

## Produção de papel germinativo: possibilidade de industrialização

### Germinating Paper Production: Possibility of Industrialization

Andréia Cristiane Muller Silva<sup>1</sup>  
Angel Moreno<sup>2</sup>

**Resumo:** Considerando a existência de diversas indústrias papeleiras nas regiões do Alto Tietê e do Vale do Paraíba, o objetivo neste trabalho foi o de reproduzir em laboratório as condições operacionais do processo de fabricação do papel, com o intuito de verificar quais sementes suportariam esse processo, assim como a ideia de se produzir um papel germinativo (*seed paper*) industrialmente. Durante os estudos, foram analisados a granulometria e a densidade das sementes, o tempo de germinação, a resistência a pH ácidos e alcalinos e a resistência à temperatura. Após a realização de todos os testes, sugere-se que as melhores sementes para aplicação em processo de produção industrial de papel germinativo são as sementes de Eucalipto *Dunni* e Eucalipto *Camaldulensis*.

**Palavras chaves:** Produção de Papel; Papel Germinativo; Tecnologia; Propaganda.

**Abstract:** Considering the existence of several paper industries in the Alto Tietê and Vale do Paraíba regions, the objective in this work was to reproduce in laboratory the operational conditions of the papermaking process, in order to verify which seeds would support this process, such as the idea of producing a seed paper industrially. During the studies, particle size and seed density, germination time, acid and alkaline pH resistance and temperature resistance were analyzed. After all the tests, it is suggested that the best seeds for application in industrial germination paper production process are the seeds of Eucalyptus *Dunni* and Eucalyptus *Camaldulensis*.

**Key words:** Paper Production; Germinating Paper; Technology; Advertising.

### Introdução

O papel é o principal veículo de comunicação escrita e impressa em nossa sociedade, estando presente em produtos como jornais, livros, revistas e embalagens. Por muitos anos, acreditou-se que a indústria papeleira era uma das responsáveis pelo desmatamento de florestas nativas. Porém, nos dias atuais, há o conhecimento de que a principal fonte de matéria-prima utilizada pelas indústrias na fabricação de papel no Brasil é o eucalipto, cujo plantio não provém de florestas nativas, mas sim de florestas de reflorestamento (BERTOLA, 2014).

---

<sup>1</sup> Formada em Administração e Bacharelado em Química; Supervisora de produção da empresa AGFA. Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200, Mogi das Cruzes (SP), CEP 08780-911. E-mail: andreiamuller@uol.com.br

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Química; mestre na área de Projetos. Atua no processo e na produção de papel no Grupo Suzano. Leciona nos cursos de engenharia e bacharelado em química da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200, Mogi das Cruzes (SP), CEP 08780-911. E-mail: angelcmoreno@hotmail.com

O papel é uma estrutura higroscópica formada por “uma película de fibras de celulose (polissacarídeo de fórmula  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ), obtidas por meio do cozimento e/ou maceração de madeira, podendo ser refinadas, emaranhadas e agregadas basicamente por ligações de hidrogênio” (GATTI, p.63, 2007).

No processo de fabricação do papel em fábricas integradas (que produzem industrialmente celulose e papel no mesmo local), a polpa de celulose é transferida para o setor da máquina de papel com uma consistência em torno de 5,0%, passando a seguir por processos físicos e químicos, até tornar-se apropriada para a produção do papel de imprimir e escrever. Uma primeira etapa desse processo é a retirada de qualquer tipo de contaminante da polpa, que influencia na qualidade do papel. Esse processo é realizado através de *cleaners*, que separam as partículas através da densidade (as partículas mais pesadas irão se concentrar nas bordas do equipamento e as partículas mais leves irão se concentrar no centro do aparelho), e depuradores, que atuam como uma barreira de dimensão para a segregação de contaminantes (D’ALMEIDA, 1988). A etapa subsequente é a refinação, que influencia diretamente a formação do papel e sua resistência (ALMEIDA e PINHEIRO, 2009). A refinação é realizada em equipamentos compostos de discos: um fixo e outro giratório. A suspensão aquosa de fibras é forçada a passar entre os discos e, com o trabalho de cisalhamento, ocorre o esmagamento, a fibrilação e a hidratação da fibra, contribuindo para o desenvolvimento das propriedades físicas desejadas. Para facilitar o processo de fibrilação, a polpa deverá ter pH alcalino, próximo de 8,5 (D’ALMEIDA, 1988). Após a fibra ser refinada, para que sejam desenvolvidas as propriedades físicas desejadas, tem-se o acréscimo de aditivos, que variam de acordo com o tipo de papel a ser produzido. Uma vez preparada a massa, esta segue para a máquina de papel, que é composta de três partes distintas: mesa plana, seção de prensas e secagem. Na mesa plana ocorre a formação da folha de papel e o desaguamento da maior parte da água contida na suspensão. Na seção de prensas, é retirada ainda mais água da folha, por meio do processo de prensagem. Já na secagem, composta por uma bateria de cilindros secadores aquecidos com vapor, é retirada a quantidade excedente de água, até que a folha do papel apresente o grau de secagem desejado. Durante o processo de secagem do papel, é aplicada uma fina película de amido (pH 5,0), com o objetivo

