



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DAS FIBRAS DE *Hibiscus rosa-sinensis*
E SUA UTILIZAÇÃO PARA FABRICAÇÃO DE PAPEL ARTESANAL**

WILLER CESAR SEKISUGI BEZERRA

BRASÍLIA

2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DAS FIBRAS DE *Hibiscus rosa-sinensis*
E SUA UTILIZAÇÃO PARA FABRICAÇÃO DE PAPEL ARTESANAL**

WILLER CESAR SEKISUGI BEZERRA

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Carlos Gonçalves

Trabalho Final apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade de Brasília como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

BRASÍLIA

2017



Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DAS FIBRAS DE *Hibiscus rosa-sinensis*
E SUA UTILIZAÇÃO PARA FABRICAÇÃO DE PAPEL ARTESANAL**

Estudante: Willer Cesar Sekisugi Bezerra

Matrícula: 12/0138531

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Carlos Gonçalves

Menção: SS



Prof. Dr. Joaquim Carlos Gonçalves

Universidade de Brasília – UnB

Orientador



Prof. Dr. Thérèse Hofmann Gatti Rodrigues da Costa

Universidade de Brasília – UnB

Co-Orientadora/Examinador Interno



M^a Loureina Rapôso Oliveira Garcez

Engenheira Florestal – UnB

Examinador Externo

Brasília – DF, Junho de 2017

DEDICATÓRIA

A minha avó que sempre me apoiou incondicionalmente, minha mãe e minha tia por investirem esforço e tempo para que eu pudesse realizar meu sonho, ao meu falecido avô por seus sábios ensinamentos e a minha namorada Ingrid.

AGRADECIMENTOS

A minha família, principalmente, por sempre estar ao meu lado me apoiando e me mostrando o melhor caminho a ser seguido, minha avó Adavita, minha mãe Adeilsa, e minha tia Lúcia. Agradeço também a minha namorada Ingrid, por me ajudar sempre, nos estudos, nos trabalhos e deveres e por ser uma ótima companheira.

Agradeço aos meus colegas de curso, Arthur, André, Édipo, Fernanda, Isabella, Rodrigo, Sara, Roberta, Juan, Lauana, Yasmin, Luiza, Mariana e todos os outros, pela ajuda durante todo o curso, pelos muitos trabalhos feitos, histórias, saídas de campo e risadas juntos. Agradeço aos meus amigos de estágio da Maquete, que foram muito companheiros e também me apoiaram: Artur, Arlete, Brunna, Eugenia, Felipe, Gabi, Jess, Letícias, Matheus, Pedro, Yuri, Amanda, Jeffeson, Fernando, Bianca, Natália, Lidiane, Marle, a Sophia pela ajuda com a tradução para o inglês e a todos os outros.

Ao professor Lace Medeiros, por me instigar a vontade de trabalhar com o ramo de papel e celulose, a professora Thérèse Hofmann por sempre me apoiar nas pesquisas e pelas grandes oportunidades de estágio, a Loureine por me ajudar com os trabalhos de produção de papel.

Ao professor Joaquim Carlos Gonzalez por me orientar neste trabalho e ao departamento de engenharia florestal da UnB. A todos os meus outros professores pelo conhecimento, a todas as pessoas que me ajudaram durante a minha graduação, incluindo funcionários de portaria, faxina e administração. Ao Estado, por me dar tamanha oportunidade de conhecimento e acesso à infraestrutura do campus Darcy Ribeiro.

“Se acender uma lamparina para uma outra
pessoa, iluminará também o seu próprio
caminho.”

(Nitiren Daishonin)

RESUMO

Nas grandes cidades como Brasília, os resíduos de poda normalmente não são aproveitados, desperdiçando assim a possibilidade de uso deste material com fins mais nobres, como a produção de papel. Ressaltado este fato, o presente trabalho tem o objetivo de verificar a viabilidade de produção de papel artesanal de qualidade a partir de fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* (conhecido como hibisco), coletado no Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília, pois é uma espécie amplamente utilizada em arborização urbana. Foi realizada a separação das fibras liberianas do restante do caule, que são utilizadas para a fabricação do papel. Posteriormente essas fibras foram colocadas em solução de Franklin (metade ácido glacial e metade peróxido de hidrogênio) para a dispersão das unidades de fibra. Depois, foram lavadas com álcool e tingidas com corante Safranina, de coloração rosada e então foram montadas as lâminas com as fibras bem individualizadas para uma fácil observação no microscópio ótico. As fibras foram medidas no microscópio com o auxílio de software de computador. Também foi determinada a densidade média das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* com o uso da fórmula de densidade básica ou de máximo teor de umidade. Posteriormente os papéis foram fabricados com o auxílio de telas de nylon que capturam as fibras da solução, as folhas assim formadas foram prensadas e colocadas em varal para que secassem. Depois de realizadas as medições das fibras de hibisco, constatou-se que os valores de comprimento estavam bem superiores àqueles encontrados para fibras de eucalipto, além disso foram observadas boas relações de fração parede, índice de Runkel, coeficiente de flexibilidade e índice de filtragem. O valor da densidade média encontrada para as fibras de hibisco foi de 1,35 g/cm³, valor inferior aos encontrados em outras fibras como as de *Bambusa vulgaris*, com densidade média 3,14 g/cm³. O papel fabricado com as fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* apresentou coloração branca, levemente amarelada, formou uma estrutura concisa com as fibras aparentemente bem entrelaçadas, uniforme e sem rugosidades.

Palavras-Chave: *Hibiscus rosa-sinensis*, fibras, papel, poda.

ABSTRACT

In large cities such as Brasilia, pruning residues aren't usually exploited, thus wasting the possibility of using this material for more noble purposes, such as paper production. This paper aims to verify the feasibility of producing quality paper from *Hibiscus rosa-sinensis* fibers (known as hibiscus) collected at the Central Institute of Sciences of the University of Brasilia, as it is a Species widely used in urban afforestation. The liberian fibers were separated from the rest of the stem, which are used to make the paper. Later these fibers were placed in Franklin solution (half glacial acid and half hydrogen peroxide) to have the dispersion of the fiber units. Afterwards, they were washed with alcohol and stained with safranin dye, pink in color, and then the slides were assembled with the individualized fibers for easy observation of the optical microscope. The fibers were measured under the microscope with the aid of a computer software. The average density of *Hibiscus rosa-sinensis* fibers was also determined using the basic density formula or the maximum moisture content. Subsequently the papers were fabricated with the help of nylon screens that "fished" the fibers from the solution, the sheets thus formed are pressed and placed on a rod to dry. After measurements of the hibiscus fibers, it was verified that the values of length were well superior to those found for eucalyptus fibers, besides it was obtained good ratios of wall fraction, Runkel index, coefficient of flexibility and filtration index, this shows that these fibers have a natural suitability and tend to be good for papermaking. The average density found for the fibers of hibiscus was 1.35 g / cm³, much lower than those found in other fibers such as *Bambusa vulgaris*, with a average density of 3.14 g / cm³. The paper made from *Hibiscus rosa-sinensis* fibers showed a slightly yellowish white color, forming a concise structure with the apparently well intertwined fibers, uniform and without roughness.

