



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**MARCELLE ROBLEDO COUTINHO**

**“AVALIAÇÃO DA MACIEZ E DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE PAPÉIS  
SANITÁRIOS COMERCIAIS”**

Prof. Dr. FERNANDO JOSÉ BORGES GOMES  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
MARÇO – 2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**MARCELLE ROBLEDO COUTINHO**

**“AVALIAÇÃO DA MACIEZ E DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE PAPÉIS  
SANITÁRIOS COMERCIAIS”**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. FERNANDO JOSÉ BORGES GOMES  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
MARÇO – 2023

**“AVALIAÇÃO DA MACIEZ E DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE PAPÉIS  
SANITÁRIOS COMERCIAIS”**

**MARCELLE ROBLEDO COUTINHO**

APROVADA EM: 03 DE MARÇO DE 2023

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. FERNANDO JOSÉ BORGES GOMES – UFRRJ  
Orientador

---

Prof. Dr. ROBERTO CARLOS COSTA LELIS – UFRRJ  
Membro

---

MSc. DALILA BATISTA ALBERTASSI – UFRRJ  
Membro

Dedico este trabalho a meus pais, que tanto me apoiaram para conclusão do curso de Engenharia Florestal, e me fizeram chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Esta jornada não seria possível sem o apoio de meus pais, não poderia iniciar esse agradecimento de maneira diferente a não ser desta forma, falando sobre a importância imensurável que meu pai Marcelo e minha mãe Euzinea tiveram e tem na trilha deste caminho que é a minha vida. Esta graduação é um sonho de toda minha família, e quando a Engenharia Florestal me escolheu, eu idealizei o caminho e meus pais o tornaram possível, fazendo deste um objetivo comum, e com todo amor, carinho, dedicação, conselhos e fé, me direcionaram e me impulsionaram até esta formação. A meus pais, o meu muito obrigada, nada no mundo pagará o meu amor e gratidão por vocês.

Ao meu irmão João Marcelo, quero dizer que é a minha maior centelha para alcançar o sucesso, é por você que sempre busquei ser uma pessoa melhor e conquistar meus objetivos. Mesmo sem saber, você foi meu gás nos momentos de dificuldade. Muito obrigada por ser todo o meu coração, meu filho, meu amigo, meu irmão!

Ao meu marido, que esteve comigo desde o primeiro dia desta graduação, esta conquista é nossa! Obrigada por ser minha base, meu esteio e minha motivação! Todos os dias em que as dificuldades aumentaram, e as conquistas surgiram, você fez de tudo mais fácil ou mais feliz! Obrigada por completar essa jornada com tanto amor, carinho e compreensão! Obrigada por ser meu companheiro, amigo, protetor, motivador e amor da minha vida!

A minha amiga e psicóloga Alessandra, que foi essencial, conheceu cada etapa e me guiou a vencer meus medos, ansiedades e inseguranças, essa é uma conquista contada por nós. A você, minha imensa gratidão!

Aos meus colegas de curso que de alguma forma sempre apoiaram e trocaram figurinhas, muito obrigada, a união nos faz ir longe. Aos colegas do Laboratório de Biorrefinaria Lignocelulósica - LBL da UFRRJ, que se disponibilizaram a me apoiar e ensinar nesta reta final da graduação, em especial à Julia, que esteve ao meu lado como coorientadora e parceira. E claro, meus agradecimentos ao meu orientador, por em tão pouco tempo, me apresentar a rede de pesquisa de excelência que a universidade federal pode oferecer, bem mais do que conheci ao longo de todo curso.

As minhas amigas, Geórgia, Ingrid e Lohana, vocês foram os presentes que a graduação me deu, os ouvidos nos momentos de desabafo e o sorriso nos momentos de descontração.

Aos meus professores, que me incentivaram, ensinaram e guiaram a este caminho. A Flora Junior que tanto me fez aprender e me preparou para o mercado de trabalho. Aos locais onde passei, onde trabalhei, ensinei e aprendi, a todos que me receberam e de alguma forma contribuíram para este momento. Ao time Suzano, que nessa reta final da graduação me apoiou e sustentou em horas livres para que pudesse focar em meu desenvolvimento profissional e de carreira, especialmente ao time de Qualidade da Unidade de Negócio de Bens de Consumo – Belém, e a minha gestora Helena, que confiou e acreditou em potencial.

E por último, mas indiscutível, Deus, meus Orixás e todas as entidades de luz que me cercam, que iluminaram meus caminhos e me guiaram, me cobriram com sabedoria, luz, amor e força! Sem estes, eu nada seria!

## RESUMO

Os papéis *tissue* ou papéis sanitários, como o papel toalha, guardanapo, papel higiênico, entre outros, são resultantes de uma mistura homogênea de materiais lignocelulósicos submetidas a um processo de polpação, como o processo kraft, por exemplo, e transformadas em uma massa de fibras, denominada de polpa celulósica. Esses tipos de papéis possuem algumas características especiais, como baixa gramatura e alta capacidade de absorção de líquidos. É um segmento com tendências de crescimento ao longo das últimas décadas, e em especial no período pós pandemia da covid 19, e que vem ganhando força e importância no mercado. Ainda é relevante observar que há um mercado exigente quanto a parâmetros de qualidade desses papéis, devido ao seu uso, estando altamente susceptíveis ao olhar e criticidade do consumidor final quanto ao desenho, brancura, maciez, odor, resistência à umidade e absorção. A maciez do papel *tissue* é a característica de maior relevância em sua produção e consumo, e é também de difícil mensuração e subjetiva ao tato, avaliada através dos painéis de *HandFell*, e tem relação direta com a satisfação do cliente quanto à classificação de qualidade do produto através da percepção multissensorial. Com esta crescente demanda do setor de Celulose & Papel, e à carência na literatura em relação a qualidade dos papéis *tissue*, este trabalho teve como objetivo avaliar a percepção do ser humano quanto à maciez do papel sanitário de diferentes marcas do mercado nacional e internacional, classificar as mesmas de forma comparativa pelo seu nível de maciez, bem como suas propriedades físico-mecânicas e ópticas, e avaliar a correlação e impacto destas propriedades. Foi observado que a escala de bem-estar dos painelistas não interferiu na criticidade de análise nos painéis de *HandFell*. O método NSPT – Novo Teste de Painel Sensorial foi avaliado de acordo com as classificações iniciais, finais e ao longo dos painéis, conferindo confiabilidade e relevância para o olhar do consumidor. Quanto às análises físico-mecânicas, as amostras de *tissue* de origem chilena que contém fibra longa em sua composição, apresentaram gramatura média, volume baixo, absorção média e resistência alta, como esperado. Em relação as amostras nacionais de fibra curta, indicaram uma correlação dos valores de gramatura com a maciez estrutural e superficial. De acordo com a classificação realizada, o volume se manteve em valores médios, sem apresentar grande correlação com o nível de maciez. A amostra A1, de origem nacional classificada como mais macia, também apresentou melhores valores quanto ao volume específico aparente, resistência à tração, absorção e brancura, podendo então ser considerada a mais adequada aos quesitos avaliados pelo consumidor final de maneira sensorial. A amostra classificada como menos macia, A6, também apresentava gofragem mais marcada e sensação de aspereza.

**Palavra-chave:** Papel *Tissue*. Papel Sanitário. Maciez

## ABSTRACT

Tissue papers or sanitary papers, such as paper towels, napkins and toilet paper, among others, are the result of a homogeneous mixture of lignocellulosic materials subjected to a pulping process, such as the kraft process, for example, and transformed into a mass of fibers called pulp. These types of papers have some special characteristics, such as low grammage and high liquid absorption capacity. It is a segment with growth trends over the last few decades, and especially in the post-Covid 19 pandemic period, and which has been gaining strength and importance in the market. It is relevant to observe that there is a demanding market regarding the quality parameters of these papers, due to their use, being highly susceptible to the look and criticism of the final consumer regarding the design, whiteness, softness, odor, resistance to humidity and absorption. The softness of tissue paper is the most relevant feature in its production and consumption, and it is also difficult to measure and subjective to the touch, evaluated through the HandFell panels, and is directly related to customer satisfaction regarding the quality classification of the tissue paper, product through multisensory perception. With this growing demand from the Pulp & Paper sector, and the lack of literature in relation to the quality of toilet paper, this work aimed to evaluate the perception of human beings regarding the softness of tissue paper from different brands in the national and international market, classify them comparatively by their level of softness, as well as their physical and mechanical properties, and evaluate the correlation and impact of these properties. It was observed that the panelists' well-being scale did not interfere with the criticality of analysis in the HandFell panels. The NSPT method - New Sensory Panel Test was evaluated according to the initial, final and throughout the panels, giving reliability and relevance to the consumer's eye. As for the physical-mechanical analyses, the tissue samples of Chilean origin that contain long fiber in their composition, presented medium weight, low volume, medium absorption and high resistance, as expected. In relation to the national samples of short fiber, they indicated a correlation between the grammage values and the structural and superficial softness, according to the classification carried out, the volume remained at average values, without presenting a great correlation with the level of softness. The AI sample, of national origin classified as softer, also showed better values in terms of apparent specific volume, tensile strength, absorption and whiteness, and can therefore be considered the most adequate to the questions evaluated by the final consumer in a sensorial way. The sample classified as less soft - A6 - also had more marked embossing and a feeling of roughness.

**Keywords:** Tissue Paper. Sanitary Paper. Softness.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	ix
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 O mercado de Papel e Celulose no Brasil .....	2
2.2 A matéria prima: polpa de fibra curta e de fibra longa.....	3
2.3 Processo de Produção de Papéis.....	4
2.4.1 Mercado e consumo de Papel <i>Tissue</i> .....	6
2.4.3 Propriedades do Papel <i>Tissue</i> Higiénico.....	7
2.4.4 Ênfase em Maciez e sua importância para o consumidor .....	9
2.4.4.1 Aspectos que influenciam na maciez.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3.1. MATERIAL .....	11
3.2 MÉTODOS.....	11
3.2.1 HandFell – Análise de Maciez .....	11
3.2.2 Análise microscópica de fibras .....	13
3.2.3 Análise das propriedades físico mecânicas do papel .....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Análise de maciez das amostras <i>tissue</i> .....	14
4.2 Análise microscópica de fibras .....	16
4.3 Análise das Propriedades Físico-Mecânicas e ópticas das amostras <i>tissue</i> .....	18
4.4 Análise das propriedades mecânicas do papel <i>versus</i> propriedades de maciez e sensação de brancura .....	20
5 CONCLUSÃO.....	24
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Codificação e numeração de referência para as amostras de marcas utilizadas no estudo.....	19
<b>Tabela 2</b> – Perguntas aplicadas no questionário de diagnóstico emocional. ....	20
<b>Tabela 3</b> - Procedimentos analíticos para a caracterização das propriedades físico-mecânicas das amostras de papel tissue .....	21
<b>Tabela 4</b> – Ranking de Classificação Inicial das amostras quanto ao nível de maciez .....	22
<b>Tabela 5</b> - Pares definidos por afinidade de maciez de acordo com a classificação inicial.....	22
<b>Tabela 6</b> – Correlação entre o nível de bem-estar do painelista e a consistência de análise dos painéis de HandFell após nivelamento e treinamento. ....	23
<b>Tabela 7</b> - Valores máximos, médios e mínimos apresentados nível de bem-estar do painelista e a consistência de análise dos painéis de HandFell.....	23
<b>Tabela 8</b> – Classificação Inicial e Final quanto ao ranking de maciez das amostras, da mais macia para a menos macia .....	24
<b>Tabela 9</b> – Resultados das Análises Físico-Mecânicas das 8 amostras de papel tissue, apresentadas na tabela em ordem de ranqueamento de maciez .....	25
<b>Tabela 10</b> – Resultados das Análises Físicas de reflectância das 8 amostras de papel tissue, apresentadas na tabela em ordem de ranqueamento de maciez .....	26
<b>Tabela 11</b> – Resultados dos principais parâmetros relevantes ao consumidor das três primeiras amostras classificadas com maior maciez .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

O setor florestal no Brasil possui um longo histórico de investimento, pesquisa e desenvolvimento, e de acordo com Hora (2017), estes partem tanto das principais empresas do setor, quanto dos órgãos de pesquisa da área. O relatório anual de 2021 do Instituto Brasileiro de Árvores (IBÁ), publicado em 2022, afirma que nos últimos dez anos, a cadeia produtiva florestal no Brasil, apresentou um desempenho consideravelmente positivo em valores médios, e acima do PIB brasileiro, sendo este um incremento médio de 20,5% de 2010 a 2021, enquanto na mesma faixa temporal o país cresceu 7,4%.

