVAN, E.; ALTUN, T. Potential evolution of Turkish agricultural residues as bio-gas, bio-char and bio-oil sources. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 31, n. 5, p. 613-620, 2006.

DOUGHERTY, Brian. **Design gráfico sustentável**. 1ª ed. São Paulo: Rosari, 2011. 184 pgs. ISBN 9788580500035.

EIGENHEER, E.M., Ferreira, J.A., Adler, R.R. **Reciclagem: mito e realidade**. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2005.

EIGENHEER, Emílio Maciel (org.). **Lixo Hospitalar: Ficção Legal ou Realidade Sanitária?** Rio de Janeiro, RJ: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2000.

EIGENHEER, Emílio Maciel. **Lixo e Vanitas: Considerações de um Observador de resíduos**. Niterói: EdUFF, 2003.

EIGENHEER, Emílio Maciel. *O povo do lixo*. in FIGUEIREDO, Haydée da Graça Ferreira de (org.). **Vozes da educação: 500 anos de Brasil**. Rio de Janeiro: UERJ, DEPEXT, 2004.

EIRAS, P. P.; COELHO, F. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. **Inter Science Place**, v. 1, n. 17, 2015.

EMBALAGEMMARCA. **Sim, elas podem**. São Paulo: Fevereiro. 2012.

ESTEVES, V., MARQUES, A. V., DOMINGOS, I. & PEREIRA, H. Chemical Changes of Heat Treated Pine and Eucalypt Wood Monitored by Ftir. *Maderas*. **Ciencia y tecnología**, v. 15, n. 2, p. 245-258, 2013.

FERREIRA, R.C.; GOBO, J.C.C.; CUNHA, A.H.N. **Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.1, p.1-11, jan./mar. 2008.

FIESP. **Boletim Soja Julho 2017**. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=234514>>. Acesso em 20 ago. 2018.

FUAD-LUKE, ALASTAIR. **The Eco-Design Handbook: A Complete Sourcebook for the Home and Office**, 3ª Ed. London: Thames & Hudson, 2009.

FULLER, R. Buckminster. **Operating Manual for Spaceship Earth**. Zürich: Lars Müller Publishers, 2008. ISBN 9783037781265

GIACOMINI FILHO, Gino. **Ecopropaganda**. 1 ed. São Paulo: Senac, 2004. ISBN 9788573593723

GIACOMINI FILHO, Gino. **Meio Ambiente & Consumismo**. 1ª Ed. São Paulo: Senac, 2008. ISBN 9788573596755

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

GOMES, F. A. **Avaliação do processo Kraft convencional e Lo-Solids para madeira de *Pinus taeda***. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Produtos Florestais, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Cap. 4.

GONÇALVES, B. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Santa Maria, RS: SOSBAI, 2014.

GONZÁLEZ-TORRE, P. L.; ADENSO-DÍAZ, B. Influence of distance on the motivation and frequency of household recycling. **Waste management**, v. 25, n. 1, p. 15-23, 2005.

GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste management**, v. 33, n. 1, p. 220-232, 2013.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, L. Hunter. **Capitalismo Natural**. São Paulo: Cultrix, 2007

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 24, n. 1, 2011.

INGRAO, C.; TRICASE, C.; CHOLEWA-WÓJCIK, A.; KAWECKA, A.; RANA, R.; SIRACUSA, V. Polylactic acid trays for fresh-food packaging: A Carbon Footprint assessment. **Science of the Total Environment**, v. 537, p. 385-398, 2015.

JORGE, Neusa. **Embalagens para alimentos** - São Paulo: cultura acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-reitoria de graduação, 2013.

KARAK, T.; BHAGAT, R. M.; BHATTACHARYYA, P. Municipal solid waste generation, composition, and management: the world scenario. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 42, n. 15, p. 1509-1630, 2012.