Keywords: Hibiscus rosa-sinensis, fibers, paper, paring.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 (Texto): Etapas do processo de retirada das fibras, desde a remoção da casca.	10
FIGURA 2 (Texto): Fibras de <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> na solução de Franklin.	12
FIGURA 3 (Texto): Fibras coradas com Safranina	12
FIGURA 4 (Texto): Fibras de <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> a serem cozidas	11
FIGURA 5 (Texto): Cozimento das fibras de <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> com soda caustica em panela de aço	16
FIGURA 6 (Texto): Liquidificador Industrial	18
FIGURA 7 (Texto): Prensa	18
FIGURA 8 (Texto): Entretela	18
FIGURA 9 (Texto): Telas com e sem forro de nylon	18
FIGURA 10 (Texto): Medição das fibras realizada no microscópio ótico	20
FIGURA 11 (Texto): Foto com detalhe na trama de fibras presente nos papéis artesanais de <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	22
FIGURA 12 (Texto): Foto do papel feito com fibras de <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> sobre uma folha de papel sulfite	23

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 (Texto): Testes das diferentes concentrações de soda caustica para o cozimento alcalino das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* _____12

TABELA 2 (Texto): Valores máximos, mínimos, médios e desvios padrões das dimensões de interesse das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* _____19

TABELA 3 (Texto): Valores médios, variação, desvio padrão e coeficiente de variação de densidade para as fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* _____21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	3
2.1 Objetivo Geral.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 Hibisco: <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	4
3.2 Indústria de Celulose e Papel Atualmente.....	5
3.4 Dimensões das Fibras e seus Índices de classificação.	7
3.5 Densidade das Fibras.....	8
3.6 Uso de diferentes concentrações de soda caustica (NaOH)	8
4. MATERIAIS E MÉTODOS	9
4.1 Obtenção das Fibras	9
4.1.1 Origem do Material	9
4.1.2 Coleta e Amostragem.....	9
4.1.3 Individualização das fibras.....	11
4.2 Análise das Fibras e a Obtenção da Polpa.....	12
4.2.1 Análise Morfológica das fibras	12
4.2.2 Determinação da densidade das fibras	14
4.2.3 Obtenção da polpa celulósica.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1 Dimensões das Fibras.....	18
5.2 Densidade do material.....	20
5.3 Obtenção da Polpa.....	22
6. CONCLUSÃO	23
7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24

1. INTRODUÇÃO

A história do papel está diretamente associada ao desenvolvimento da inteligência humana, pois o homem desde os tempos mais remotos representa objetos inanimados ou em movimento por meio de desenhos na superfície de diversos materiais diferentes. Costumava fazer desenhos que representavam sua caça, outros humanos e tarefas de seu cotidiano e inicialmente eram feitos em paredes de pedra, cavernas e ossos.

Com o passar do tempo o homem desenvolveu desenhos mais elaborados que passaram a representar ideias e posteriormente a invenção da escrita com o uso de hieróglifos e hieráticos (forma mais cursiva dos hieróglifos). Com o desenvolvimento de sua inteligência, o homem viu a necessidade de criar seu próprio suporte para as representações gráficas, como placas de barro, fibras trançadas, papiro, pergaminho e por último o papel, que é o mais utilizado até hoje. O papiro é um emaranhado de fibras de uma planta de mesmo nome no qual se escreviam mensagens e textos sagrados pelos antigos egípcios aproximadamente 3000 A.C. Os pergaminhos são peles de animais tratadas de maneira a ficarem delgadas e maleáveis, aptas a receberem mensagens e datam de 2000 A.C.

Muitos historiadores atribuem a invenção do papel a Ts'ai Lun (105 D.C.), pois a partir das evidências existentes foi o primeiro a utilizar métodos de polpação de retalhos de pano e redes de pesca, e mais posteriormente fibras vegetais para a fabricação de papel. As fibras eram cozidas, batidas e esmagadas para subsequentemente serem dispersas em água e depuradas para formar camadas delgadas, que seriam as futuras folhas.

Mais tarde, a invenção do papel e seu método de produção foram se dispersando da China para outros países da Ásia, para a Europa e para África. Já no século XVIII, houve a revolução industrial, que impulsionou o setor papeleiro a níveis inéditos até então graças à difusão de meios de comunicação como jornais e da disseminação de conhecimento por meio de livros.

Com o passar do tempo surgiram inovações tecnológicas de branqueamento da polpa com o uso de cloro e, além disso, vários testes foram bem sucedidos com o uso de diferentes espécies de plantas para a fabricação de papel, inclusive com o uso da madeira como fonte de fibras. Assim a indústria de papel e celulose se aperfeiçoou diversificando seus produtos e processos com o uso de nova maquinaria para atender uma demanda em ascensão.

Com o surgimento das grandes indústrias houve uma supressão dos processos artesanais de produção de papel, que foi perdendo espaço em um mundo cheio de inovações tecnológicas. Apesar disso, no Oriente ocorreu uma transposição pacífica do processo de produção artesanal para o industrial e ainda existe uma tranquila convivência, sem que as aldeias papeleiras tenham sido desativadas pelo surgimento da indústria, sendo que podemos encontrar em pleno século XXI, papeleiros que mantêm a produção de papel artesanal com o mesmo processo de dois mil anos atrás (GATTI, 2007).

A partir da necessidade de artistas em utilizar suportes diferenciados para suas obras, houve um ressurgimento do papel artesanal na década de 1950, impulsionado principalmente pelos americanos William Joseph “Dard” Hunter (1883-1996) e Douglas Morse Howell (1906-1994). Uma obra de arte sobre um papel artesanal se valoriza, podendo-se apreciar os detalhes do suporte, o tipo de fibra utilizada, a consistência da folha, a rugosidade da sua superfície e o efeito desses detalhes sobre a imagem que lhe foi superposta (CLARK, 1988).

Segundo GATTI (2007), no Brasil a ascendência do papel artesanal começou impulsionada principalmente pelos brasileiros: Otavio Roth (SP), Marlene Trindade (UFMG/MG) e Lygia Sabóia (UnB/DF).

Na produção de papel artesanal procura-se aproveitar resíduos vegetais oriundos de podas, da agricultura, como a cana de açúcar ou que são encontrados em abundância e que não tenham uma utilidade que dê um fim adequado para esse material, como a cana do reino. Deve-se analisar a facilidade de obtenção das fibras, sua época de colheita e a proximidade para evitar custos com transporte.

A partir de qualquer vegetal, teoricamente é possível obter-se papel, pois papel é um aglomerado de moléculas de celulose que formam uma fina película. Sendo que

todos os vegetais possuem celulose em sua composição, mas também possuem outros tipos de moléculas como hemicelulose e lignina, conectadas às de celulose através de ligações químicas que devem ser rompidas para a fabricação de papel.