Dentro do setor florestal, a fabricação de celulose, papel e produtos de papel, cresceram cerca de 5,5% de 2010 a 2021, tendo se mantido entre os 10 maiores produtores de papel e celulose do mundo (IBÁ, 2022). Tendo este setor alta importância para economia, não só brasileira, mas também mundial, sua origem sustentável no valor ambiental faz com que este se mantenha como um dos mais necessários na ótica da economia mundial (IBÁ, 2021). A produção de celulose e papel no Brasil é altamente eficiente, isso se dá principalmente, devido as condições de clima e solo que favorecem o desenvolvimento das espécies florestais voltadas a este mercado (HORA, 2017). Espécies estas pertencentes principalmente aos gêneros *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp., que vêm cada vez mais sendo desenvolvidas para a produção de diversos tipos de polpas celulósicas, tais como polpas branqueadas de fibra curta, polpas branqueadas de fibra longa, kraftliners, polpas para dissolução, polpas fluff de pinus, polpas fluff de eucalipto, papéis sanitários, papéis de embalagens, por exemplo. Considerando a produção de papéis, que utilizam a polpa celulósica como matéria prima, os principais segmentos são de papéis de impressão e escrita (P&W), papéis para sacarias, papel cartão, papéis para fins sanitários (tissue), e papéis especiais (IBÁ, 2022).

Do panorama de mercado de papel no Brasil, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC)<sup>1</sup>, o setor de papel *tissue* teve uma alta de 21% em sua procura no primeiro trimestre de 2022 em comparação à 2021. Este é um setor que apresenta ainda discussões sobre o uso da celulose de fibra curta (eucalipto) ou longa (pinus). É conhecido que a morfologia dos materiais fibrosos e suas propriedades físico-mecânica são de grande relevância para a produção de papéis, existindo uma ampla variação desses parâmetros morfológicos entres as matérias primas utilizadas no setor seja entre gêneros ou ainda dentro de uma mesma espécie. As fibras do eucalipto, por exemplo são consideradas a que melhor conferem maciez e suavidade ao produto final, que são características importantes para o consumidor (GONÇALVEZ, 2004).

A maciez do papel *tissue* é a característica de maior relevância em sua produção e consumo, é também algo de difícil mensuração e subjetivo ao tato, além de ser susceptível ao impacto de diversas variáveis do processo de fabricação (ALMEIDA e GRANDI, 2017). A maciez ou também chamada de suavidade do papel, é complexa e tem relação direta com a satisfação do cliente quanto à classificação de qualidade do produto através da percepção multissensorial, que além do tato, envolve visão e som em relação ao papel (RUIZ, J., et al., 2010). Com a crescente demanda de mercado por papéis de uso higiênico e a exigência do consumidor quanto à qualidade do produto, as empresas deste segmento buscam os melhores métodos para determinação desta característica, bem como o investimento em desenvolvimento de tecnologias que apoiem esta análise. Paralelamente à sensação de maciez, outras propriedades físico-mecânicas do papel também devem ser observadas, como a resistência à tração, por exemplo, pois estes são fatores que unidos formam a percepção de qualidade do produto final e direcionam a demanda no mercado consumidor.

Ao observar essas demandas crescentes do setor de Celulose & Papel, observa-se uma carência na literatura de informações que sejam aplicadas ao segmento, notoriamente, em

relação à qualidade dos papéis sanitários, presentes no dia a dia da sociedade. Desta maneira, este trabalho tem como objetivo avaliar o a percepção do ser humano quanto à maciez do papel sanitário de diferentes marcas do mercado nacional e internacional, classificar as mesmas de forma comparativa pelo seu nível de maciez, bem como quanto à suas propriedades físico-mecânicas e ópticas, e avaliar a correlação e impacto das propriedades analisadas no papel com a maciez.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

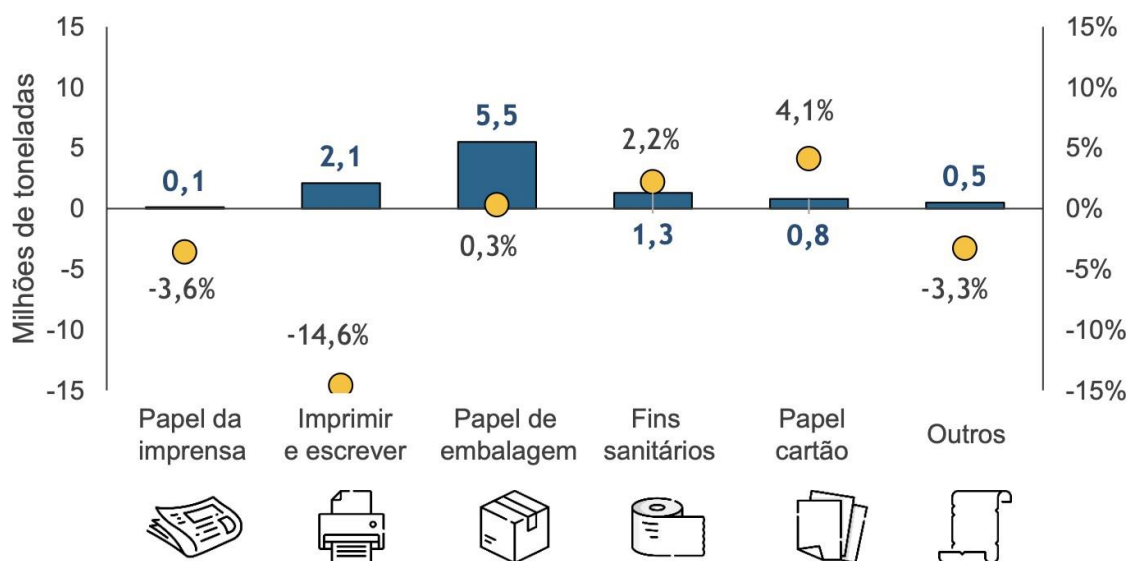
### **2.1 O mercado de Papel e Celulose no Brasil**

Segundo André Hora (2017), as empresas brasileiras de celulose possuem três pontos fortes que a tornam referência internacionalmente, sendo estas a base florestal de alta produção associada a uma cadeia produtiva tecnologicamente nova e com investimentos em pesquisas relevantes de melhorias contínuas, tendo assim desenvolvido práticas de manejo florestal, produção e qualidade de celulose notórios. Esses pontos unidos a um cenário ótimo de clima, tempo e solo para plantios, principalmente de Eucalipto, a principal matéria prima deste setor, o Brasil se consolida como o segundo maior produtor de celulose do mundo, considerando fibra curta, longa e pasta de celulose, sendo para a primeira classificação de celulose citada, o país é produtor de metade de toda matéria prima produzida (no mundo?), estando fortemente estável neste setor (SANTOS e VASCONCELLOS, 2019).

Este mercado ganha maior relevância nacional por ser impulsionado pela exportação, principalmente para a China, o principal comprador do Brasil no cenário da celulose branqueada de eucalipto, o que unido às demandas vindas da Europa, torna o país o maior exportador do mundo (SANQUETTA et al., 2020). Já o panorama da produção de papel é visto de forma diferente no mercado, onde cerca de 80% da produção é destinada ao consumo nacional. Segundo o Relatório Anual do IBÁ (2022), o Brasil está entre os 10 maiores produtores de papel do mundo em 2021.

A indústria de papel possui uma demanda menos concentrada em comparação à indústria de celulose, por ser um produto consumido mais comumente pela sociedade no geral, tem uma procura mais distribuída pelo país com grande número de consumidores e produtores, que permeiam em diferentes tipos de papel (FIEP, 2016). De acordo com o Panorama Geral da Indústria de Papel e Celulose no Brasil e no Mundo, publicado em 2021, com pesquisa realizada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Agência Internacional de Energia (IEA) com contribuição da Indústria Brasileira de Árvores, a produção de papel no Brasil caiu em 2,8% em 2020, ano da pandemia do Covid 19, o que demonstra um cenário diferente dos subgrupos de papéis *tissue* e de papéis cartão para embalagens, que apresentaram aumento de 2,2% e 4,1%. Esse resultado reflete o novo estilo de vida dos brasileiros durante a pandemia, consumindo maior volume de entregas por delivery e aumento da preocupação com itens de higiene pessoal.

Na Figura 1 são apresentados os dados referentes à produção de papéis no Brasil para o ano de 2020, onde é possível observar a variação em relação ao ano de 2019. Estes dados indicam um crescimento de 2,2% para o segmento de *tissue*, papéis para fins sanitários, demonstrando a importância econômica deste setor para o país, evidenciado pelo seu crescimento e maior demanda nos últimos anos (IBÁ, 2021).



**Figura 1** - Produção por tipo de papel no Brasil em 2020 e a variação em relação ao ano de 2019  
**Fonte:** EPE (2022); IBÁ (2021).

## 2.2 A matéria prima: polpa de fibra curta e de fibra longa

Segundo o Relatório Anual do IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores) de 2021 (2022), a área total de floresta plantada no Brasil até o ano citado, representou um total de 9,93 milhões de hectares, sendo 75,8% composto por cultivo de eucalipto e 19,4% de pinus. Estas duas espécies, tradicionalmente formam 100% da origem de produção em massa de madeira em tora para fabricação de celulose e papel no país (IBGE, 2017; IBÁ, 2018). O Brasil é referência em produtividade de plantios florestais, o que se deve a condições edafoclimáticas favoráveis, a intensos estudos silviculturais, que associados ao alto investimento em pesquisas e inovação, melhoramento genético e manejo adequado consolidam o setor, tendo em seu foco duas espécies exóticas: o eucalipto, uma folhosa de origem australiana e o pinus, uma conífera de origem da América do Norte (EMBRAPA, 2021).

Ambas as espécies são fontes importantes de matéria prima para produção dos mais diferentes tipos de papéis. Estas possuem diferentes características que implicam na produção de polpa celulósica e conseqüentemente no produto final. A principal delas é a diferença entre fibras: o pinus apresenta fibra longa (2,5-5,0 mm), conferindo maior resistência ao papel, já o eucalipto apresenta fibra curta (0,8-1,6 mm), que confere maior capacidade absorvente (VIDAL, HORA, 2014), ambas podem gerar polpa celulósica pelo processo *kraft*. Esta polpa celulósica é matéria prima básica para a produção de papéis, porém diversos outros produtos são utilizados, a depender do tipo de papel almejado. O comprimento e espessura das fibras que compõem a folha de papel irão influenciar nas suas propriedades estruturais, pois é necessário um comprimento mínimo para interação entre as fibras, sendo este proporcional às resistências mecânicas do papel (SMOOK, 2003). Estes e outros parâmetros, anatômicos, físicos e químicos da madeira são importantes para a qualidade da polpa celulósica e do papel, visto que podem interferir no processo (MIMMS, 1993), assim como a relação destes fatores com o objetivo e necessidades para determinado produto final (BIERMANN, 1996).

Entre as duas espécies, algumas diferenças fazem com que o eucalipto seja o maior foco de investimento das indústrias brasileiras de materiais lignocelulósicos, dentre elas está o curto tempo de rotação que a espécie apresenta no Brasil, atingindo a idade ideal para corte por volta dos 7 anos, enquanto o pinus está adequado entre 15 e 20 anos. Dessa forma, o custo para retorno produtivo da fonte de fibra curta (eucalipto) apresenta maior vantagem econômica

(DEPEC/BRADESCO, 2016). Além disso, o menor teor de lignina da madeira, bem como a sua maior reatividade durante a polpação química, também são características levadas em consideração, garantindo menor gasto de reagentes químicos e, conseqüentemente, menor custo de produção para individualização das fibras (CAMPEBELL, SEDEROFF, 1996; KLOCK et al., 2000).