KIM, H. Y., JEONG, H. S., LEE, S. Y., CHOI, J. W. & CHOI, I. G. **Pd-Catalyst Assisted Organosolv Pretreatment to Isolate Ethanol Organosolv Lignin Retaining Compatible Characteristics for Producing Phenolic Monomer**. *Fuel*, v. 153, p. 40–47, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LERTSUTTHIWONG, P., KHUNTHON, S., SIRALERTMUKUL, K., NOOMUN, K., CHANDRKRACHANG, S. New insulating particleboards prepared from mixture of solid wastes from tissue paper manufacturing and corn peel. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 11, p. 4841-4845, 2008.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial - Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Editora Blucher, 2001.

LOCKWOOD, Thomas. **Design Thinking: Integrating Innovation, Customer Experience and Brand Value**. USA: Allworth Press, 2010.

LOPES, M. M. **Avaliação do hidrolisado hemicelulósico de sabugo de milho suplementado com proteína de farelo de soja solubilizada para obtenção de bioetanol**. 2015. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Biotecnologia Industrial na área de Concentração Microbiológica Aplicada, Universidade de São Paulo, Lorena São Paulo, 2015.

LUCENA, C. A. A. D.; COSTA, S. C. D.; ELEMEN, G. R. D. A.; MENDONÇA, E. A. D. M.; OLIVEIRA, E. E. Development of xylan and xylan/gelatin biofilms for production of biodegradable packages. **Polímeros**, v. 27, n. SPE, p. 35-41, 2017.

MAJEED, K.; JAWAID, M.; HASSAN, A.; BAKAR, A. A.; KHALIL, H. A.; SALEMA, A. A.; INUWA, I. Potential materials for food packaging from nanoclay/natural fibres filled hybrid composites. **Materials & Design**, v. 46, p. 391-410, 2013.

MANRICH, Sati (et al). **Identificação de plásticos: uma ferramenta para a reciclagem**. 2ª Ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007. ISBN 9788576000914

MANZINI, Ezio; Vezzoli, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.

MARINHA, A. B. A. S.; PACHECO, E. B. A. V.; MONTEIRO, E. E. C. Properties of LDPE and Aluminum Composite from Recycled Long-Life Packaging. **Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology**, v. 24, n. 3, p. 171, 2008.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; BARCELLOS, A.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. **Benefícios bioeconômicos e ambientais da integração lavoura-pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, abr. 2006. (Embrapa Cerrados. Documentos, 154). Reunião técnica da cultura do arroz irrigado, 30., 2014.

MESTRINER, Fabio. **Gestão estratégica de Embalagem**. 1ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MESTRINER. **Design de embalagem**: curso avançado. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2005. 178 p.

MOCELIN, E. Z. **Antraquinona e surfactante para otimização do processo Kraft com *pinus Spp***. 2005. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MOHAMMADI-ROVSHANDEH, J.; POURESMAEEL-SELAKJANI, P.; DAVACHI, S. M.; KAFFASHI, B.; HASSANI, A.; BAHMEYI, A. Effect of lignin removal on mechanical, thermal, and morphological properties of polylactide/starch/rice husk blend used in food packaging. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 131, n. 22, 2014.

MOORE, Graham. **Nanotecnologia em embalagens**. tradução Edison Zacarias da Silva. São Paulo: Blucher, 2009.

MORAES, Dijon de. **Metaprojeto: o design do design**. 1ª Ed. São Paulo: Blucher, 2010.

MORALES, M.; CHIMENOS, J. M.; ESPIELL, F.; SEGARRA, M. The effect of temperature on mechanical properties of oxide scales formed on a carbon steel in a simulated municipal solid waste incineration environment. **Surface and Coatings Technology**, v. 238, 15 January 2014, p. 51-57

MOREIRA, R. F.; PEREIRA, D. A.; SERRANO, M. T. L. Custo de produção de tourinhos nelore alimentados com dietas à base de fubá ou Milho Desintegrado com Casca e Sabugo (MDPS). **Anais SIMPAC**, v. 4, n. 1, 2015.

NAPOLITANO, Assunta (org.). **EMBALAGENS, Instituto de.Embalagens: design, materiais, processos, máquinas e sustentabilidade.**_1^a Ed. Barueri: Instituto de Embalagens, 2011.

NAPOLITANO, Assunta (org.). **Guia de Embalagens para produtos orgânicos.**1^a Ed. Barueri: Instituto de Embalagens, 2011.