Para a classificação das fibras do ponto de vista da fabricação de papel, denominam-se fibras curtas e fibras longas. As fibras longas, têm comprimento médio entre 2 e 5 milímetros e na indústria de papel e celulose são provenientes geralmente de pinus, enquanto as fibras curtas, têm de 0,5 a 2 milímetros de comprimento, originárias de eucalipto, responsáveis por mais de 98% do volume produzido. As plantas classificadas como “não madeireiras” que são utilizadas para a fabricação de papel, normalmente são: bambu, babaçu, sisal e resíduos agrícolas (bagaço de cana-de-açúcar) (IBÁ - BRACELPA, 2006).

Diversas plantas são utilizadas na arborização e paisagismo do ambiente urbano e normalmente são descartados os seus resíduos de poda, por não serem conhecidos usos para estes. O gênero *Hibiscus* é amplamente utilizado nas cidades em cercas vivas, jardins, e como planta ornamental. Com este levantamento, o presente trabalho se propõe a avaliar as propriedades das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis*, que é a espécie de hibisco mais comumente utilizada em jardins, e seu uso para a produção de papel.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho objetiva verificar a viabilidade da utilização das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* para a produção de papel a fim de indicar novas utilizações para resíduos de poda.

2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos:

- Determinar as dimensões de fibras e fazer suas correlações;
- Determinar a densidade básica de fibras;

- Variar a concentração de soda (NaOH) para encontrar o percentual mais adequado para a deslignificação do material fibroso (*Hibiscus rosa-sinensis*).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Hibisco: *Hibiscus rosa-sinensis*

Segundo Linnaeus (1753), o *Hibiscus rosa-sinensis*, que literalmente significa rosa da China, é uma planta arbustiva da família das Malvaceas que atinge até 3 metros de altura, podendo ser produzido a partir de enxertia e se desenvolve sobre solo rico em matéria orgânica em climas tropical e subtropical, florescendo em até seis meses após o plantio. É bem resistente ao ataque de fungos e dificilmente apresenta doenças, mas deve-se tomar cuidado com alguns insetos como gafanhotos e borboletas que podem se alimentar de suas folhas.

O *Hibiscus rosa-sinensis* é muito cultivado nos jardins brasileiros, pois é uma planta que apresenta crescimento muito rápido, boa resistência ao clima tropical e pela beleza inconfundível de suas flores, que são símbolo do estado americano do Havaí (Baza Mendonça & dos Anjos, 2005).

Existem muitas outras variedades de Hibisco, com flores de vários formatos e cores, mas a mais cultivada é esta abordada no presente trabalho. Em algumas regiões do Brasil é conhecida como Graxa-de-Estudante, Hibisco-da-China, Mimo-de-Vênus ou simplesmente hibisco (GAST, 2009).

Muitas vezes o *Hibiscus rosa-sinensis* é confundido com o *Hibiscus sabdariffa*, este último que é utilizado para a fabricação de produtos alimentícios como chás, geleias e doces. O uso do *Hibiscus rosa-sinensis* se restringe aos jardins, cercas vivas e projetos paisagísticos, apresentando alta adaptabilidade em diversas regiões do Brasil. Apesar de não ser resistente às geadas, suporta sombreamentos e certo índice de salinidade (FERREIRA, 1986).

3.2 Indústria de Celulose e Papel Atualmente

Segundo de Oliveira (2013), o Brasil é um dos grandes produtores de celulose e papel mundiais. Pois é pioneiro em cultivo de eucalipto para a fabricação de papel, o Brasil ocupa lugar de destaque na exportação de celulose de fibra curta. Alguns fatores contribuem para tal sucesso, como o clima, a abundância de terras disponíveis para plantio e a competência técnica das fábricas brasileiras. As indústrias de celulose e papel contribuem para a expansão das florestas plantadas, além de gerar riquezas e empregos, essas indústrias hoje contam com profissionais sempre atualizados e bem preparados.

A produção de celulose cresceu 4,8% em janeiro de 2017 comparado com o mesmo período de 2016, as exportações aumentaram de 959 mil toneladas para um milhão e 414 mil toneladas, as importações caíram 43,6%, para o mesmo mês, no ano de 2016 a Indústria de celulose produziu 17 milhões de toneladas e exportou 11 milhões e 400 mil toneladas; E para o ano de 2017 espera-se um aumento destes valores, isso reflete uma maior autossuficiência por parte do mercado nacional de celulose e que eventuais crises financeiras ainda não debilitam o setor de maneira considerável, (IBÁ, 2017).

O papel teve uma pequena queda de meio por cento em sua produção para janeiro de 2017, enquanto as exportações aumentaram, o consumo interno diminuiu e as importações também diminuíram, mais uma confirmação de que essa indústria sofre pouco com o cenário financeiro do país, mantendo sua grande produção mesmo com um menor consumo interno e para o ano de 2016 produziu nove milhões e 400 mil toneladas de papel, um valor que cresce anualmente (ABTCP, 2017).

Os procedimentos de produção de papel e celulose são empreendimentos de grande porte e alto nível de automação, e, por ser um mercado muito competitivo, quaisquer ganhos representam grandes impactos.

3.3 Fabricação de Papel Artesanal

No Brasil, a madeira utilizada como matéria prima para a produção de celulose provém principalmente várias espécies arbóreas de eucalipto e pinus. Uma série de processos está vinculada à produção de celulose com essas espécies florestais, desde o preparo do solo, a produção de mudas, poda, desbaste, colheita e transporte. Por ser uma escala muito grande e que visa grandes produções de matéria prima, perdem-se algumas nuances às vezes desejada no produto final, como uma coloração exótica ou fibras aparentes. O papel artesanal pode proporcionar esse aspecto de exclusividade.

A fabricação de papel artesanal é um procedimento que se altera de pessoa para pessoa, levando-se em consideração seu ponto de vista. É uma sabedoria popular que sofreu influências por todos os caminhos que percorreu, porém sua essência ainda é a mesma (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Gatti (2007), para os vegetais não madeireiros, os processos de polpação mais recomendados são os alcalinos. Porém, os processos mecânicos, termomecânicos e a cal (CaO) também são recomendados sob diferentes pontos de vista práticos e econômicos.

No caso do processo químico utiliza-se mais amplamente NaOH (soda cáustica), pois é o álcali que consegue quebrar as ligações entre os componentes não-celulósicos e a celulose de mais fácil acesso que pode-se encontrar. Apesar de utilizar componentes químicos, o princípio de fabricação de papel é o mesmo, desde sua descoberta em 105 d.C., que é extrair a celulose das plantas.

Ainda de acordo com Gatti (2007), existem diversas fontes de fibras vegetais alternativas para a fabricação de papel artesanal como: abacaxi, bambu, bananeira, cana-de-açúcar, coco, milho, agave, soja, dentre muitas outras.

De acordo com as pesquisas de Soffer (2001), é possível a utilização da bananeira para a fabricação de papel, em que se utiliza principalmente o pseudocaule, obtendo fibras longas e amareladas, de fácil branqueamento, sedosas e brilhantes. Os papeis artesanais de bananeira são muito utilizados em impressões e luminárias.