O *Eucalyptus grandis* é uma das principais espécies cultivadas no Brasil para a produção de polpa celulósica, tendo sua inicial consolidação quando trazida ao litoral do estado do Espírito Santo, na década de 1960. A partir de então os estudos do uso da fibra curta foram ainda mais intensificados, demonstrando que geram uma melhor formação do papel, maior lisura, bulk e maciez, tendo por estas características, a fibra curta mais tradicionalmente utilizada na fabricação do papel tissue, papéis para fins sanitários (OLIVEIRA, et al., 1981; HAMIRES, 2013; EMBRAPA, 2021). No Brasil, o eucalipto apresenta maior potencial produtivo em comparação a outros países, tendo uma produtividade média em 2021 de 38,9 m<sup>3</sup>/ha/ano, uma evolução comparada ao ano de 1970 que apresentava 10 m<sup>3</sup>/ha/ano, enfatizando o retorno produtivo focado em celulose e papel desta espécie (IBÁ, 2022).

Para os papéis de fins sanitários, o uso da celulose de fibra curta vem se demonstrando como uma opção viável para garantir características desejáveis desde produto, como citado anteriormente, podendo ser utilizada em papéis toalhas, guardanapos, lenços e higiênicos, podendo ser compostos por polpas kraft branqueadas e virgens ou com uso de reciclagens de papéis com alta concentração de fibras de eucalipto (RATNIEKS; FOELKEL, 1996), esta composição irá depender da exigência de qualidade para cada produto e perfil de consumidor (BACHA; COSTA, 2017). Para Celso Foelkel (2016), as qualidades que as fibras curtas agregam ao papel sanitário em quesito de bulk, absorção e maciez são definidas como “inquestionáveis”.

### **2.3 Processo de Produção de Papéis**

Existem hoje no mercado os mais diversos tipos de papel para variadas finalidades, dentre eles, os mais utilizados e produzidos no Brasil são o papel de imprimir e escrever (ou sulfite), papel de embalagem, papel imprensa, papel sanitário (ou *tissue*), papel cartão e outros. Para a fabricação deste produto acabado como conhecido comumente, é necessário que ocorra um processo de produção da polpa celulósica, conhecido como processo de polpação. A polpação pode ser realizada por processos mecânicos, químicos ou pela interação dos dois. O processo mais difundido mundialmente e mais utilizado pelas indústrias brasileiras é o processo de polpação kraft (CORREIA, 2010). Para a produção da celulose branqueada e seca, o processo se resume basicamente em descascamento da madeira, picagem dos cavacos, cozimento, depuração, lavagem, branqueamento e secagem, tendo como principal objetivo, degradar e solubilizar a lignina, empregando químicos alcalinos através do licor branco e calor (D'ALMEIDA, 1988; SMOOK, 2003).

Na Figura 2 é apresentado um fluxograma que indica as principais etapas do processo de produção do papel, indo desde a matéria prima ao produto em bobinas.



**Figura 2** - Fluxograma simplificado do processo kraft para comercialização da celulose e do papel.  
**Fonte:** Adaptado de CORREIA (2010).

O processo de polpação transforma a madeira em uma polpa ou pasta composta por fibras individualizadas, que podem ter a sua cor residual modificadas pelo processo de branqueamento. O padrão internacional de comercialização da polpa celulósica, dita que esta deve ter um teor de umidade de 10%, para isso, a mesma é submetida a um processo de secagem. Há ainda fábricas chamadas integradas, onde a polpa celulósica recém produzida será imediatamente utilizada para a produção do papel, dispensando assim a etapa de secagem (CORREIA, 2010). Ainda sobre o processo Kraft, este apresenta a vantagem da reutilização dos reagentes químicos utilizados, através do ciclo de recuperação química kraft, que em uma de suas etapas, irá fazer a combustão da matéria orgânica presente no licor preto concentrado, e que servirá como fonte de energia na forma de calor para a geração de vapor utilizado no processo e para a geração de energia elétrica (TRAN; VILLAROEL, 2015). A etapa de branqueamento pode ser utilizada para eliminar os compostos cromóforos residuais, importante para a fabricação de diversos derivados, tais como polpa fluff, polpa solúvel ou polpa para papéis.

Para a fabricação do papel utiliza-se máquinas específicas, que irão auxiliar na formação da folha. Para isso, a polpa celulósica passa por diversas etapas, como a depuração, refino, preparo de massa, ajuste de consistência (0,8-2% de consistência, por exemplo). E então, após ajustadas as condições de processo pertinentes a cada tipo de papel de interesse, a massa de fibras é conduzida para a caixa de entrada da máquina de papel onde será controlado o perfil de gramatura que a folha de papel irá apresentar. Essa suspensão fibrosa é disposta em um feltro, em uma parte da máquina chamada de mesa plana, que passará pela drenagem por gravidade ou por vácuo, sendo em seguida, conduzida para a seção de prensagem da máquina de papel, para elevação de sua consistência. Em seguida, o papel passa pela seção de secagem, para então ser enrolado em grandes bobinas, chamadas de rolos jumbos. O papel obtido a partir dessa etapa, é conduzido para a rebobinadeira, onde o papel é desenrolado, cortado e rebobinado novamente, mas agora em bobinas menores, para em seguida ser vendido ou cortado e formatado da maneira desejada durante os processos de conversão (CABRAL; PIRES, 2011). Desta forma também é fabricado o papel tissue, papel para uso sanitário e de higiene, que neste trabalho será tratado com ênfase em suas características.

## 2.4 Papel Sanitário ou *Tissue*

O papel *tissue* ou papel sanitário, é aquele que se destina a higiene íntima e pessoal, limpeza de superfícies domésticas ou em alguns casos, indicado para contato direto com alimentos, como o papel toalha, guardanapo, papel higiênico, e outros. Este papel é resultante do uso da polpa celulósica submetidas a um processo de fabricação semelhante ao do papel de imprimir e escrever, porém possuem características de preparo e fabricação singulares, como baixa energia de refino, menor intensidade de branqueamento, menor volume ou ausência de

produtos de colagem e enchimento, baixa gramatura, alto volume específico aparente e aplicação de processamentos físicos como a crepagem (microndulações proporcionadas pela raspagem do papel no rolo Yanke) e a gofragem (desenho na superfície do papel), entre outros, com o objetivo de manter características de alta absorção de líquidos e maciez.

Os papéis sanitários são comumente utilizados no dia a dia da sociedade, estando altamente susceptíveis ao olhar e criticidade do consumidor final quanto alguns parâmetros, como cor/aparência, odor, resistência à umidade, resistência ao rasgo, resistência à tração, e maciez, sendo esta última uma das características de maior difícil mensuração em sua fabricação, porém perceptível ao cliente final (BACHA; BACHA, et al 2017). É um setor que vem apresentando ao longo dos últimos anos, principalmente pós pandemia da covid 19, uma tendência de crescimento (IBÁ, 2022), ganhando força e importância no mercado, estando em constante atualização e investimentos tecnológicos para melhor atendimento às necessidades do cliente final.

#### **2.4.1 Mercado e consumo de Papel *Tissue***

A Fortune Business Insights, empresa globalmente famosa por seus levantamentos de dados de mercado e estatísticos sobre os mais diversos temas ao redor do mundo, apontou que em 2021 o setor de papel *tissue* atingiu cerca de R\$ 361,80 bilhões com o comércio setorial pelo mundo, e previu evolução para os anos seguintes. No cenário nacional, de acordo com dados do relatório do IBÁ de 2022, o período de janeiro a outubro de 2022, comparado ao mesmo período de 2021, demonstrou uma alta de 6,4% na produção de papel *tissue*, em um aumento de 4,7% para vendas domésticas do produto, exportando cerca de 74 mil toneladas. Já a importação fechou em duas mil toneladas, isso se dá também pelo alto volume de carga com baixo peso, o que gera custos elevados de transporte, fazendo com que a produção seja focada prioritariamente no mercado interno (FAO, 2020).

Estes dados demonstram a rentabilidade e movimentação de capital interno que o setor *tissue* tem trazido para o Brasil, com o aumento da demanda e grande capacidade de produção do mesmo. Apesar do consumo majoritário do papel *tissue* estar associado ao uso doméstico, o setor tem se tornado cada vez mais necessário no segmento conhecido por “Away from home” ou “institucional”, quando são utilizados em áreas comuns como restaurantes ou banheiros de alta circulação (BACHA; BACHA, et al 2017).

Mattos e Valença (1999) descrevem que uma das particularidades deste setor é que a maior parte da produção é destinado ao consumidor final, em um mercado com estratégias voltadas ao consumidor doméstico e não a outras indústrias como a maioria dos demais tipos de papel, sendo necessário assim, entender o público-alvo em suas mais diversas características. Segundo Pires e Cabral (2011) as empresas do setor *tissue* já sentiam a necessidade de manter uma posição competitiva no mercado, devido a crescente busca por qualidade do produto pelo consumidor, dessa forma, o investimento em pesquisa e desenvolvimento nesta área aumentou, buscando agregar propriedades no produto, mirando no aumento das vendas e consolidação das marcas no mercado, o que seria um demonstrativo do consumidor mais satisfeito.

Com o cenário de pandemia da Covid 19, a preocupação com higiene e cuidados pessoais aumentou bruscamente, aumentando a demanda por produtos de *personal care* e *home care*, em especial os papéis *tissue*, o que demonstrou a maior conscientização da população quanto à importância dos cuidados de higiene e à utilização de bons produtos que atendessem essa necessidade, buscando maior qualidade do papel adquirido e desenvolvendo maior criticidade e exigências quanto algumas características, o que explica, por exemplo, a crescente demanda por papel higiênico folha dupla e a queda pela busca do folha simples (YASUMURA et al., 2010; IBÁ, 2021).

## 2.4.2 Tipos de Papéis *Tissue*

Os tipos de papéis *tissue* são definidos conforme sua necessidade de uso, finalidade, local onde serão usados e ao público que se destina, este último correlacionado às preferências de cada grupo consumidor e à capacidade aquisitiva deste determinado nicho. Porém, em uma categoria macro, com base na finalidade de uso para venda, o mercado divide o *tissue* em dois macros grupos, a linha para uso institucional e a linha para uso doméstico (FOELKEL, 2015).

- Linha institucional: conhecida como “*Away From Home*”, é comumente utilizado em ambientes de uso público ou de alta movimentação, como banheiros de restaurantes, shoppings e hospitais, em que se usam os papéis interfoliados para mãos e rosto e os rolos de maior volume para fim sanitário, por exemplo. Estes são materiais fabricados com maior uso de aparas (fibras recicladas), sem muita exigência do consumidor sobre sua coloração, gofragem, resistência, lisura ou maciez, já que seu principal objetivo é suprir uma alta demanda de uso ao longo do dia em diversos estabelecimentos, estando distantes da qualidade proposta no papel de uso doméstico, porém, cumprindo suas funções primárias e requeridas para tal finalidade.
- Linha doméstica: a linha “*At Home*”, é constituída pelo grupo de produtos utilizado nos lares da população, consumido por famílias, o que conseqüentemente demanda uma qualidade maior em comparação ao institucional. Estes são produtos com maior investimento em marketing e vendas, já que precisam agradar ao público desde o primeiro contato visual na gôndola do ponto de venda, oferecendo o melhor custo-benefício (YASUMURA et al., 2012; FOELKEL, 2015).

Neste trabalho, o foco se dará na categoria “*At Home*”, a qual existem alguns tipos de papel *tissue* definidos conforme sua finalidade de uso para o público doméstico, dentre eles, quatro se destacam: papel higiênico, papel toalha, guardanapos e lenços. De acordo com a ABTCP (2013), cada um destes tem características principais e mais importantes a serem consideradas em sua fabricação: para o papel toalha são o “*bulk*”, resistência à úmido e a capacidade de absorção; para o guardanapo são o “*bulk*”, textura, absorção, resistência à úmido e aparência; para o lenço facial são resistência à úmido, absorção e maciez; e para o papel higiênico, são “*bulk*, maciez, capacidade de absorção e resistências à úmido e à seco. Este último, o papel higiênico é o papel *tissue* de maior comercialização, sendo o mais utilizado pelo consumidor final, por tanto, o mais susceptível à criticidade do usuário quanto a suas propriedades, e pode ser encontrado em três variações nos pontos de venda, no modelo folha simples, folha dupla ou folha tripla.

## 2.4.3 Propriedades do Papel *Tissue* Higiênico

Assim como em outros papéis *tissue*, na produção do higiênico é utilizado geralmente, a polpa de celulose ou a celulose seca branqueada, com alta taxa de alvura e brancura, dessa forma, são conferidas algumas propriedades do papel que garantem características visuais e sensitivas valorizadas pelo consumidor, como cor, volume, resistência, absorção e maciez. Segundo Foelkel (2014), o papel *tissue* deve passar por algumas avaliações, como volume específico, maciez superficial e estrutural, resistências à seco, úmido e à tração e teores de cargas minerais para serem bem avaliados.