de melhorar a superfície do papel. A folha é então enrolada à frente da máquina, formando uma bobina (rolo jumbo). Esta então segue para um a rebobinadeira, onde a folha é desenrolada, cortada e rebobinada (D'ALMEIDA, 1988).

A produção de papel germinativo (*seed paper*) iniciou-se artesanalmente no Brasil em 2008. O papel germinativo consiste em um papel que contém sementes germináveis em sua composição, o que possibilita o crescimento de plantas dias após ser plantado. Assim, em vez de descartar a folha de papel após a utilização, basta picá-la e plantá-la, gerando assim uma nova árvore, se modo a simbolizar a preocupação da empresa com o meio ambiente.

No Brasil atualmente toda a produção do *seed paper* é realizada de forma artesanal, isto é, sem passar pelos processos industriais previamente descritos.

A região do Alto Tietê e do Vale do Paraíba concentram importantes empresas do setor papelero, como Ahlstrom-Munksjö e Fibria Celulose S/A (Jacareí); Suzano Papel e Celulose (Suzano) e Multiverde Papéis Especiais e Kimberly-Clark (Mogi das Cruzes). Nesse cenário está inserida a Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), reconhecida por ser polo de conhecimento técnico e científico. Nesse contexto, foi desenvolvido este estudo científico, com o principal objetivo de simular em laboratório universitário as condições operacionais do processo industrial de produção do papel germinativo, avaliando-se a possibilidade da implementação desse processo em uma indústria papelera.

## **Metodologia**

Para simular em laboratório as condições operacionais do processo industrial de produção de papel germinativo, foram seguidas as etapas descritas a abaixo.

### *Etapa 1: Pesquisa e definição das melhores sementes.*

Definimos como as melhores sementes para a fabricação industrial do papel germinativo aquelas que: 1) possuem a menor dimensão, evitando interferência na aparência visual e funcional do papel; 2) não necessitem da quebra de dormência, facilitando o seu plantio e germinação; 3) em testes de plantio “in natura” apresentem o menor tempo de germinação, e 4) que, após passarem pelos testes laboratoriais de temperatura e pH, ainda germinem.

*Etapa 2: A escolha dos papéis.*

A escolha dos papéis depende do tamanho das sementes. As de árvores, por serem um pouco maior do que as de flores ou condimentos, são mais apropriadas para a inserção em folhas de papel de maior espessura. Há diversos tipos de papéis existentes no mercado, com diferentes gramaturas e espessuras. Os de maior espessura possibilitam a inserção das sementes maiores (ROBERT, 2007).

*Etapa 3: Conhecimento do processo industrial de fabricação do papel.*

Nesta etapa, os pesquisadores visitaram uma unidade industrial de fabricação de papel, para avaliação de cada etapa do processo, com o intuito de definir em qual dessas etapas pudesse se realizada a inserção das sementes, sem que houvesse danificação ou perda de suas características.

*Etapa 4: Conhecimento do processo artesanal de fabricação do papel.*

Oliveira (2009) relata as etapas da fabricação artesanal do papel. Primeiro, é feito o picote das aparas de papel, rasgando-os com a mão, para que as moléculas de celulose  $(C_6H_{10}O_5)_n$  mantenham-se no formato original. Em seguida, o papel é deixado submerso em água em um recipiente por aproximadamente 24 horas para a hidratação da polpa. Na sequência, o papel é retirado do molho e triturado em liquidificador por três a cinco minutos, formando a polpa, que é então transferida para um recipiente. Após isso, é colocado nesse recipiente um esquadro de madeira com tela. A água é escorrida e a polpa descansa, dando forma ao papel. Em seguida, a polpa é colocada ao sol para secar (OLIVEIRA, 2009).