NEGRÃO, C. **Método e desenvolvimento de projeto de embalagens.** In: Instituto de Embalagem – Ensino e Pesquisa (Opg). Embalagem: Desing, Materiais, Processos, Maquinas, e Sustentabilidade. São Paulo: Instituto de Embalagem. 2011.

NEGRÃO, C.; CAMARGO, E. **Design de embalagem:** do marketing à produção. São Paulo: Novatec, 2008.

NEUBERGER, R. **Boas práticas de operação e manutenção para redução de odores na produção de celulose Kraft:** Uma Abordagem Qualitativa. 2008. 125f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário, São Caetano do Sul. 125 f. 2008. Disponível em: <<http://maua.br/files/dissertacoes/boaspraticas-de-operacao-e-manutencao.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2016.

NONES, D. L.; BRAND, M. A.; AMPESSAN, C. G. M.; FRIEDERICHS, G. Biomassa residual agrícola e florestal na produção de compactados para geração de energia. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 2, p. 155-164, 2017.

NORMAN, Donald A. **Design emocional:** por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

ODLARE, M.; ARTHURSON, V.; PELL, M.; SVENSSON, K.; NEHRENHEIM, E.; ABUBAKER, J. Land application of organic waste—effects on the soil ecosystem. **Applied Energy**, v. 88, n. 6, p. 2210-2218, 2011.

OLIVEIRA, M. L. de. **Obtenção e caracterização de um compósito de matriz polimérica com carga de resíduos vegetal proveniente do sabugo de milho**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Dezembro de 2015.

ONO, M. M. **Design e cultura**: sintonia essencial. Curitiba: Edição da autora, 2006.

OTSUKA, N. Chemistry and melting characteristics of fireside deposits taken from boiler tubes in waste incinerators. **Corrosion Science**, v. 53, n. 6, p. 2269-2276, 2011.

PACKING COSMÉTICA. **Baumgarten de olho no mercado de rótulos no Norte e Nordeste**. São Paulo: Cusman, 2011. Edição Setembro/Outubro, nº 91.

PASCUAL, C. S. C. I. **Efeitos da parboilização do arroz (*Oryza sativa* L.) integral sobre os compostos bioativos e a disponibilidade do amido**. 2010. 102 f. Tese (Doutorado em Bromatologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PASSINI, R. J. **Análise Energética de um Sistema de Recuperação Química de uma Fábrica de Papel e Celulose**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Itajubá UNIFEI, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Itajubá, 2017. 166f.

PEREIRA NETO, João Tinôco. **Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais**. 1ª Ed. Viçosa: UFV, 2007.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de. **Documentos / Embrapa Meio-Norte: As variedades de arroz vermelho brasileiras**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014.

PHILLIPS, R. B.; JAMEEL, H.; CHANG, H. M **Integration of pulp and paper technology with bioethanol production**. Biotechnology for biofuels, v. 6, n. 1, p. 13, 2013.

PINTO, J., CRUZ, D., PAIVA, A., PEREIRA, S., TAVARES, P., FERNANDES, L., VARUM, H. Characterization of corn cob as a possible raw building material. **Construction and Building Materials**, v. 34, p. 28-33, 2012.

PINTO, J., PAIVA, A., VARUM, H., COSTA, A., CRUZ, D., PEREIRA, S., AGARWAL, J. Corn's cob as a potential ecological thermal insulation material. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 8, p. 1985-1990, 2011.

PINTO, P. C. R., OLIVEIRA, C., COSTA, C. A., GASPAR, A., FARIA, T., ATAÍDE, J. & RODRIGUES, A. E. **Kraft Delignification of Energy Crops in View of Pulp Production and Lignin Valorization**. *Industrial Crops and Products*, v. 71, p. 153–162, 2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAVEENDRAN, K.; GANESH, A.; KHILAR, K. C. Influence of mineral matter on biomass pyrolysis characteristics. **Fuel**, v. 74, n. 12, p. 1812-1822, 1995.

REIS, Dalcacio. **Product Design in the Sustainable Era**. 1ª Ed. Köln, Alemanha: Taschen, 2010.

RODRIGUES, G. H.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; ARAUJO, R. C.; PACKER, I. U.; GERAGE, L. V. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 789-794, 2008.