Com o investimento em estudos na área e a maior procura de mercado, para atender a demanda de critérios para os papéis *tissue*, surgiu um conjunto de normas elaborado pela



ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que trata de “Produtos de papel para fins sanitários - Classificação”, a série NBR 15464, parte 2 de 08/2022 especifica a classificação para papel de fim sanitário do tipo higiênico folha dupla, que será tratado neste trabalho. Para determinação das propriedades do papel sanitário, a NBR 15134 de 12/2020 que trata de “Produto de papel para fins sanitários - Métodos de ensaio”, explicita como os ensaios devem ser realizados quanto algumas características importantes.

Estas características são citadas nas normas como as principais propriedades a serem analisadas no papel *tissue*: Espessura, densidade aparente e volume específico aparente (*bulk*), Gramatura, Propriedades de Tração, Resistência à Úmido, Maciez, Capacidade e Tempo de Absorção de Água, Pintas, Furos, Fator de reflectância difusa no azul (alvura), Citotoxicidade in vitro (ensaio dermatológico). Além destas, outras também são dadas como avaliações essenciais por diversos autores.

- Gramatura: O papel *tissue* produzido no Brasil, utiliza hoje em média uma gramatura entre 18 e 20g/m<sup>2</sup> para papéis higiênicos. É um produto de gramatura baixa, que pode variar de acordo com o fabricante e a classificação do produto para o mercado (FOELKEL, 2009);
- Volume específico aparente ou “Bulk”: O *bulk* é uma relação entre a espessura e a gramatura do papel, e pode ser associado a maciez. A espessura e densidade do papel estão correlacionadas ao volume, pois contemplam a porosidade e os espaços preenchidos por ar (CABRAL; PIRES, 2011);
- Resistência à tração e à umidade: A resistência à tração faz com que o papel tenha capacidade de ser convertido nas linhas de produção, e garante ao consumidor que o mesmo não rasgue com facilidade durante o uso e destaque do picote, é um valor variável de acordo com o nicho de mercado em que o papel será comercializado. Já a resistência à úmido é a propriedade que garante que o papel não desmanche quando em contato com a umidade (FOELKEL, 2009).
- Teor de umidade: O teor de umidade é um fator importante a ser controlado no processo de fabricação, pois o mesmo em uma taxa muito elevada pode diminuir a resistência do papel na conversão, e uma taxa muito baixa, ou seja, quando o papel é muito seco, pode causar aspereza. O teor de umidade no papel higiênico *tissue*, deve se manter normalmente entre 6,0 e 8,5% (CABRAL; PIRES, 2011)
- Pintas e Furos: São atributos físicos do papel que devem ser conferidos sobre uma tela preta, para que com um gabarito de referência, possa ser identificado a existência destes, o tamanho e quantidade, sendo características notáveis a olho nu pelo consumidor, o que confere não qualidade ao olhar do cliente. O uso de aparas pode ocasionar esses atributos ao longo do papel (MILANEZ; ROST, 2005)
- Alvura e Brancura: A alvura é a medição de refletância na parte azul do espectro visível, já a brancura compreende um espectro maior de coloração. O papel *tissue* fabricado com a celulose branqueada tem altos níveis de alvura, porém a brancura se torna ainda mais importante por ser perceptível a olho humano (MILANEZ; ROST; 2005)
- Formação: A formação do papel está atrelada desde o preparo da massa até a secagem, em que configura uma imagem de grumos no papel e não uniformidade na folha (CABRAL; PIRES, 2011).
- Alongamento e crepagem: Alongamento e crepagem são propriedades que se correlacionam, a crepagem é o resultado da relação entre a velocidade do cilindro secador e a velocidade da enroladeira do papel. O alongamento confere

maquinabilidade adequada na conversão do papel, quando bem controlado, e a crepagem possui correlação com a maciez do produto acabado (CABRAL; PIRES, 2011).

- Capacidade de absorção: Esta é uma das propriedades mais requeridas pelo consumidor, não só quando a capacidade de volume de líquido absorvível quanto pela velocidade de absorção (COSTA, 2017).
- Maciez Superficial e Estrutural: Maciez superficial é aquela notada pelo toque, contato dos dedos com a superfície do papel, já a maciez estrutural é aquela notada pela maleabilidade da folha. Diversos fatores do processo podem interferir nesta característica, sendo esta a de mais difícil mensuração e de maior importância para o consumidor final (MILANEZ; ROST, 2005; CABRAL; PIRES, 2011;)

Além destas características, algumas outras propriedades do papel tissue apresentam grande importância para o consumidor e estão intrínsecas ao processo de conversão deste material, e são diferenciais em relação aos demais tipos de papel, como a gofragem e a laminação. A gofragem é o desenho aparente no papel tissue acabado, conferido a ele através da gravação em relevo com a penetração em determinada pressão de rolos padrões para cada tipo de papel, que além de beleza visual, implica certa adesão de uma folha a outra, quando trata-se de folhas duplas ou triplas, e aumento da capacidade de absorção do papel, maior volume e firmeza. A laminação também é item importante para o tissue, laminação é a característica relacionada ao grau de adesão entre as folhas após a gofragem, podendo ser utilizado sistema de cola adesivo aplicado ou não (CRUZ, H. P., 2021).

#### **2.4.4 Ênfase em Maciez e sua importância para o consumidor**

Maciez é a propriedade do papel higiênico que mais agrada o consumidor principalmente tratando-se das categoria premium como folha dupla e tripla, é a característica que confere agradável sensação ao tato e suavidade, sendo correlacionada à criticidade do cliente desde o primeiro contato com o papel (CABRAL; PIRES, 2011).

Segundo Milanez e Rost (2005), maciez é uma qualidade percebida através do sistema sensorial tátil, fazendo referência ao toque da mão humana ao papel no manuseio do material, sendo esta uma avaliação subjetiva e de mais difícil mensuração pela indústria, em comparação aos demais parâmetros analisados por equipamentos, além de ser desafiador realizar o controle desta maciez desde o início do processo de produção em todas suas variáveis.

Apesar da principal identificação da maciez se dar de forma tátil, esta é uma característica multissensorial, em que além do tato envolve a análise visual, a maleabilidade e o som ao manusear o papel (RUIZ et al., 2010). Estas definições representam suavidade e flexibilidade, descritas na literatura como maciez superficial e maciez estrutural, que estão relacionadas a espessura, volume (“*bulk*”), gofragem, relação de crepe e outras características importantes do papel *tissue* (LIU; HSIEH, 2004). A maciez superficial é aquela sentida ao tocar a superfície do papel, está relacionada a lisura ou aspereza, e a fricção dos dedos com o material, já a maciez estrutural é aquela identificada ao manusear levemente o papel com as mãos, correlacionada a flexibilidade do papel quando realizado este movimento, podendo ser confirmada pelo ruído emitido pelo material ao ser levemente amassado entre os dedos e levado aos ouvidos, enquanto maior o ruído, mais “apapelado” o papel estará indicando menor rigidez quando movimentado (OLIVEIRA; SANTOS, 1998).

Levando em consideração os tipos de maciez identificáveis, em indústrias de papel *tissue*, um dos métodos utilizados é o painel de *HandFell* para classificação da maciez, principalmente no que tange o produto acabado, após tensionamentos sofridos na conversão e

gofragem, neste método participam analistas treinados para identificação e classificação da maciez. Para o produto semiacabado, é indicado o uso do TSA – *Tissue Softness Analyser*, equipamento que diminui a subjetividade do painel humano, informando a maciez real, estrutural e a textura da estrutura, através do atrito, da análise do som e da rugosidade da superfície de contato podendo ser utilizado também em tecidos (BARATA, 2018). De acordo com a norma ABNT NBR 15134, que descreve sobre “Produtos para Fins Sanitários - Métodos de Ensaio”, a maciez pode ser estimada em Índice de Potencial de Maciez (IPT), dado pela raiz quadrada da resistência longitudinal multiplicada pela resistência transversal, dividida pela gramatura. Dentre estes, o método mais comumente utilizado é o HandFell realizado por painelistas treinados, sendo para cada fabricante um padrão estabelecido por seu próprio nível de maciez alcançado em produção (PAULAPURO, 2000).

Mesmo hoje existindo no setor um equipamento que informa a maciez real, estrutural e deformação de estrutura do papel *tissue*, principalmente em sua etapa de semiacabado, o TSA *Tissue Softness Analyzer*, da empresa EmTec, e o *IQ Softness* da Valmet (ALMEIDA; GRANDI, 2017), diversos estudos e pesquisas mostram o quanto o método do Painel de Maciez realizado por pessoas treinadas é o mais comumente utilizado para o produto acabado, quando o *tissue* passa por sua conversão e se apresenta como conhecemos no mercado comum. Com isso, nota-se a importância de estudos sobre o tema, avaliando o impacto desta característica para o cliente, e a acurácia ou subjetividade do método mais utilizado, e a sua relevância para as marcas de higiênico estabelecidas em mercado.

#### **2.4.4.1 Aspectos que influenciam na maciez**

A fibra celulósica utilizada na fabricação do papel *tissue* é o princípio do estudo de impactos gerados na maciez do papel. De acordo com MILANEZ e ROST (2005) para que essa propriedade seja obtida, as fibras precisam seguir alguns critérios anatômicos e morfológicos, como ser rígidas e ter pouca flexibilidade, para reduzir o colapsamento garantindo o “bulk”, além de baixa habilidade de ligação. As fibras curtas apresentam características que melhor se adequam a esses critérios, gerando um maior “bulk”, que está diretamente relacionado a maciez do papel. O “bulk” é importante para melhorar o aspecto de maciez do produto acabado para o consumidor final, e com as características adequadas de fibra, pode-se obter além de maior maciez, maior capacidade de absorção (FOELKEL, 2016).

O processo de fabricação também tem grande impacto na maciez do papel, a crepagem é um dos aspectos mais importantes. A crepagem permite a produção de micro-ondulações no papel formado, realizada durante a raspagem do papel no rolo yankee (final da etapa de secagem), e tem a capacidade de aumentar a maciez estrutural rompendo e reduzindo as ligações das fibras. A velocidade de secagem interfere nesta etapa, quanto mais lenta mais macio será o papel. Desta forma, uma adesão uniforme ao cilindro Yankee da máquina unido à variável velocidade, garantem uma maciez adequada, tendo também como parâmetro ajustável, a posição e geometria da raspa (CAMPOS, 2012).

Além dessas características de formação e fabricação do papel, a conversão do produto semiacabado para o acabado também apresenta diversas variáveis que podem reduzir ou garantir o nível de maciez do papel. No processo de conversão ocorre o tensionamento das folhas e a gofragem (desenho/ estampa tridimensional na superfície da folha), estes por si só são etapas que podem reduzir a maciez e o bulk. Já no caso do papel higiênico de folha dupla, a superfície externa do rolinho deve ser priorizada àquela que esteve em contato com o Yankee, já que apresentará formação mais uniformizada em comparação com a face que estava em contato com a tela, oferecendo um toque de suavidade, ou seja, a posição dos rolos semiacabados na conversão também pode interferir na maciez final do produto (CAMPOS, 2012). Outros parâmetros também podem ter correlação com a maciez estrutural e superficial, alguns destes, avaliados neste trabalho.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. MATERIAL

As amostras para este estudo foram coletadas em mercados de rede atacado e varejo, selecionando 5 marcas nacionais de alta comercialização, de acordo com pesquisas recentes (O PAPEL, 2022), produzidas utilizando fibras curtas e duas marcas comercializadas no Chile, país que comumente utiliza fibras lignocelulósicas de maior comprimento médio na composição do *tissue*. As 7 amostras (Tabela 1) passaram pelo processo de climatização em ambiente controlado de umidade ( $50 \pm 2\%$ ) e temperatura ( $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ) antes dos testes mecânicos, físicos e ópticos, já para os testes sensoriais de maciez, foram utilizadas em temperatura e condição ambiente e local controlado contra interferências externas às condições de receptividade do consumidor. Todas as amostras passaram pela análise de HandFell e pelas análises físico-mecânicas e ópticas para avaliação das propriedades do papel.