Outro exemplo de fibra alternativa que pode ser utilizada para a fabricação de papel artesanal é o coco, no qual podem-se utilizar as fibras do mesocarpo, que são densas e resistentes. Pode-se produzir papel com fibras de coco para confecção de papel para embalagens e revestimento (CORRÊA, 1978).

3.4 Dimensões das Fibras e seus Índices de classificação.

Segundo Metcalfe e Chalk (1989), o estudo das dimensões das fibras é importante, pois se correlacionam com as propriedades físicas e mecânicas do material lignocelulósico, determinando seu uso final.

Diversos estudos que avaliam as dimensões das fibras vegetais foram realizados visando à indicação de novas espécies para fins de geração de energia e produção de papel. Paula (1995) bem como Paula e Silva Júnior (1994) afirmaram que as informações sobre características estruturais são capazes de indicar o uso mais adequado da madeira de cada espécie, principalmente para geração de energia e produção de papel.

O índice de Runkel classifica as fibras em grupos, baseado no valor do diâmetro do lúmen. Valores que variam entre 0,25 até 1,0 classificam a fibra como matéria-prima que pode ser utilizada para fabricação de papel. Valores entre 1,0 e 2,0 classificam-na como regular para papel e acima de 2,0 as fibras são tidas como desqualificadas para a finalidade de produzir papel (PAULA; SILVA JÚNIOR, 1994).

A fração parede indica o espaço ocupado pela parede em relação ao espaço total ocupado por cada célula (PAULA; SILVA JÚNIOR, 1994).

O coeficiente de flexibilidade, e o índice de Runkel são indicativos da flexibilidade da fibra e da sua capacidade de realizar ligações na rede de fibras. O lenho de tração apresenta fibras com menor coeficiente de flexibilidade que o lenho normal e o oposto (ROCHA & POTIGUARA, 2007).

O índice de feltragem indica a capacidade de as fibras formarem feltro (MORESCHI, 1975).

3.5 Densidade das Fibras

As variações da densidade das fibras de um material vegetal dependem das mudanças na proporção dos vasos e das espessuras das paredes celulares das mesmas. O crescimento da densidade pode ser o resultado do aumento da espessura da parede celular das fibras ou de um aumento na proporção das fibras em relação aos outros elementos anatômicos (OLIVEIRA; SILVA, 2003).

A densidade é uma quantificação direta do material lenhoso por unidade de volume, estando relacionada a muitas propriedades e características tecnológicas fundamentais para a produção e utilização dos produtos florestais, um dos parâmetros mais importantes entre as diversas propriedades físicas da madeira, pois afeta todas as demais propriedades desta (SHIOYAMA, 1990).

Foram feitas comparações entre vários métodos de determinação de densidade básica, Scaramuzzi (1966), concluiu que o Método do Máximo Teor de Umidade era o que apresentava menor desvio em relação ao da imersão em água, além de ser o mais rápido e de mais fácil execução. Este método é de fácil realização, são necessárias somente duas pesagens, uma com a amostra completamente saturada de água e outra com a amostra seca em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ até massa constante.

3.6 Uso de diferentes concentrações de soda caustica (NaOH)

O primeiro método químico de polpação com a utilização de uma solução alcalina de hidróxido de sódio para a deslignificação da madeira foi o processo soda. Este foi precursor do processo kraft e foi patenteado no século XIX, descobriu-se que a incineração do licor de soda poderia ser utilizado para recuperação do álcali utilizado no processo (FOELKEL & BARRICHELO, 1975).

Segundo Atkins (2001), a concentração dos reagentes é um dos principais fatores que influenciam a velocidade das reações. Isso é explicado pela teoria das colisões, que diz que, para que a reação química ocorra, as partículas dos reagentes devem colidir entre si. Mas essa colisão deve ser efetiva, ou seja, deve ser feita em uma orientação adequada e com energia suficiente.

Quando aumentamos a concentração de um ou mais reagentes, a quantidade de partículas deles aumenta no meio. Dessa maneira, ocorrem mais colisões entre as partículas, e a probabilidade de ocorrerem colisões efetivas (que resultem na reação) torna-se maior, o que ocasiona um aumento da velocidade da reação (BRADY, 1986).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no LEME – Laboratório de Materiais Expressivos- do Departamento de Artes Visuais e no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Faculdade de Tecnologia, no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília.

4.1 Obtenção das Fibras

4.1.1 Origem do Material

A origem das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis*, representante da família das Malvaceas, utilizadas no presente trabalho provém da poda realizada pela prefeitura da UnB, no prédio do ICC –Instituto Central de Ciências– no dia 15 de Abril de 2015. Os indivíduos tinham aproximadamente três anos de idade e estavam nos jardins centrais do ICC, na Universidade de Brasília, Distrito Federal. Os resíduos de poda foram cedidos gentilmente pelo coordenador de serviços da PRC –Prefeitura do Campus- e logo foram levados para a realização dos testes.

4.1.2 Coleta e Amostragem

Foi coletada uma boa quantidade de material, aproximadamente 20 Kg, dos quais foram retiradas apenas as fibras liberianas, dos galhos e caules com o uso de uma faca amolada. Todo o procedimento foi realizado com os galhos ainda úmidos, a fim de facilitar a remoção. Isso ocorre por que o cambio vascular ainda úmido mantém as fibras liberianas soltas da parte central do caule, em contrapartida, depois de seco, os