RONCARELLI, Sara; ELLICOTT, Candace. **Design de embalagem: 100 fundamentos de projeto e aplicação**. São Paulo: Blucher, 2010.

RONCARELLI, Sarah. **Design de embalagens: 100 fundamentos de projeto e aplicação**. São Paulo: Blucher, 2010.

RONCARELLI, Sarah; ELLICOTT, Candance. **Design de embalagem: 100 fundamentos de projeto e aplicação**. 1ª Ed. São Paulo: Blucher, 2010. ISBN 9788521205647.

SALES, P. F.; BERTOLI, A. C.; PINTO, F. M.; MAGRIOTIS, Z. M. Produção, Caracterização e Aplicação do Carvão Ativado Obtido a partir do Sabugo de Milho: A Busca pelo Reaproveitamento de um Resíduo Agroindustrial. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1174-1188, 2015.

SAMARA, T. Grid: **construção e desconstrução**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

SAMISTRARO, G.; MUNIZ, G. I. B. de; PERALTA-ZAMORA, P.; CORDEIRO, G. A. Previsão das propriedades físicas do papel Kraft por espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) e regressão por mínimos quadrados parciais (PLS). **Química Nova** (Impresso), v. 32, p. 1422-1425, 2009.

SCHUMACHER, E. F. **Small is beautiful. Economics as if people mattered**. 1ª Ed. New York: Harper Collins, 2010. ISBN 9780061997761

SHALINI, S. S.; KARTHIKEYAN, O. P.; KURIAN, J. Biological stability of municipal solid waste from simulated landfills under tropical environment. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 3, 2010, p. 845-852.

SHARMA, S. D. Domestication and diaspora of rice. In: SHARMA, S. D. (Ed.). **Rice: origin, antiquity and history**. Boca Raton: CRC Press; New Hampshire: Science Publishers, 2010. cap. 1, p. 1-24

SHERIN, Aaris. **Sustainable: a handbook of materials and applications for graphic designers and their clients**. Massachusetts: Rockport Publishers, 2008.

SOARES, M. de F. L. **Produção de arroz vermelho no vale do Piancó: revisão bibliográfica**. 2014. 22f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares EAD) – Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2016.

SOMPONG, R., SIEBENHANDL-EHN, S., LINSBERGER-MARTIN, G., BERGHOFER, E. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice

varieties from Thailand, China and Sri Lanka. **Food Chemistry**, v. 124, n. 1, p. 132-140, 2011.

STEWART, Bill. **Estratégias de design para embalagens**. tradução Freddy Van Camp. São Paulo: Blucher, 2009.

SUPAKATA, N.; KUWONG, N.; THAISUWAN, J.; PAPONG, S. The application of rice husk and cabbage market waste for fuel briquette production. **International journal of renewable energy**, v. 10, n. 2, p. 27-36, 2016.

TEIXEIRA, C. **Design de embalagem**. In: Instituto de Embalagem – Ensino e Pesquisa (Opg). Embalagem: Design, Materiais, Processos, Maquinas, e Sustentabilidade. São Paulo: Instituto de Embalagem. 2011.

TIAN, H.; GAO, J.; HAO, J.; LU, L.; ZHU, C.; QIU, P. Atmospheric pollution problems and control proposals associated with solid waste management in China: A review, **Journal of Hazardous Materials**, Volumes 252–253, 15 May 2013, Pages 142-154.

TSUNECHIRO, A.; DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C. Economia. In: CRUZ, J. C.; MAGALHAES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. (Org.). **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Informação, 1 ed. Brasília, 2011, p. 325-338.

TSUNECHIRO, A.; VASCONCELOS, C. A.; KARAM, D.; GAMA, E. E. G. E.; DURAES, F.O.M; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, I. A.; DUARTE, R.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J.; MATTOSO, M. J.; VIANA, P.; MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. **A cultura do milho-verde**. Embrapa Informação Tecnológica. 1. ed. Brasília, 2008. v. 1. 204p.

TWEDE, Daiana; GODDARD, Ron. **Materiais para embalagens**. tradução Sebastião V. Canevarolo Jr. São Paulo: Blucher, 2009.