**Tabela 1** - Codificação e numeração de referência para as amostras de marcas utilizadas no estudo.

Nº	REFERÊNCIA	ORIGEM DA AMOSTRA
1	A1	MARCA NACIONAL A1
2	A2	MARCA NACIONAL A2
3	A3	MARCA NACIONAL A3
4	A4	MARCA NACIONAL A4
5	A5	MARCA NACIONAL A5
6	A6	MARCA INTERNACIONAL A6
7	A7	MARCA INTERNACIONAL A7

Fonte – Autor (2023).

#### 3.2 MÉTODOS

##### 3.2.1 HandFell – Análise de Maciez

Neste trabalho utilizou-se do método NSPT – Novo Teste de Painel Sensorial descrito por Lee et al. (2017) como um novo método de avaliação de maciez subjetiva para papel higiênico, sendo considerado muito mais relevante para os consumidores do que o método tradicional de painel de HandFell (SPT – Teste de Painel Sensorial), já que no novo método é realizado uma classificação inicial das amostras sem que os painelistas sejam treinados ao tato e entendimento geral sobre a análise sensorial.

Foram então recrutados 8 painelistas, que em 4 dias diferentes passaram por uma autoavaliação de diagnóstico emocional, respondendo à quatro perguntas básicas (Tabela 2), com o objetivo de verificar a possibilidade de correlação entre o estado emocional e a consistência da análise sensorial. As respostas devem levar em consideração o nível emocional, podendo variar de 1 a 5, sendo 1 a resposta para o péssimo estado emocional e 5 a resposta para o ótimo estado emocional. Após a avaliação de diagnóstico, foram submetidos as etapas do método NSPT, descritos a seguir.

**Tabela 2** – Perguntas aplicadas no questionário de diagnóstico emocional.

Perguntas aplicadas	
1	Como você classifica o seu sentimento de bem-estar hoje?
2	Como você classifica o seu nível de atenção hoje?
3	Como você classifica o seu nível de disposição ao acordar hoje?
4	Como você classifica a sua condição de saúde hoje?

Fonte – Autor (2023).

### 1º - Dia 1: Classificação Inicial

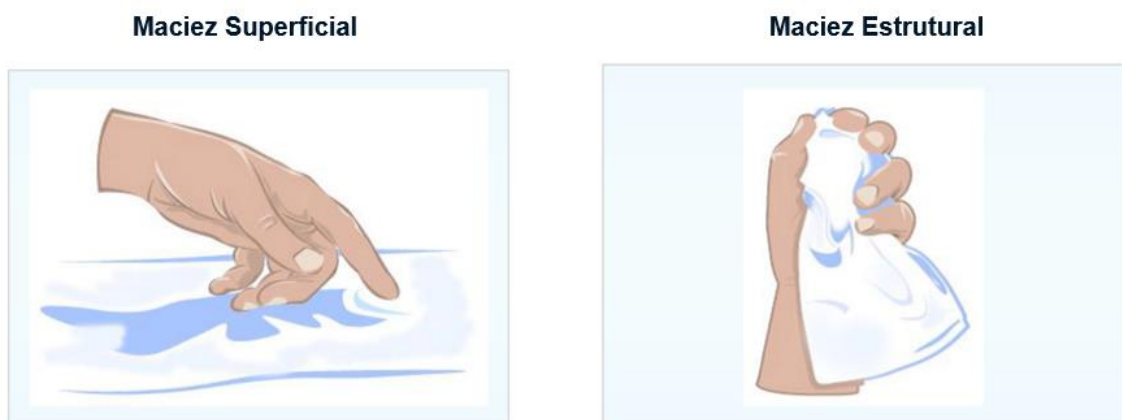
Os 8 colaboradores, no mesmo ambiente, porém em momentos diferentes evitando contato visual ou qualquer contato prévio com as amostras, classificaram por ordem de maciez as amostras oferecidas, colocando-as em ordem, sem nenhum nivelamento sobre a forma de identificação da maciez, considerando apenas o seu entendimento do conceito.

Com as 8 classificações apontadas, foi realizado uma avaliação de moda, construindo então um ranking entre as amostras, da mais macia para a menos macia. Com este, foram criados os pares a serem comparados nos painéis seguintes, estes foram construídos com os materiais de maciez mais próxima, para assim testar a capacidade dos painelistas após o treinamento e nivelamento de identificação da maciez estrutural e superficial.

### 2º - Dia 2 – Painel 1

Para o segundo dia, todos os painelistas passaram por um treinamento de nivelamento de conhecimento técnico, teórico e prático, sobre a fabricação e as propriedades do papel tissue e quais destas podem interferir na maciez do produto acabado, além de serem treinados quanto ao método de análise de HandFell, comparando amostras de maior e menor discrepância de maciez em uma análise sensorial de superfície e estrutural, aprendendo a identificar a suavidade, maleabilidade e ruídos em cada amostra.

Com isso, as amostras de maciez mais próximas foram postas para o teste de HandFell às cegas, para o método de comparação pareada. Todos os painelistas foram postos em uma sala de ambiente controlado, de maneira que não pudessem ver uns aos outros, com as mãos para trás as amostras os foram entregues, realizando assim a análise de maciez superficial e estrutural, conforme Figura 3, identificando dentre o par a amostra mais macia. Este processo foi repetido por 8 vezes, um para cada par.



**Figura 3:** Representação da análise de maciez superficial com o passar dos dedos na superfície do papel, e da maciez estrutural com o leve amassar do material entre as mãos.

**Fonte:** Material livre da Solenis.

Maciez superficial é a sensação percebida quando a ponta dos dedos é deslizada sobre a superfície do papel. Maciez estrutural é a sensação ao tato quando o papel é levemente amassado entre as mãos, levando o mesmo aos ouvidos para percepção sonora, quando mais maleável e menor o ruído emitido, maior será a sensação de maciez.

### 3º - Dias 3 e 4 – Painéis 2 e 3.

O 2º passo foi repetido por mais duas vezes em dias diferentes, para medir as possibilidades de interferência da situação emocional do colaborador de acordo com diagnóstico realizado em cada etapa, quanto a sua análise sensitiva, entendendo essa correlação com a eficiência da análise sensorial e possível associação ao sentimento do consumidor.

### 4º - Dia 5 – Classificação Final

Por fim, após os passos anteriores e os painelistas treinados e com determinada experiência adquirida, foram submetidos novamente a uma classificação das amostras, indicando em ordem decrescente da mais macia para menos macia, agora utilizando dos conhecimentos técnicos, teóricos e práticos adquiridos.

#### **3.2.2 Análise microscópica de fibras**

Foi realizada a análise de fibras utilizando o microscópio óptico invertido de fluorescência Leica DMi8, com aumento de 5x, e a dispersão do material na lâmina se deu da seguinte forma:

- 1- A amostra de papel foi colocada em água sob agitação;
- 2- Com este material montou-se a lâmina dispondo o material sobre a mesma;
- 3- Observou-se a morfologia do material.

Esta análise apoiou na observação da existência ou não de fibras típicas de *hardwood* (folhosas) e *softwood* (coníferas) nas amostras.

#### **3.2.3 Análise das propriedades físico mecânicas do papel**

Para a caracterização das propriedades físico-mecânicas e ópticas (Tabela 3) das amostras de papel *tissue*, foram realizados os seguintes testes com seus referidos procedimentos de acordo com a normas:

**Tabela 3-** Procedimentos analíticos para a caracterização das propriedades físico-mecânicas das amostras de papel *tissue*.

<b>PROPRIEDADE</b>	<b>PROCEDIMENTO</b>
Alongamento	TAPPI T 494 om-06
Alvura	TAPPI T 1216 sp-18
Brancura	TAPPI T 1216 sp-18
Espessura	TAPPI T 551 om-06
Gramatura	TAPPI T 410 om-08
Resistência a Passagem de AR	TAPPI T 536 om-07
Resistência a Tração	TAPPI T 494 om-06
Resistência ao Estouro	TAPPI T 403 om-15
Resistência ao Rasgo	TAPPI T 414 om-04
Rigidez	TAPPI T 231 cm-07
Volume Específico Aparente	TAPPI T 220 sp-06
Índice de Retenção de Água (IRA ou WRV)	SCAN-C 62:00

**Fonte** – Autor (2023).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise de maciez das amostras tissue.

Na primeira etapa do método NSPT, a classificação inicial encontrada para as amostras, de acordo com o nível de maciez em ordem crescente, resultou na ordenação apresentada na Tabela 4. Com o ranking de classificação inicial definido, foram pareadas as amostras de maciez mais próxima, de forma que todas tivessem dois pares comparativos (Tabela 5), a fim de avaliar a discrepância sutil entre as mesmas e a capacidade de constância de seleção dos painelistas após o treinamento e nivelamento técnico.

**Tabela 4**– Ranking de Classificação Inicial das amostras quanto ao nível de maciez

<b>POSIÇÃO</b>	<b>AMOSTRA</b>
1°	A1
2°	A3
3°	A2
4°	A7
5°	A5
6°	A4
7°	A6

**Fonte** – Autor (2023).

Nesta classificação inicial os colaboradores utilizaram da sensação mais próxima ao olhar do consumidor, tendo contato tátil, auditivo e visual com as amostras. Neste caso, notou-se que além da sensação de suavidade da superfície, e a maleabilidade ao tatear as amostras terem sido características importantes, a gofragem e a brancura do papel também foram observadas e comentadas pelos colaboradores. Alguns painelistas relataram que a gofragem (desenho) da amostra A6 causava a sensação de aspereza, já das amostras A3 e A1, conferiam o aspecto aveludado ao papel. A diferença de tonalidade foi percebida principalmente na amostra A4 que apresentou um tom mais amarelado que as demais, o que é confirmado mais a frente deste trabalho, nos resultados de brancura das análises de propriedades ópticas.

**Tabela 5**- Pares definidos por afinidade de maciez de acordo com a classificação inicial.

<b>PARES COMPARATIVOS</b>
A1 X A3
A3 X A2
A1 X A2
A2 X A7
A7 X A5
A5 X A4
A4 X A6
A6 X A5

**Fonte** – Autor (2023).

Nas etapas seguintes em que foram realizados os painéis de HandFell e o diagnóstico emocional, avaliou-se a consistência de análise dos painelistas após treinamento e nivelamento realizado, correlacionando ao nível de bem-estar dos mesmos (Tabela 6):

**Tabela 6** – Correlação entre o nível de bem-estar do painelista e a consistência de análise dos painéis de HandFell após nivelamento e treinamento.

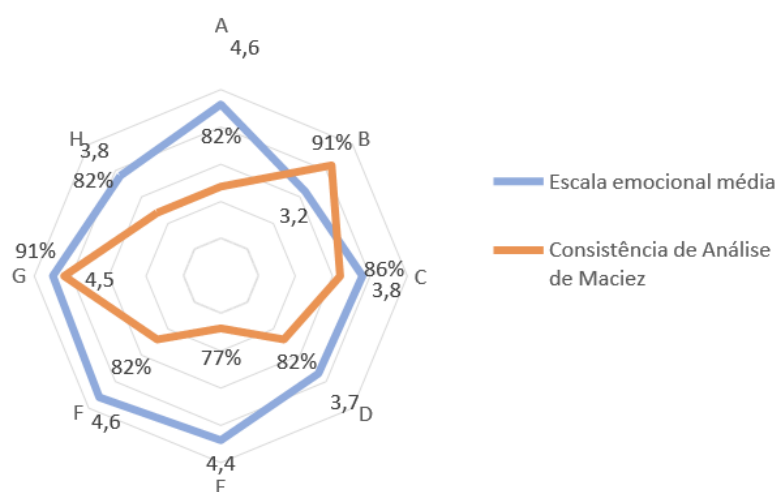
PAINELISTA	Escala emocional média	Consistência de Análise de Maciez
A	4,6	82%
B	3,2	91%
C	3,8	86%
D	3,7	82%
E	4,4	77%
F	4,6	82%
G	4,5	91%
H	3,8	82%

Fonte: Autor (2023)

**Tabela 7** - Valores máximos, médios e mínimos apresentados nível de bem-estar do painelista e a consistência de análise dos painéis de HandFell. Considera-se que quanto mais próximo de 5, a escala emocional média do painelista estiver, mais próximo de ótimo se manteve seu diagnóstico emocional ao longo dos três dias de painel de *handfell*.

	Mínimo Observado	Valor Médio	Máximo Observado
Escala emocional	3,2	4,07	4,6
Consistência de análise de maciez	77%	84%	91%

Fonte: Autor (2023).



**Figura 4** – Correlação entre o nível de bem-estar do painelista e a consistência de análise dos painéis de HandFell após nivelamento e treinamento.