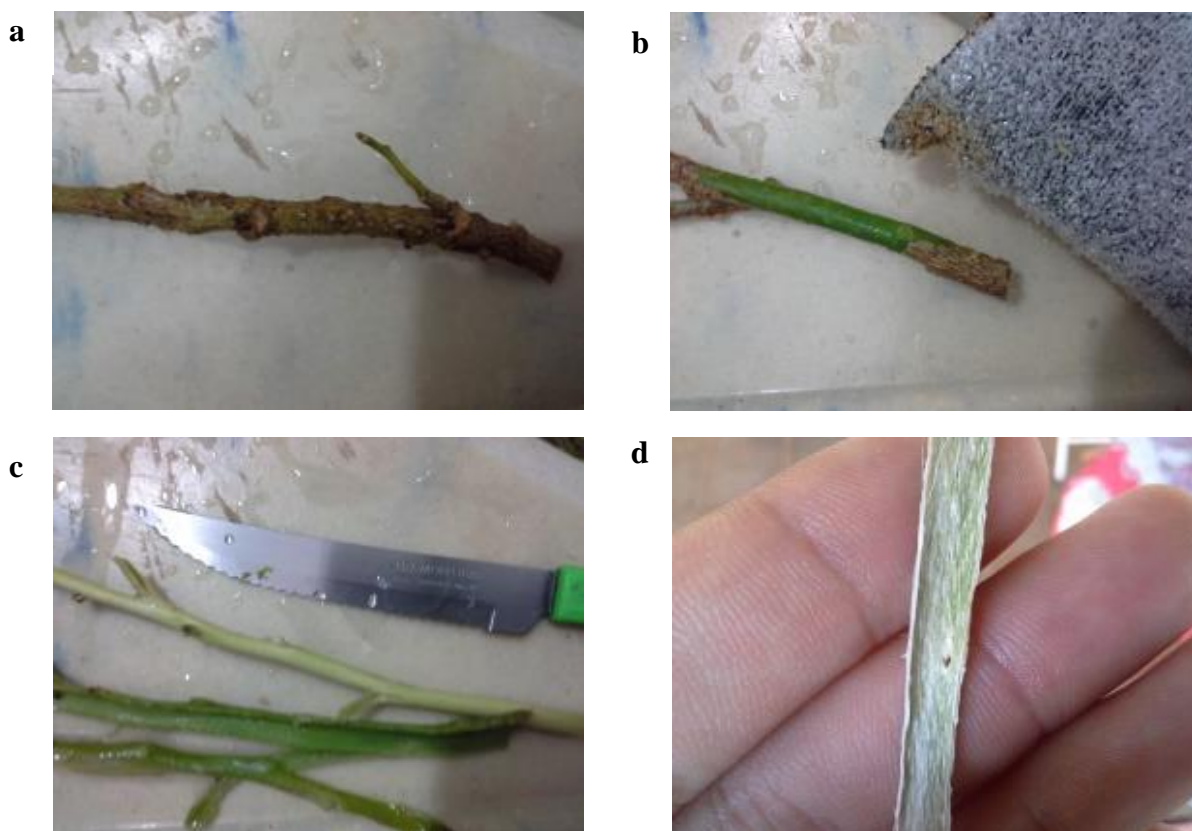
fluidos da seiva elaborada grudam as fibras por causa da presença de compostos açucarados que acabam funcionando como uma cola.

Para se retirar as fibras liberianas do caule é necessário, primeiramente, remover a parte mais externa da casca (marrom e quebradiça), pois esta não apresenta fibras úteis e que pode contaminar o papel com resíduos indesejados. Em seguida para remover as fibras pode-se utilizar qualquer ferramenta cortante (no caso utilizou-se uma faca) e então foi obtida a matéria prima separada da parte interior do caule, parte esta, que não será utilizada, pois é muito rígida e semelhante à madeira. Este processo é exemplificado na Figura 1, nas etapas a, b, c e d, em ordem.

Após a separação das fibras dos galhos e caules, restaram aproximadamente três Kg de fibras para as análises propostas neste estudo. Para aqueles galhos que eram muito compridos, as fibras retiradas destes foram cortadas tangencialmente, com comprimento médio de 5 cm.

Figura 1. Etapas do processo de retirada das fibras, desde a remoção da casca.

Figure 1 – Steps of the fiber removal process, since the removal of the bark.



4.1.3 Individualização das fibras

Primeiramente é necessário macerar o material que será analisado. Para tanto é recomendado colocar as amostras em frascos identificados com o nome da espécie, nome do órgão da planta (caule, folhas, flores), assim como a data, para que em ocasiões futuras fique mais fácil a identificação do material. A maceração foi feita cortando-se o material em pequenos pedaços e colocando-os na solução de Franklin (metade ácido acético glacial e metade peróxido de hidrogênio), depois a mistura foi levada para a estufa a 60°C. Cada material tem um tempo diferente para que esteja pronto e completamente dissociado, pode levar horas ou até semanas.

Depois que o material ficou completamente dissociado na solução de Franklin (Figura 2), foi lavado com água destilada três vezes, e então corá-lo com Safranina aquosa a 1 % de concentração (Figura 3). Então o excesso de corante foi retirado, novamente com água destilada.

O material deve ser lavado em álcool comercial, depois em álcool absoluto (100%). A seguir o material deve passar rapidamente por acetado 1:1 (metade álcool metade acetato) depois no acetato puro. A amostra permanecerá no acetato puro até o final da montagem.

Para a montagem das lâminas, estas devem estar limpas com álcool, assim como as lamínulas. Então foram colocadas de três a quatro gotas de verniz vitral na lâmina com o auxílio de um bastão de vidro. Uma pouca quantidade de material foi colocada e espalhada sobre o verniz com o auxílio de pincéis depois, para finalizar, colocou-se a lamínula sobre o material.

Figura 2. Fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* na solução de Franklin.

Figure 2 – *Hibiscus rosa-sinensis* fibers in the Franklin solution.



Figura 3. Fibras coradas com Safranina

Figure 3 – Colored fibers with Safranin



4.2 Análise das Fibras e a Obtenção da Polpa

A medição das fibras foi feita com um microscópio ótico de marca Zeiss, modelo Primo star, com as objetivas de 4X e 40X, para medir o comprimento e a espessura, respectivamente.

4.2.1 Análise Morfológica das fibras

Durante o processo de refinação, as propriedades das fibras podem ser influenciadas por diversos materiais não-fibrosos, incorporados durante a fabricação

do papel. Os tratamentos e aditivos utilizados alteram as propriedades do produto final. Por isso os papéis industrializados são tão diferentes dos artesanais, pois levam muitos aditivos e com processos mais agressivos.

Foram feitas dez lâminas e para cada lâmina confeccionada, mensurou-se dez dimensões de comprimento (C), largura (L), espessura das paredes (E) e diâmetros do lúmen (DL), totalizando cem medições para cada uma das dimensões avaliadas. A partir da escala utilizada na ampliação da lente objetiva do microscópio, pode-se estimar o comprimento das diferentes dimensões da fibra. Um simples clicar de mouse no programa pode dar os valores de distância entre dois pontos, portanto basta marcar as duas extremidades a serem mensuradas nas fibras em questão.

A partir das medidas mencionadas, podem-se calcular coeficientes que correlacionam as dimensões entre si. Estes são:

- Índice de Feltragem (IF): Relação entre o comprimento médio (C) e a largura média (D) das fibras.

$$IF = \frac{C}{D} \quad (1)$$

- Coeficiente de flexibilidade (CF): Relação percentual entre a largura média do lúmen (L) e a largura média das fibras (D).

$$CF = \frac{L}{D} \times 100 \quad (2)$$

- Fração Parede (FP): Relação percentual entre duas vezes a espessura média das paredes (E) das fibras e a largura média do lúmen (L).

$$FP = \frac{2E}{L} \times 100 \quad (3)$$

- Índice de Runkel (IR): Relação entre duas vezes a espessura média das paredes das fibras (E) e a largura média do lúmen (L).

$$IR = \frac{2E}{L} \quad (4)$$

4.2.2 Determinação da densidade das fibras

Para a determinação da densidade, é necessário pesar a matéria úmida e depois pesá-la seca, assim com ambos os dados e a fórmula de densidade básica de madeiras, pode-se obter a densidade do material, através do método de máximo teor de umidade, proposto por Smith (1954). Foram feitas dez (10) amostras de tamanhos variados.