TWEDE, Diana; GODDARD, Ron. Tradução da 2ª edição americana: Sebastião V. Canevarolo Jr. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

UNEP. **Recycling rates of Metals: A Status Report**. International Resource Panel, 2011. Disponível em: <www.resourcepanel.org/file/381/download?token=he_rldvr>. Acesso em: 04 jun. 2017.

VERGARA, S. E.; TCHOBANOGLIOUS, G. Municipal solid waste and the environment: a global perspective. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 37, p. 277-309, 2012.

VEZZOLI, Carlo. **Design de sistemas para a sustentabilidade**. 1ª Ed. Salvador: EDUFBA, 2010. ISBN 9788523207229

VIEIRA, Ana Carla. **Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas**. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel Paraná- Brasil, 2012.

VU, T. M., DOAN, D. P., VAN, H. T., NGUYEN, T. V., VIGNESWARAN, S., NGO, H. H. Removing ammonium from water using modified corncob-biochar. **Science of The Total Environment**, v. 579, p. 612-619, 2017.

WALTER, M. **Composição química e propriedades antioxidantes de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto**. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2009.

WEN, J. L.; SUN, S. L.; XUE, B. L.; SUN, R. C. **Recent advances in characterization of lignin polymer by solution-state nuclear magnetic resonance (NMR) methodology**. *Materials*, v. 6, n. 1, p. 359-391, 2013.

WHITE, Jan V. **Edição e design: para designer, diretores de arte e editores**. São Paulo: JSN Editora, 2006.

WILBERT, D. G. B.; KAZMIERCZAK, C. de S.; KULAKOWSKI, M. P. Análise da interface entre agregados reciclados de concreto e argamassas de concretos com cinza de casca de arroz e fíler basáltico por nanoindentação. **Ambient. constr.**, v. 17, n. 2, p. 253-268. Porto Alegre. 2017.

WILLIAMS, Robin. **Design para quem não é designer**: noções básicas de planejamento visual. 2^a. ed. São Paulo: Callis, 2005.

WU, M., PANG, J., ZHANG, X. SUN, R. **Enhancement of Lignin Biopolymer Isolation from Hybrid Poplar by Organosolv Pretreatments**. International Journal of Polymer Science, 2014.

YAWADIO, R.; TANIMORI, S.; MORITA, N. Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. **Food Chemistry**, v. 101, n. 4, p. 1616-1625, 2007.

YOUNGQUIST, J. A., ENGLISH, B. E., SPELTER, H., CHOW, P. Agricultural fibers in composition panels. In: **Proceedings of the 27th international particleboard/composite materials symposium**. Pullman, WA: Washington State University, 1993. p. 30-31.

YUAN, T.-Q.; SUN, S. N.; XU, F.; SUN, R. C **Characterization of lignin structures and lignin– carbohydrate complex (LCC) linkages by quantitative 13C and 2D HSQC NMR spectroscopy**. Journal of agricultural and food chemistry, v. 59, n. 19, p. 10604-10614, 2011.

ZABANIOTOU, A.; IOANNIDOU, O.; ANTONAKOU, E.; LAPPAS, A. Experimental study of pyrolysis for potential energy, hydrogen and carbon material production from lignocellulosic biomass. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 33, n. 10, p. 2433-2444, 2008.

ZANÃO, M. **Avaliação de Polissulfetos na Polpação Kraft de Misturas de Madeiras de Eucalyptus spp. e Pinus spp.** 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

ZHANG, A., LU, F., LIU, C. & SUN, R. C. Isolation and Characterization of Lignins from Eucalyptus Tereticornis (12abl). **J. Agric. Food Chem.**, v. v. 58 p. p. 11287–11293, 2010.

ZHANG, X.; HUANG, G. Municipal solid waste management planning considering greenhouse gas emission trading under fuzzy environment. **Journal of environmental management**, v. 135, p. 11-18, 2014.

ZUBEN, F.; NEVES, F. L. Recycling of Aluminum and Polyethylene Present in Tetra Pak Packages. **Seminário Internacional de reciclagem do Alumínio**. Coletânea de Trabalhos. São Paulo, 2004.