Fonte – Autor (2023).

Nota-se (Tabela 6) que nenhum colaborador alcançou 100% de constância na análise dos 8 pares comparativos em relação aos três painéis, o que demonstra variação de seleção da amostra mais macia. A inconstância se deu majoritariamente nas amostras de classificação mais



alta do ranking, em que o nível de maciez sensorial e estrutural se apresentou mais próximo entre elas e de mais difícil diferenciação. Já os pares comparativos com a amostra A6, de última posição no ranking, se manteve constante em todos os painéis e para todos os analistas, sendo em todas as vezes selecionada como a menos macia.

A análise entre a escala emocional do painelista e a sua constância de análise não apresentou correlação importante, ou seja, conferiu-se que o bem-estar do colaborador não interferiu em sua criticidade de análise de maciez, visto que o painelista B, com valor de escala emocional 3,2, o mais baixo observado, apresentou constância de 91%, sendo a mais alta observada. Já o painelista E, com menos constância de análise observada, em 77%, apresentou escala emocional de 4,4, acima da média apresentada.

Quanto as classificações ranqueadas de maciez realizadas ao longo do estudo, sendo a Classificação Inicial, a Classificação ao longo dos Painéis e a Classificação Final na última etapa, encontrou-se resultados idênticos (Tabela 8) na ordenação das mesmas de maior para menor maciez das amostras de *tissue*, o que indica a positiva acurácia do teste de HandFell e demonstra confiabilidade na proposta do método empregado, NSPT – Novo Teste de Painel Sensorial, oferecendo um resultado de análise que mais se aproxima do olhar do consumidor tendo grande relevância para o cliente, já que a primeira classificação é realizada sem nenhum conhecimento ou treinamento prévio.

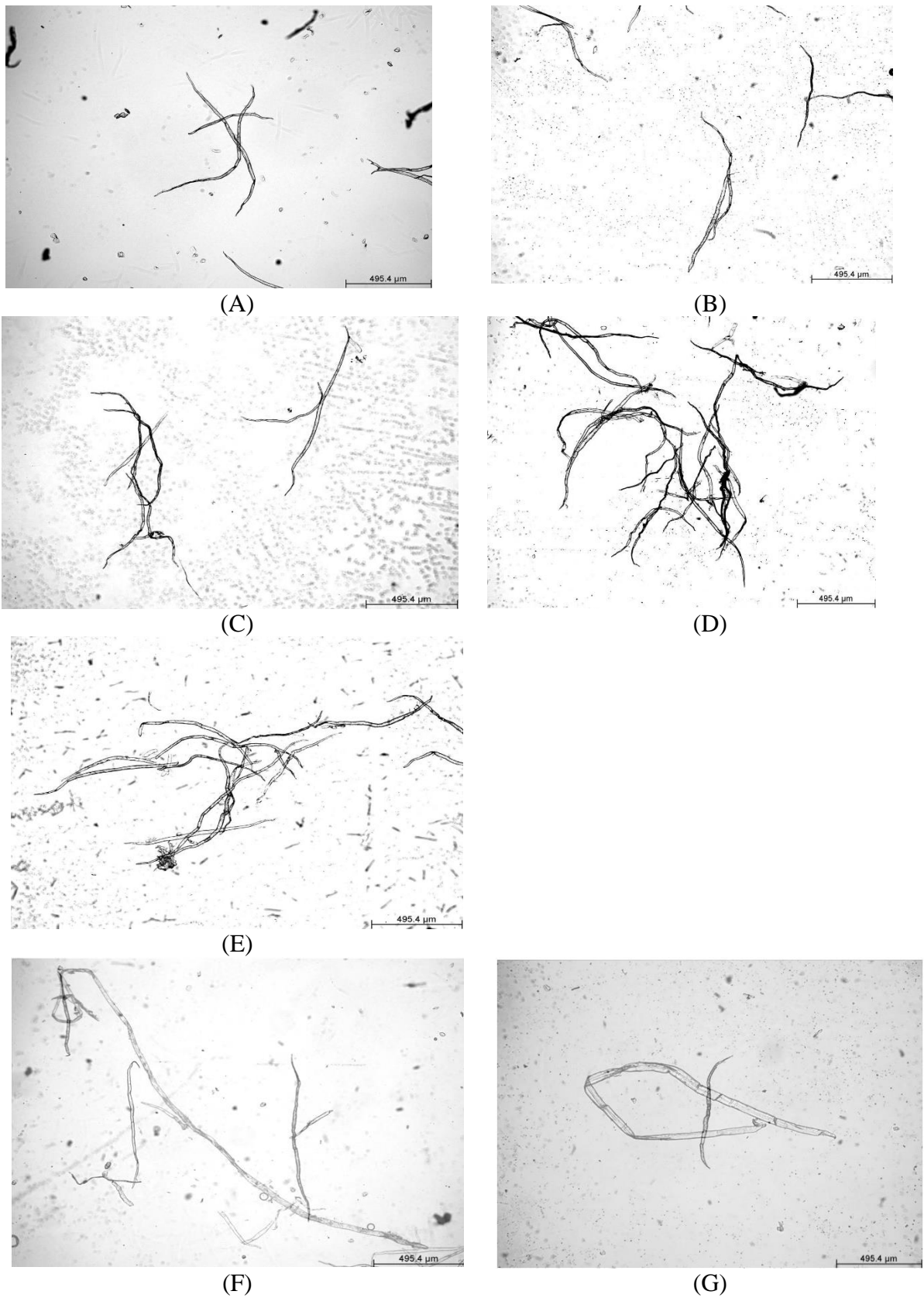
**Tabela 8** – Classificação Inicial e Final quanto ao ranking de maciez das amostras, da mais macia para a menos macia.

POSIÇÃO	Classificação Inicial	Classificação Final
1°	A1	A1
2°	A3	A3
3°	A2	A2
4°	A7	A7
5°	A5	A5
6°	A4	A4
7°	A6	A6

Fonte – Autor (2023).

## 4.2 Análise microscópica de fibras

Na análise de morfologia, foram observadas fibras típicas de *hardwood* (folhosas) e *softwood* (coníferas) em diferentes amostras. Nas amostras nacionais, A1 (5A), A2 (5B), A3 (5C), A4 (5D), A5 (5E), foram observadas apenas fibras típicas de folhosas, as *hardwood*, atendendo ao previsto pelo mercado nacional, que utiliza de fibras de eucalipto na fabricação do papel *tissue*. Já nas amostras A6 (5F) e A7 (5G), observou-se a presença dos dois tipos de fibras, tanto *hardwood* quanto *softwood*, o que sugere uma composição mista na fabricação dos papéis *tissue* chilenos, entre fibras de eucalipto e traqueídeos de pinus. Os impactos e correlações entre a composição morfológica e as propriedades dos papéis estudados, bem como sua maciez, será descrita e avaliada ao longo deste tralho.



**Figura 5** - Identificação de fibras nas amostras de tissue estudadas, em análise microscópica de aumento 5x: (A) presença de fibras curtas na amostra nacional A1; (B) presença de fibras curtas na amostra nacional A2; (C) presença de fibras curtas na amostra nacional A3; (D) presença de fibras curtas na amostra nacional A4; (E) presença de fibras curtas na amostra nacional A5; (F) presença de fibras curtas e longas na amostra internacional A6; (G) presença de fibras curtas e longas na amostra internacional A7. **Fonte:** Autor (2023)

### 4.3 Análise das Propriedades Físico-Mecânicas e ópticas das amostras tissue.

As amostras de papéis *tissue* avaliadas nesse estudo foram analisadas quanto as suas propriedades físico-mecânicas e ópticas. Os dados observados neste estudo são apresentados na Tabela 9 e Tabela 10.

**Tabela 9** – Resultados das Análises Físico-Mecânicas das 8 amostras de papel tissue, apresentadas na tabela em ordem de ranqueamento de maciez.

PROPRIEDADES	AMOSTRAS						
	1° A1	2° A3	3° A2	4° A7	5° A5	6° A4	7° A6
Alongamento (%)	23,48	12,23	14,93	17,15	24,43	19,62	20,78
Espessura (mm)	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	29,40	29,27	27,24	29,94	27,05	26,24	28,34
Índice de Estouro (Kpa.m <sup>2</sup> /g)	0,614	0,615	0,723	0,735	0,677	0,868	0,977
Índice de Rasgo (mNm <sup>2</sup> /g)	1,07	1,07	1,15	2,10	1,16	2,39	3,32
Passagem de Ar (s/100cm <sup>3</sup> )	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,16
Rigidez (gf.cm)	0,45	0,85	1,15	1,50	1,60	3,00	3,05
Índice de Tração (KN/m)	0,18	0,12	0,17	0,30	0,21	0,24	0,35
Volume Específico Aparente (cm <sup>3</sup> /g)	4,05	3,96	3,93	3,61	4,18	4,19	3,85
IRA (g/g)	1,28	1,22	1,26	1,25	1,43	1,64	1,51

Fonte: Autor (2023)

Para a propriedade de alongamento do papel, o qual indica a deformação sofrida pela amostra de papel até a resistência à tração máxima antes de sua ruptura, observou-se que os valores variaram de 12,23% a 24,43%, para as amostras A3 e A5, respectivamente. Esses dados demonstram uma variação da ordem 99,7% para esse parâmetro.

As informações de espessura e gramatura dos papéis foram avaliadas. Gramatura indica a relação entre a massa do papel em relação a uma área ocupada (expressa em g/m<sup>2</sup>), já a espessura indica a distância entre as duas faces do papel. Nesse estudo observou-se uma variação de 26,24 a 29,94 g/m<sup>2</sup> (amostras A4 e A7, respectivamente) para a gramatura, e 0,11 a 0,12 (amostras A2 e A1, respectivamente) para espessura. O que representou uma variação da ordem de 14,10% e 8,3%, respectivamente. Esses dados indicam que estes parâmetros apresentam baixas variações se comparados a outras propriedades.

O índice de estouro ou arrebentamento do papel é definido como a força necessária para promover o arrebentamento de uma folha de papel, ao se aplicar uma pressão uniformemente crescente por um diafragma elástico de área circular igual a 962 mm<sup>2</sup>. O ensaio é realizado em um equipamento chamado “Mullen” e está altamente relacionado com a resistência à tração do papel. Ele é influenciado, em maior intensidade, pelo número de ligações interfibras e pelas forças dessas ligações na estrutura do papel. Nesse estudo, os valores observados foram da ordem de 0,614 a 0,977 Kpa.m<sup>2</sup>/g para as amostras A1 e A6, respectivamente. Isso indicou uma variação da ordem 59,12% para essa propriedade entre as amostras de papéis avaliadas.

O índice de rasgo, por definição, é o trabalho executado por um pêndulo, necessário para rasgar um conjunto de folhas, após realizar um corte inicial nas amostras, de comprimento específico. O índice de rasgo é o resultado da divisão da força média necessária para rasgar uma folha, por sua gramatura. É influenciado, principalmente, pela resistência intrínseca, pelo comprimento, pela espessura de parede das fibras e pelas ligações interfibras. Está ligada a outras propriedades da polpa e degradação da cadeia de carboidratos, por exemplo. Observou-

se que os valores variaram de 1,07 a 3,32 mNm<sup>2</sup>/g, para as amostras A1 e A6, respectivamente. Esses dados demonstram uma variação média de 110% para esse parâmetro, considerando uma alta variação, sendo a primeira amostra de origem nacional e a segunda de origem chilena.

A resistência à passagem de ar mostra o valor de resistência que determinada folha de papel tem sobre a passagem de dado volume de gás ou vapor, de forma que um papel mais poroso leva a uma menor resistência à passagem de ar. A permeância ao ar é recíproca da resistência à passagem de ar, e pode ser usada para estimar a permeância do papel a outros fluidos. A análise de passagem de ar apresentou o mesmo valor para todas as amostras, sendo 0,10 s/100cm<sup>3</sup>, exceto para amostra A6 que apresentou valor pouco variável, porém mais alto de 0,16 s/100cm<sup>3</sup>. Estes valores estão associados à porosidade do papel, sendo uma análise que indica a resistência do papel à passagem de ar, sendo o tissue um material poroso, os valores foram constantemente baixos, como esperado.