A densidade básica (Db), segundo o método de máximo teor de umidade, é dada pela expressão.

$$Db = \frac{1}{\frac{Pm - Pas}{Pas} + \frac{1}{Gs}} \quad (5)$$

onde: Pm = peso dos cavacos saturados após a remoção, com papel absorvente, da água superficial. Pas = peso absolutamente seco dos cavacos, conseguido através da secagem em estufa a $105 \pm 3^\circ \text{C}$ até peso constante. Gs = densidade da substância madeira. Considera-se a densidade da substância madeira como $1,53 \text{g/cm}^3$.

Para se medir o peso seco de uma amostra deve-se secá-la em um forno ventilado com temperatura de $105 \pm 3^\circ \text{C}$, até que ela alcance um peso constante (o que normalmente leva de 4 a 6 horas para pequenas amostras). A velocidade com que o material seca depende da qualidade da estufa e é necessário comprovar a hipótese do peso constante, pesando as amostras em intervalos regulares de aproximadamente meia hora. Sempre que realizada a pesagem, as amostras devem ser pesadas imediatamente depois de terem sido retiradas do forno, porque o ar do ambiente externo pode estar com umidade alta, o que poderia alterar o peso do material e comprometer a determinação da densidade.

4.2.3 Obtenção da polpa celulósica

Para uma quantidade de 10 litros de água foi separado uma porção de fibras com 1 Kg e para saber a melhor proporção de soda cáustica a ser utilizada para o cozimento das fibras, foram feitos três testes com diferentes concentrações de hidróxido de sódio, o primeiro com trinta gramas (30g – equivalente a 3% do peso de fibras), o segundo com cinquenta gramas (50g – equivalente a 5% do peso das fibras) e o terceiro com (70g – equivalente a 7% do peso das fibras). As fibras liberianas são mostradas na Figura 4, pode-se observar que são de coloração alva e compridas.

Figura 4. Fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* a serem cozidas.

Figure 4 – *Hibiscus rosa-sinensis* fibers before cooking process.



O cozimento das fibras foi feito em panelas de aço inox (Figura 5), pois em panelas de alumínio a soda caustica pode reagir e formar compostos indesejados. No início dos testes a temperatura do ar ambiente estava a aproximadamente 26°C e a partir do momento que a água atingiu o ponto de fervor (100°C para os três testes), iniciou-se a contagem do tempo de cozimento, que durou cinco 5 horas nos três testes. As quantidades de soda caustica, água, fibras e o tempo de cozimento são indicados na Tabela 1.

Tabela 1. Testes das diferentes concentrações de soda caustica para o cozimento alcalino das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis*.

Table 1 – Tests of the different concentrations of caustic soda for the alkaline cooking of the fibers of *Hibiscus rosa-sinensis*.

Cozimento com soda caustica das fibras de Hibiscus rosa-sinensis				
	Tempo de cozimento (horas)	Quantidade de fibras (g)	Quantidade de água (L)	Quantidade de soda caustica
Primeiro teste	5	1000	10	30
Segundo teste	5	1000	10	50
Terceiro teste	5	1000	10	70

Figura 5. Cozimento das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* com soda caustica em panela de aço.

Figure 5 - Baking of *Hibiscus rosa-sinensis* fibers with caustic soda in steel pan.



Após o cozimento, as fibras foram submetidas à lavagem com o auxílio de coadores de pano para segurar as partículas e vinagre, para neutralizar os efluentes despejados no esgoto. O vinagre é uma substância ácida que reage com a alta alcalinidade do efluente do cozimento, neutralizando-o. É feita uma avaliação visual e

depois mecânica, com as mãos, para saber se as condições de cozimento atenderam as particularidades do material que foi cozido.

Após a lavagem das fibras em água corrente, as mesmas foram trituradas em um liquidificador industrial para que estas fossem degradadas e formassem uma solução fibrosa utilizada no processo de fabricação de papel artesanal. As fibras ficam bem dispersas e em suspensão formando uma solução homogênea, assim o papel fabricado também ficará homogêneo e sem apresentar aglomerados de fibras não dissociadas.

Para a fabricação e formação das folhas de papel em si, utilizou-se um litro de solução fibrosa triturada no liquidificador (Figura 6) e depositou-a em uma cuba (recipiente de plástico) de capacidade de quinze (15) litros de volume, contendo dez (10) litros de água. Depois, com o auxílio de uma tela e moldura de madeira (Figura 9) se pode formar as folhas de papel, que terão as dimensões dos limites internos da moldura, a mesma serve para reter as fibras dentro do molde.

As duas telas são posicionadas uma em cima da outra de maneira que a tela sem forro fique na parte superior e a forrada com nylon na parte inferior, assim as mesmas são submersas na cuba com as fibras em suspensão, de maneira que estas migrem para a superfície da tela. As telas são removidas verticalmente com cautela, para que as fibras não se concentrem mais em um ponto do que em outro, evitando que o papel fique mais espesso de um lado.

Depois que boa parte da água escorre pela trama de nylon, pode-se retirar a tela sem forro. A folha de papel neste estágio já está com as dimensões (largura e comprimento) definidas, o próximo passo é deitar a tela sobre a entretela (Figura 8), que é uma superfície na qual o papel será depositado. A entretela absorverá um pouco de água do papel e com um movimento contínuo e cauteloso se retira a tela, obtém-se assim uma folha de papel.

Depois de formadas as folhas de papel, as entretelas são prensadas em prensa tipo balancim (Figura 7) para retirar o excesso de água e depois são penduradas em um varal para secar ao ar livre.

Figura 6. Liquidificador Industrial.

Figure 6 – Industrial blender.



Figura 7. Prensa.

Figure 7 – Press.



Figura 8. Entretela.

Figure 8 – Wadding.



Figura 9. Telas com e sem forro de nylon.

Figure 9 - Canvas with and without nylon



Todos estes procedimentos foram realizados com as fibras dos três testes, com três (3) %, cinco (5) % e sete (7) % de soda caustica nos cozimentos alcalinos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Dimensões das Fibras

A Tabela 2 mostra os valores máximos, mínimos, médios e desvios padrões referentes aos valores mensurados em cada uma das dimensões de interesse das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis*. Estes valores podem indicar a aptidão das fibras para a fabricação de papel.

Tabela 2. Valores máximos, mínimos, médios e desvios padrões das dimensões de interesse das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis*.

Table 2 - Maximum, minimum and medium values, standard deviations of the dimensions of interest of the *Hibiscus rosa-sinensis* fibers.

Fibras Liberianas de Hibiscus rosa-sinensis				
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Comprimento (mm)	2,649	6,123	3,802	0,6475
Largura (μ)	16	37	19,03	3,805
Diâmetro do Lúmen (μ)	8	25	15,55	3,87
Espessura da Parede (μ)	2	6,75	3,47	1,23
Índice de Feltragem	-	-	199,8	-
Coefficiente de Flexibilidade (%)	-	-	81,71	-
Fração Parede (%)	-	-	44,63	-
Índice de Runkel	-	-	0,364	-

As fibras de hibisco apresentaram dimensões bastante superiores à média das mensurações de comprimentos de fibras de eucalipto encontradas por Oliveira et. al. (2012). Os valores também foram maiores para o diâmetro do lúmen. Assim, pode-se especular acerca da viabilidade das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* para a confecção de papéis que demandem maior resistência ao rasgo, à tração e arrebatamento, sendo que estes papéis, comumente são feitos a partir de matérias-primas fibrosas de comprimentos e diâmetros do lume mais elevados devido à relação direta existente entre tais parâmetros e a resistência das fibras de celulose. A medição das fibras pode ser vista na Figura 10.

Os valores das espessuras das paredes celulares das fibras de hibisco foram bem próximos dos valores médios referentes à mesma dimensão nas espécies híbridas de *E.urograndis* estudadas por Costa (2011); para as demais dimensões e interações dimensionais mensuradas, os valores também são bem próximos. Segundo a classificação dos valores referentes ao índice de Runkel (1999, citado por COSTA,

2011), os valores de 0,25 até 1,0 classificam as fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* como aptas para a produção de papel, aumentando a confiabilidade de recomendação das mesmas com tal finalidade.

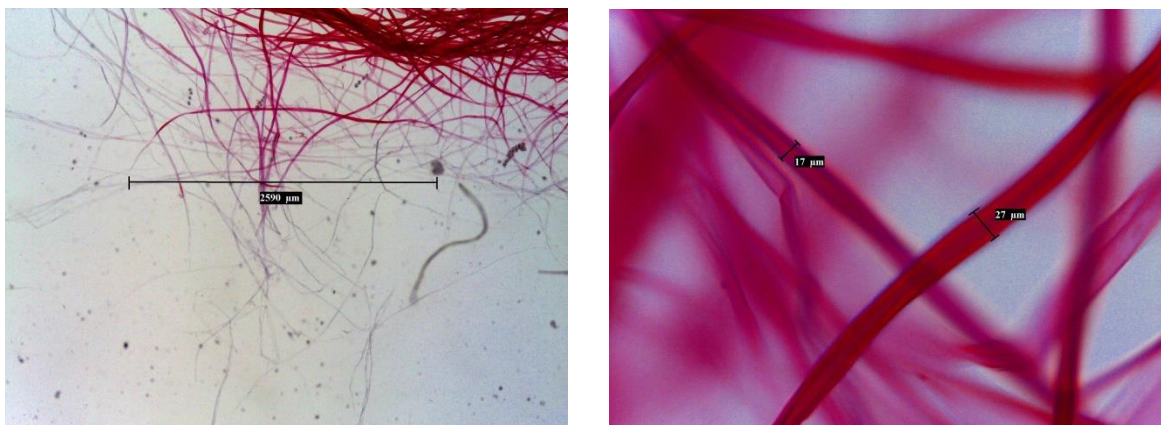
Foi encontrado um alto valor para índices de feltragem (aproximadamente 1998), o que comprova que o material é muito apto a formar feltro. Segundo Lima (2001), as coníferas podem apresentar valores acima de 100 para o Índice de feltragem.

Para os coeficientes de flexibilidade, obtiveram-se em valores percentuais bem elevados (acima de 80%), indicando que as fibras da matéria-prima estudada são flexíveis e capazes de realizar grandes quantidades de interações físico-químicas entre si, afetando positivamente a resistência do papel produzido a partir destas.

A Fração parede é uma interação dimensional de significativa importância, visto que valores altos para esta revelam o aumento da probabilidade de produção de papéis volumosos e com menores taxas de resistências (MENEGAZZO, 2012); no presente trabalho, foi encontrado o valor médio de 44%, que está abaixo dos valores encontrados para as fibras de *Eucalyptus* sp. na literatura (que em média, variam entre 45% e 55%).

Figura 10. Medição das fibras realizada no microscópio óptico.

Figure 10 - Measurement of fibers made with the optical microscope.



5.2 Densidade do material

A densidade básica foi obtida para as fibras liberianas de *Hibiscus rosa-sinensis* a partir da medição do peso de dez amostras com diferentes dimensões. As amostras

foram mergulhadas em água por um dia, antes da realização da primeira pesagem. Quando retiradas essas foram secas superficialmente com papel toalha e pesadas, encontrando-se assim a massa úmida. Depois as amostras foram levadas para estufa para que perdessem água. A cada trinta minutos as amostras foram pesadas para se encontrar o peso absolutamente seco das mesmas. Após sete pesagens as amostras ficaram com peso constante, ou seja, não houve variação de peso de uma amostra para outra. Este procedimento demandou quatro horas.

Os valores de densidade média, intervalo de variação, desvio padrão e coeficiente de variação se encontram na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios, variação, desvio padrão e coeficiente de variação de densidade para as fibras de *Hibiscus rosa-sinensis*.

Table 3 - Average values, variation, standard deviation and coefficient of variation, of density to the *Hibiscus rosa-sinensis* fibers.

	Atributos	Valores
	Média	1,35
Densidade básica (g/cm³)	Variação	1,10 – 1,58
	Desvio Padrão	0,65
	Coefficiente de Variação	14,58

A densidade do material é importante, pois reflete a sua estrutura químico-física e sua organização molecular. A densidade teórica das fibras naturais é em torno de 1,15 g/cm³, segundo Mano (2003).

As fibras de hibisco foram um pouco mais densas que a média das fibras vegetais, apresentando o valor de 1,35 g/cm³. A densidade do material interfere no tempo de cozimento, separação das fibras, trituração e concentração de NaOH. Como a densidade encontrada foi relativamente mediana, os valores de concentração de reagente (soda caustica) e tempo de cozimento esperados devem ser intermediários, isso se confirma mais adiante.

5.3 Obtenção da Polpa

Após a realização de todas as etapas de fabricação do papel artesanal com as fibras de *Hibiscus rosa-sinensis*, pôde-se constatar que dentre os três testes, com diferentes concentrações de soda caustica, o que apresentou melhor resultado foi a concentração de cinco (5) % do peso de fibras em soda (NaOH), que no caso foi cinquenta (50) gramas.

Nesse contexto, pode-se especular que a fabricação de papel artesanal com as fibras liberianas de *Hibiscus rosa-sinensis* seja uma boa fonte alternativa de reaproveitamento de resíduos de poda, visto que esses resíduos de poda não tem um destino adequado e considerado não nobre. Ressaltando-se ainda que as tal consideração é de caráter essencialmente especulativo, sendo necessários testes laboratoriais físicos e mecânicos com o papel produzido a fim de se obter resultados mais concretos acerca das propriedades técnicas do produto final manufaturado.

Analisando o papel artesanalmente fabricado do ponto de vista visual, infere-se que o mesmo apresentou coloração branca levemente amarelada, com sua textura levemente áspera e interações físico-químicas aparentemente efetivas entre as fibras dispostas sobre a malha reticulada, nas Figuras 11 e 12. Isso pode ser considerado uma boa qualidade, pois os papéis que se apresentam com coloração escura normalmente são branqueados com o uso de derivados de cloro, então não há essa necessidade para os papéis de fibras liberianas hibisco.