Rigidez é o grau que o papel resiste quando flexionado sob ação de uma força em um equipamento específico, chamado medidor de rigidez, sendo utilizado nesse estudo o equipamento Medidor de Rigidez Regmed RI-5000. Esses dados indicam a rigidez do papel, que irá influenciar sua capacidade de ligação entre fibras. Os valores observados foram da ordem de 0,45 a 3,05 gf.cm para as amostras A1 e A6, respectivamente, tendo uma alta variação média de 47,0%. É importante ressaltar que a amostra nacional A4 foi a que apresentou maior rigidez, no valor de 3,0 gf.cm, e também a classificada entre as mesmas como a de menor maciez, demonstrando a correlação desta propriedade com a sensação de maciez identificada, bem como para as amostras A1 e A6, sendo a mais macia e menos macia respectivamente. A espessura, resistência e alongamento estão associadas a esta propriedade.

O índice de tração pode ser encontrado pela força necessária para causar a ruptura da amostra em relação à sua gramatura. Ele é favorecido pela intensidade de ligações interfibrilares ocorridas durante a formação do papel, pela fibrilação externa e pelo colapso das fibras. Nesse estudo o índice de tração variou de 0,12 a 0,35 KN/m, para amostra A3 e A6 respectivamente. Foi medida submetendo um corpo de prova de dimensões especificadas a um esforço de tração uniformemente crescente no aparelho de medição, até a ruptura do papel, indicando a probabilidade de duração do mesmo quando sujeito a tensão durante o uso. Os valores dados de qualidade de papéis *tissue* reportados na literatura indicam valores entre de 0,09 KN/m e 0,120 KN/m (ABNT NBR 15464-2). Os maiores valores encontrados no estudo foram para as amostras A6 e A7, 0,35 KN/m e 0,30 KN/m respectivamente, sendo estas amostras chilenas.

Com os valores de espessura e gramatura estabelecidos, foi possível determinar o volume específico aparente das amostras, através da relação  $1/(\text{gramatura/espessura}) * 100$ . O volume pode ser associado à maciez, assim como à espessura e densidade pois estas últimas contemplam a porosidade e os espaços preenchidos por ar. Os valores observados foram da ordem de 3,61 cm<sup>3</sup>/g a 4,19 cm<sup>3</sup>/g para as amostras A7 e A4, respectivamente.

O índice de retenção de água (IRA) ou *water retention value* (WRV), observado na Tabela 9, indica a capacidade de absorção, expresso em g/g, é uma das propriedades mais requeridas pelo consumidor, não só quanto à capacidade de volume de líquido absorvível quanto pela velocidade de absorção (COSTA, 2017). No estudo os valores encontrados para esta propriedade variaram de 1,22 g/g a 1,64 g/g, para amostra A3 e A4 respectivamente.

A coloração do papel também é uma propriedade de grande importância para o consumidor e para os fabricantes, foram então analisadas as reflectâncias das amostras tissue, conforme a Tabela 10.

**Tabela 10** – Resultados das Análises Físicas de reflectância das 8 amostras de papel tissue, apresentadas na tabela em ordem de ranqueamento de maciez.

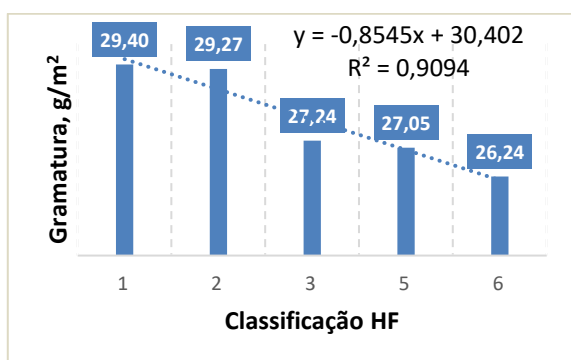
PROPRIEDADES	AMOSTRAS						
	1° A1	2° A3	3° A2	4° A7	5° A5	6° A4	7° A6
Alvura (%)	77,06	73,20	69,66	77,79	76,17	73,73	73,17
Brancura (%)	75,27	66,99	71,48	69,14	75,37	60,59	64,38

**Fonte:** Autor (2023)

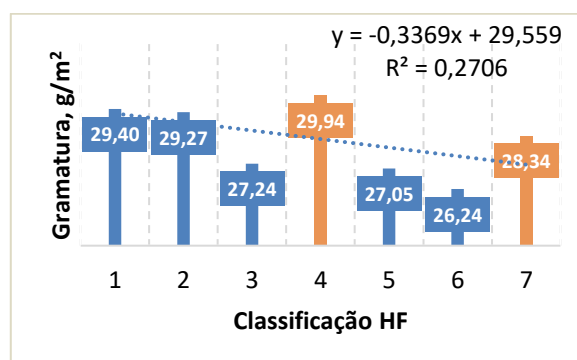
A alvura é o parâmetro mais comumente controlado na indústria de papel, indicando a relação com a adição de branqueadores na fabricação, esta é baseada na reflectância dos comprimentos de onda próximos a 457nm, correspondentes à chamada faixa azul. Para esta propriedade foram observados valores entre 69,66 %ISO e 77,79 %ISO, para as amostras A2 e A7. Já a brancura reflete o que é visível a olho nu, portanto o mais relevante para o consumidor, sendo a reflectância de toda região visível, compreendendo de 400nm à 700nm (JORDAN, B; 1996), neste estudo apresentando valores entre 60,59% e 75,37%, para as amostras A3 e A5. De acordo com a ABNT, os valores de qualidade para papel *tissue* em alvura devem compreender entre 60 e 80, estando de acordo com o encontrado.

#### 4.4 Análise das propriedades mecânicas do papel *versus* propriedades de maciez e sensação de brancura

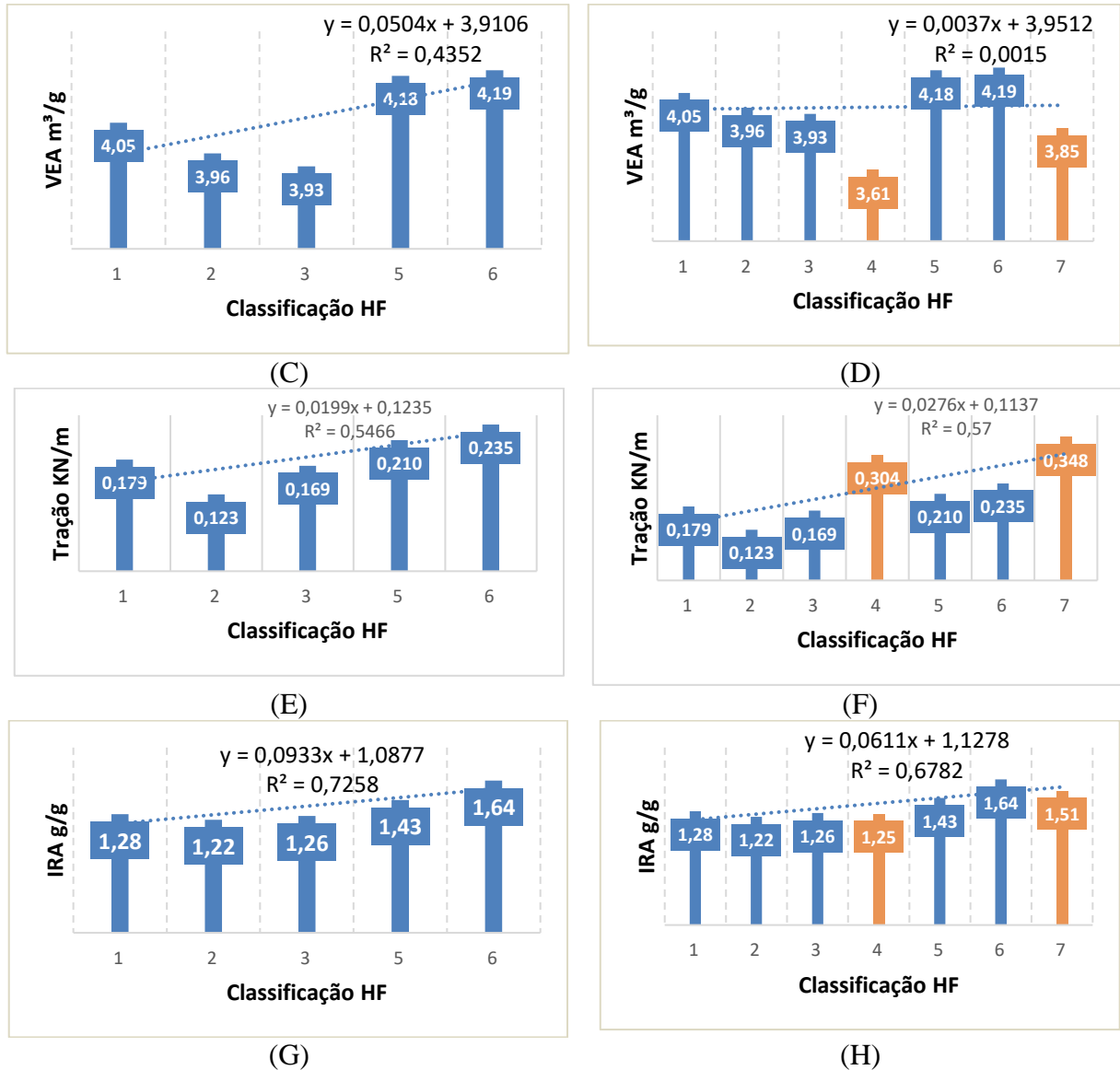
Neste estudo, para auxiliar no entendimento das variações da propriedade de maciez, e como esta se correlaciona com a qualidade do papel, foram analisados parâmetros que tem sido descrito na literatura como correlacionáveis às propriedades de maciez do papel. Ainda é importante observar que para realizar a análise dos dados obtidos nesse estudo, visando evitar influências do tipo de matéria prima utilizada na produção de papéis, se analisou os papéis nacionais separadamente das amostras internacionais. E para uma ampla discussão, também se analisou o cenário total (amostras nacionais e internacionais juntas). Na Figura 6 são apresentados os dados de maciez do papel em relação à gramatura, VEA, índice de tração e IRA.



(A)



(B)



**Figura 6:** Correlação entre a classificação de Macieze e as propriedades físico-mecânicas dos papéis *tissue* avaliados nesse estudo, onde: (A) correlação entre a classificação de macieze e a gramatura dos papéis considerando as amostras nacionais; (B) correlação entre a classificação de macieze e a gramatura dos papéis considerando todas as amostras utilizadas neste estudo; (C) correlação entre a classificação de macieze e o volume específico aparente (VEA) dos papéis considerando as amostras nacionais; (D) correlação entre a classificação de macieze e o volume específico aparente (VEA) dos papéis considerando todas as amostras utilizadas neste estudo; (E) correlação entre a classificação de macieze e a resistência de tração dos papéis considerando as amostras nacionais; (F) correlação entre a classificação de macieze e a resistência de tração dos papéis considerando todas as amostras utilizadas neste estudo; (G) correlação entre a classificação de macieze e o índice de retenção de água (IRA) dos papéis considerando as amostras nacionais; (H) correlação entre a classificação de macieze e o índice de retenção de água (IRA) dos papéis considerando todas as amostras utilizadas neste estudo. Nas posições 4 e 7 nas figuras B, D, F e H, destacados na cor laranja, temos respectivamente as amostras A7 e A6, de origem chilena, que apresentam materiais com maior comprimento médio de fibras.

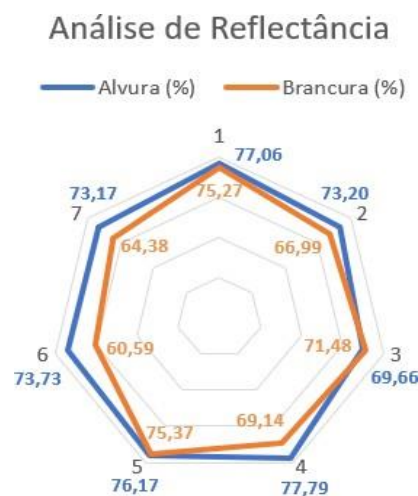
Na Figura 6A, é possível observar que para a propriedade de gramatura, os papéis com menor gramatura seguiram uma tendência a apresentar menor macieze, quando se trata das amostras nacionais compostas por fibra curta, indicando uma correlação entre o teste sensorial de macieze estrutural superficial com a gramatura do *tissue*.