Figura 11. Foto com detalhe na trama de fibras presente nos papéis artesanais de *Hibiscus rosa-sinensis*.

Figure 11- Photo with detail in the fiber web present in the handmade papers of *Hibiscus rosa-sinensis*.



Figura 12. Foto do papel feito com fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* sobre uma folha de papel sulfite.

Figure 12 – Photo of the paper made with *Hibiscus rosa-sinensis* fibers over a sulfite paper.



6. CONCLUSÃO

Quando são comparados os valores das dimensões de comprimento, largura, e paredes e as relações dos coeficientes observados em fibras de *Eucalyptus* sp. com os das fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* pode-se deduzir que estas são aptas a fabricar papéis de maior resistência ao rasgo, estouro e tração. Além disso, os valores obtidos para o índice de Runkel classificam as fibras de hibisco como excelentes para a fabricação de papel, o que reforça a sua utilização para tal finalidade.

Para os coeficientes de flexibilidades mensurados, deduz-se que as fibras classificam-se como flexíveis e, conseqüentemente, são capazes de realizar maiores quantidades de interações físico-químicas entre si, afetando positivamente a resistência do papel produzido a partir destas.

A Fração Parede obteve valores considerados ótimos, indicando a baixa probabilidade de produção de papéis volumosos e altas taxas de resistências, em geral.

A densidade obtida para fibras de *Hibiscus rosa-sinensis* se mostra através de um valor muito aproximado à densidade da própria substância madeira, que é de 1,53

g/cm³, isso se explica pois as fibras medidas não têm espaços vazios entre si, dessa maneira a densidade obtida para as fibras se aproxima muito da densidade real da substância madeira.

A fabricação de papel artesanal com as fibras liberianas de *Hibiscus rosasinensis* evidencia-se como uma possível maneira de reaproveitar resíduos de poda que teriam destinos menos nobres.

Os papéis feitos com hibisco apresentaram uma coloração bem alva, levemente amarelada, uma superfície relativamente lisa, sem muitas rugosidades e boa constituição estrutural do ponto de vista da união de suas fibras.

7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ABTCP Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. A indústria de celulose e papel no Brasil na primeira década do século XXI – algumas considerações sobre o que poderá ainda acontecer. Guia, p. 12-14, 2017.

ABTCP ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. Normas técnicas ABCP: M 11/77. São Paulo: ABTCP, 2003.

ATKINS, P.W.; JONES, L., Princípios da Química, trad. Inês Caracelli et al., Porto Alegre: Editora Bookman, 2001.

BAZA MENDONÇA & DOS ANJOS, Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 22 (1): 51–59, março 2005.

BRADY, J. E., HUMISTRON, G.E., Química Geral. Volumes 1 e 2, Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, 1986.

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel / IBÁ. Relatório Estatístico Florestal, 2006. 57 p.

CORRÊA, M.P. Dicionário das plantas úteis do Brasil. Ed. IBAMA e Ministério da Cultura. 1969/78.

COSTA, T. G. **Propriedades da madeira de espécies do Cerrado Mineiro e sua potencialidade para geração de energia**. 2011. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011

CLARK, Kathryn. **Papel feito à mão: permanência e possibilidades estéticas**. In: Otávio Roth. (1988)

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2ª edição. Rio de Janeiro. Nova Fronteira. 1986. p. 1 135.

FOELKEL, C. **As fibras dos eucaliptos e as qualidades requeridas na celulose kraft para a fabricação de papel**. [S.I.: s.n.] Fevereiro/Março 1975.

GATTI, T.H. **A História do Papel Artesanal no Brasil** – Ed. ABTCP, São Paulo, SP, 2007.

GAST, ROSS. H. **Hibiscus Around de World- Letters to J.W Staniford**, Hibiscus Society, 2009.

INABA, M & SUGISITA, R. **Permanence of Washi (Japanese Paper) (Part II)**. Tokyo National University of Fine Arts and Music, Faculty of Fine Arts, Conservation Laboratory, 12-8 Ueno Park, Taito-ku, Tokyo, 110, Japan, 1990.

KOGA, M.E.T. **Matérias-Primas Fibrosas**. In: D'ALMEIDA, M.L.O. Tecnologia de Fabricação da Pasta Celulósica. 2ª ed., V. I, São Paulo, S.P., SENAI/IPT, p.15-44, 1988.

LIMA JUNIOR, U.B. **“Fibras da semente do açaizeiro (Euterpe oleracea mart.): avaliação quanto ao uso como reforço de compósitos fibrocimentícios”**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUC – RS. Porto Alegre, RS, (2001).

LINNAEUS, C. 1753. **Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitae, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas**. Holmiae, Impensis Laurentii Salvii. [L. Salvius, Stockholm.], 1 May 1753

MANO, E.B. **Polímeros como materiais de engenharia**, Ed. Edgard Blucher. São Paulo, 2003, 48 - 119.

MENEGAZZO, M. L. **Características morfológicas de celuloses branqueadas de**

Pinus e Eucalyptus em analisador óptico automático de fibras. 2012. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Ciências Agrômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2012.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons.** Oxford at the Clarendon Press, 1988. 276 p.

MORESCHI, J.C. 1975. **Levantamento da qualidade da madeira em plantações artificiais de Pinus elliotii nos estados do sul do Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba Paraná, 148p.

MURPHY, S. B. & REMPEL, S. **A Study of the Quality of Japanese Papers Used in Conservation. The American Institute for Conservation,** 1985.

OLIVEIRA, C. D. **As relações artesanais e o estímulo ao desenvolvimento local no Brasil, em Gouveia-MG e outras diferentes escalas.** Dissertação (mestrado).Universidade Federal de Minas Gerais.Departamento de Geografia da UFMG. Belo Horizonte. 2007.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. **Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de Eucalyptus saligna Sm.** Revista Árvore, v.27, n.3, p.381-385, 2003.

OLIVEIRA, L. J. R. **Uso do Pilodyn para a estimativa da densidade básica e propriedades mecânicas da madeira de eucalipto.** 2001. 62f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PAULA, J. E.; SILVA JÚNIOR, F. G. **Anatomia de madeiras indígenas com vistas à produção de energia e papel.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1807-1821, dez. 1994.

ROCHA, C. B. R.; POTIGUARA, R. C. V. **Morfometria das fibras das folhas de Astrocaryum murumuru var. murumuru Mart. (Arecaceae).** Acta Amazônica, v.37, n.4, p.511-516. 2007.

SCARAMUZZI, G. - 1966. **A Comparison of Some Methods for Determining the Basic Density of Increment Cores of Euramerican Poplar Hybrids. Proceedings of Sixth World Forestry Congress.** Vol. III: 3454-3459.

SHIOYAMA, V.R. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* sp.** 1990. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.

SMITH, D.M. 1954. **Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples.** USDA Forest Products Laboratory N° 2014. 8 p.

SOFFER, M. L. A. P. **Produção de polpa celulósica a partir de engaço de bananeira.** Dissertação de Mestrado: ESALQ, 2001.