O volume específico aparente (VEA) é uma propriedade inversa à densidade da folha de papel, sendo relacionado à capacidade de uma determinada folha de papel apresentar maior ou

menor volume (ou espessura) a uma gramatura específica. Essa propriedade associa-se à porosidade das folhas de papel, e interfere em inúmeras características de uso dos papéis. Na Figura 6D, nota-se que as amostras chilenas apresentam volumes menores, o que indica uma possível correlação com a composição fibrosa diferenciada desse material em relação às demais amostras, sugerindo maior colapsamento das fibras.

O IRA observados nesse estudo indicam uma considerável estabilidade entre os valores de IRA das amostras, com variação média de 0,4 pontos entre os valores encontrados. É possível observar que a fibra curta oferece maior índice de absorção em algumas amostras, indicando impacto da presença de fibras curtas comprovadas em análise, na amostra A6.

A coloração do papel também é uma propriedade de grande importância para o consumidor e para os fabricantes, foram então analisadas as reflectâncias das amostras *tissue*. A alvura é o parâmetro mais comumente controlado na indústria de papel, indicando a relação com a adição de branqueadores na fabricação, esta é baseada na reflectância dos comprimentos de onda próximos a 457nm, o que chamamos de faixa azul. Já a brancura reflete o que é visível a olho nu, portanto o mais relevante para o consumidor, como citado neste trabalho também notado pelos painelistas na classificação inicial da maciez das amostras, esta é a reflectância de toda região visível, compreendendo de 400nm à 700nm (JORDAN, B; 1996). Para as análises de brancura e alvura observou a relação próxima entre ambas, o que é esperado devido ao espectro que compreendem, a brancura concordou com o observado pelos analistas no momento de classificação de maciez, em que notaram o tom mais amarelado de algumas amostras, estando mais notório na A4, em comparação a outras, associando este parâmetro a qualidade do papel, em um olhar de consumidor.



**Figura 7** – Relação dos resultados das análises de Reflectância (Alvura e Brancura).

**Fonte:** Autor (2023)

De acordo com Foelkel (2014), algumas propriedades são de maior relevância para o consumidor final, como maciez, cor, volume, resistência e absorção, dessa forma, analisando o ranking das três primeiras posições de maciez com estas características (Tabela 11), entende-se que a amostra A1, classificada em primeiro lugar como a mais macia pelos painelistas, também apresentou maior volume específico aparente, maior resistência à tração, maior capacidade de absorção e maior brancura, podendo então ser considerada a mais adequada aos quesitos avaliados diretamente pelo consumidor final de maneira sensorial.

**Tabela 11** – Resultados dos principais parâmetros relevantes ao consumidor das três primeiras amostras classificadas com maior maciez.

<b>POSIÇÃO</b>	<b>Classificação Inicial</b>	<b>VEA (m<sup>3</sup>/g)</b>	<b>Tração (KN/m)</b>	<b>IRA (g/g)</b>	<b>Brancura (%)</b>
1°	A1	4,05	0,179	1,28	75,27
2°	A3	3,96	0,123	1,22	66,99
3°	A2	3,93	0,169	1,26	71,48

Fonte: Autor (2023)



## 5 CONCLUSÃO

- Embora nenhum método único de avaliação de suavidade tátil tenha se tornado completamente aceito e unificado na literatura, este trabalho mostrou que as comparações de amostras pareadas parecem ser um método de grande eficiência.
- Foi possível verificar que houve concordância com as classificações realizadas nas etapas de Classificação Inicial, Classificação ao longo dos Painéis e Classificação Final na última etapa. Os resultados idênticos indicam a acurácia do teste de HandFell e demonstra confiabilidade na proposta do método empregado, NSPT – Novo Teste de Painel Sensorial, oferecendo um resultado de análise que mais se aproxima do olhar do consumidor. A avaliação realizada pelo cérebro humano alcança parâmetros ainda não quantificados por índices calculados ou tecnologias existentes, quando se trata de maciez do papel *tissue* em relação as percepções humanas de suavidade.
- Nota-se que as propriedades de fabricação e constituição fibrosa do papel causam interferências consideráveis no produto acabado, e que a avaliação geral do consumidor final também sofrerá impacto destas características.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABTCP 2013. **The 46th ABTCP International Pulp and Paper Congress**. October, 8-10. 2012.
- ABTCP 50 ANOS. 2017. Disponível em <<https://www.eucalyptus.com.br/artigos>> Acesso em 20 Nov 2022
- ALMEIDA, S. L.; GRANDI, J.G.R. Artigo. **Aspectos da formação que influenciam sobre a maciez/suavidade (handfeel) em papel tissue**. In: ALBANY INTERNATIONAL - MOMENTO TÉCNICO. ANO 13 - NÚMERO 38 - SETEMBRO 2017
- ANDRADE; F. M. **Principais Características da Fibra Para Ganho de Maciez**. Artigo. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL - ABTCP. Acervo Digital. Disponível em <<https://www.abtcp.org.br/>>
- BACHA, C. J. C.; COSTA, L. A. **Análise da estrutura produtiva e do consumo de papéis tissue no Brasil**. In: REVISTA TEORIA E EVIDÊNCIA ECONÔMICA. Paraná, v. 23 n. 48. 2017
- BARATA; A. B. **Desempenho de pastas celulósicas em aplicações Pinto e Cardoso de papéis tissue**. Disponível em <<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/24467/1/Documento.pdf>> Acesso em 20 Nov 2022
- CABRAL, C. R. A.; PIRES, E. D. **Propriedades e características que influenciam o consumidor do papel tissue**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Tecnologia em Processos Químicos) - Faculdade de Pindamonhangaba, Pindamonhangaba, SP. 2011
- CAMPEBELL, M. M.; SEDEROFF, R. R. **Variation in Lignin Content and Composition**. Plant Physiology, Rockville, v. 110, p. 3-13, 1996.
- CAMPOS; E. S. **Curso de fabricação de papéis "tissue"**. Apostila (revisão: 06) 2012. Disponível em <[https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2012\\_Curso\\_Fabricacao\\_papel\\_tissue.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2012_Curso_Fabricacao_papel_tissue.pdf)> Acesso em 20 Nov 2022
- 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.
- CRUZ, H. P; **Estudo do impacto das características do papel tissue de entrada no produto terminado**. Uma dissertação de mestrado. FEUP – Faculdade de Engenharia Universidade de Porto, 2021.
- D'ALMEIDA, M. L. O. Celulose e papel. In: SENAI; IPT. **Tecnologia de fabricação de D'Almeida, M. L. O.; Yasumura, P. K. EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DE PAPEL HIGIÊNICO E PAPEL TOALHA NO BRASIL NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS**. Ano. Laboratório de Papel e Celulose, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Est. de São Paulo S.A., São Paulo, Brasil. In: The 46th ABTCP International Pulp and Paper Congress, October, 8-10.2012, São Paulo Brasil. Disponível em <[https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013\\_Evolucao+qualidade+papel+tissue.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Evolucao+qualidade+papel+tissue.pdf)> Acesso em 10 Dez 2022
- EPE - Empresa de Pesquisa Energetica. **A indústria de papel e celulose no Brasil e no mundo - Panorama Geral**. 2021. Disponível em <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/a-industria-de-papel-e-celulose-no-brasil-e-no-mundo-panorama-geral>> Acesso em 10 Dez 2022
- FAO - Food and Agriculture Organization. 2020. **Relatório Anual**. Disponível em

<<https://www.fao.org/brasil/publicacoes/pt/>> Acesso em 23 Fev 2023

FAVARO, J. S. C. **Estudos da polpação Kraft, branqueamento e refino de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Guaratinguetá, SP. 2015.

FIEP - Sistema Federação das Indústrias do Estado do Paraná . **Relatório de Sustentabilidade Sistema Fiep - 2016**. Disponível em <<https://www.sistemafiep.org.br/relatorio-de-sustentabilidade-sistema-fiep-2016-1-33676-378904.shtml>> Acesso em 23 Fev 2023

FOELKEL, C. **As Fibras Celulósicas de Eucaliptos na Produção de Papéis Tissue de Elevados Níveis de Maciez e Absorção**. In: PinusLetter / Eucalyptus Newsletter no 52 – Agosto de 2016

FOELKEL, C. **Papéis Tissue para Finalidades Sanitárias Contendo Fibras Celulósicas de Pinus**. In: PinusLetter / Eucalyptus Newsletter no 45 - Dezembro de 2015

FOELKEL, C.; RATNIEKS, E. **Uma discussão teórico-prática sobre polpas de eucalipto para a fabricação de papel “tissue”**. In: 29º CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E GONÇALVES, C. **Matérias-primas para a fabricação de papéis tissue e suas influências nas propriedades do produto final**. 33º Congresso internacional de celulose e papel, ABTCP, Outubro, 2000.

HORA, A. B. **Panoramas setoriais 2030: papel e celulose**. In: Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil. Rio de Janeiro: BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2017. Sem volume, p. [79]-91. 2017.

IBÁ - Industria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual. 2017**. Disponível em <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/pdf/iba-relatorioanual2017.pdf>>

IBÁ - Industria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual. 2021**. Disponível em

<<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>> Acesso em 10 Dez 2022

JORDAN, B. Brightness: basic principles and measurement. In: DENCE, C. W.; REEVE, D. W. (Ed.). **Pulp bleaching: principles and practice** Atlanta: TAPPI, 1996. p. 695-716.

KLOCK, U.; **Polpa e papel**. Manual. 1998. Setor de ciências agrárias departamento de engenharia e tecnologia florestal. Universidade Federal do Paraná. p.129, 3ª. Ed. Revisada, 2013.

KLOCK, U.; MAXIMINOI, H. E. **Qualidade da madeira juvenil de Pinus**. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000

LIU, L.; Hsieh, J., **Characterization of facial tissue softness**, Tappi Journal, Vol 3, no 4, April, 2004.

MATTOS, R. L. G.; VALENÇA, A. C. V. **A reestruturação do setor de papel e celulose**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 10, p. 253-268, set. 1999.

MILANEZ, A. F.; ROST, E. M. **Antena Tecnológica: Tissue Paper**. Relatório técnico. 2005

MIMMS, A. **Kraft pulping, a compilation of notes**. TAPPI PRESS. ed.2. Atlanta, p. 181, 1993.

OLIVEIRA, R. C.; FOELKEL, C.E.B.; GOMIDE, J. L. **Misturas de madeiras de Pinus strobus var. chiapensis e Eucalyptus urophylla na polpa Kraft**. In: Revista: O Papel, São Paulo, v 42, n.1, pp67-78, Jan. 1981.

- OLIVEIRA, R. C.; SANTOS, A. B. **Descrição Técnico-Comercial sobre Papéis Tissue**.1998. 211 p. (Monografia) BSC – UFV. Universidade Federal de Viçosa. 1998.
- O PAPEL DA ABTCP, São Paulo. Novembro, 1996. **Pasta celulósica**. 2. ed. São Paulo: Escola SENAI Theobaldo de Nigris, 1988. v.1, cap.3. 2004.
- REVISTA O PAPEL. Artigo Técnico - **Maciez uma característica complexa**, p. 80-88, 2010. São Paulo: ABTCP, 2010.
- REVISTA O PAPEL. Artigo Técnico – **Indicadores de Papel Tissue**, p. 36-39, 2022. São Paulo: ABTCP, 2022.
- RUIZ, J. et al. **Potencial de maciez da celulose: uma metodologia para avaliar e comparar celuloses**. In: Revista: O Papel. São Paulo, v. 71, n. 3, p. 31 - 45, Mar 2010.
- SANTOS, C.R.; VASCONCELLOS, L. R. **O movimento competitivo de verticalização da cadeia de celulose: seria o fim dos fabricantes independentes**. Revista Inteligência Competitiva. São Paulo, v. 9, n. 2, p. 114-138, abr./jun. 2019
- SASANQUETTA, C. R. et al. **Mercado de celulose no brasil e em cinco grandes países**. In: BIOFIX Scientific Journal. Universidade Federal do Paraná, v. 5 n. 2 p. 189-194. 2020 SILVA, M. N. da. **População de plantas e adubação de nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado**. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2001.
- SMOOK, G. A. **Handbook for pulp & paper technologists**. Vancouver, Angus Wilde Publications. 2003.
- VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. **Celulose de fibra longa: uma oportunidade para a indústria brasileira?** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 39, p. 281-342, Mar. 2014.
- XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. **Resposta de Cratylia argentea à aplicação em um solo ácido**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 27, n. 01, p. 14-18, 1997.