*Etapa 5: Realização de teste em branco para verificar o tempo de germinação das sementes em condições naturais.*

As sementes foram plantadas “in natura”, sem nenhum tipo de teste ou tratamento, transferindo-se a terra vegetal para um vaso. Na terra, fez-se uma cova com 5mm de diâmetro e profundidade de 1cm. Foram colocadas de 2 a 4 sementes nessa profundidade e cobertas com terra. O vaso foi identificado com o tipo de semente plantada. Em seguida, foram coletadas informações sobre o tempo de germinação de cada semente.

*Etapa 6: Realização de teste para verificar o tempo de germinação das sementes, simulando-se condições industriais - temperatura de 120 °C.*

As sementes foram colocadas em estufa (tratamento térmico) por período de 5 minutos, em temperatura de 120°C, simulando a maior temperatura existente no processo de fabricação industrial de papel. Posteriormente, foi feito o plantio das sementes, conforme método descrito na etapa cinco. Na sequência, foi observado se houve germinação das sementes ao mesmo tempo em que foram coletadas informações sobre o tempo de germinação.

*Etapa 7: Realização de testes para verificar o tempo de germinação das sementes, simulando-se condições industriais - soluções de pH 5,0 e pH 8,5 e temperatura de 40°C.*

As sementes foram inseridas em solução distintas com temperatura de 40°C e pH 5,0 e pH 8,5, por períodos de 30, 60 e 90 minutos, simulando-se a temperatura, o pH e o tempo presentes no processo de fabricação industrial do papel (Figura 1).

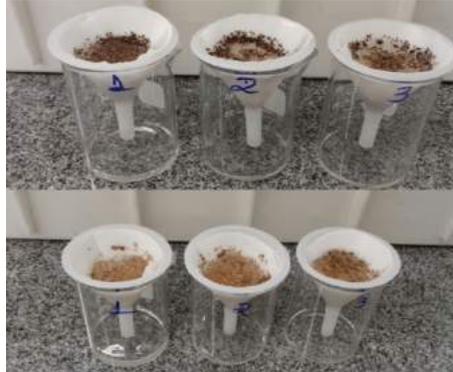
**Figura 1:** Eucalipto *Dunni* imerso em solução pH 5,0 a 40°C por 30 minutos.



Fonte: acervo pessoal, 2017

Para a realização desses testes, foram pesados dois gramas (2g) de cada tipo de semente e imergidos em béquer por 30, 60 e 90 minutos em solução de 30ml de ácido clorídrico com pH 5,0, aquecida a uma temperatura de 40°C em banho-maria. Todos os testes foram feitos em triplicata. O mesmo procedimento foi realizado com a imersão das sementes em uma solução de Hidróxido de Sódio pH 8,5. Na sequência, foi observado se houve germinação das sementes e foram coletadas informações de tempo de germinação.

**Figura 2:** Filtração das sementes imersas em solução (pH 5,0 e 8,5).



Fonte: acervo pessoal, 2017

*Etapa 8: Realização de testes para verificar o tempo de germinação das sementes, simulando-se condições industriais - soluções de pH 5,0 e pH 8,5 e temperatura de 120°C.*

As sementes seguiram a mesma sequência de teste do item anterior, mas, antes do teste de germinação, essas passaram também pelo teste da etapa 6 (testes de temperatura 120 °C). Após o término do teste, foi observado se ocorreu a germinação das sementes e foram coletadas informações sobre o tempo de germinação. Todos esses testes foram feitos em triplicata.

*Etapa 9: Realização de testes de densidade da celulose e das sementes.*

Para a avaliação da densidade da celulose e das sementes, foi utilizado o método da diferença de volume, utilizando-se a água como fluido.

*Etapa 10: Realização de teste de granulometria.*

Pesou-se 50g de semente, utilizando-se uma balança analítica; após isso, montou-se a peneira no aparelho Granutest, usando-se uma malha 12, de 1,41mm (a mesma utilizada no depurador vertical no processo de fabricação do papel), e colocou-se a amostra na primeira peneira de cima para baixo (Figura 3), adaptando-se a tampa e apertando-a para fixação das peneiras. Selecionou-se o reostato/timer para o tempo de 10 minutos e frequência de vibração em 10 ciclos (máxima) e aguardou-se o término da análise. Após tempo marcado, as peneiras foram retiradas do aparelho e pesadas individualmente, inclusive o fundo, e foram anotados os resultados.

**Figura 3:** Ensaio de granulometria - início do teste.



Fonte: acervo pessoal, 2017.

*Etapa 11: Teste de fabricação manual do papel germinativo.*

Primeiramente, utilizou-se do mesmo processo de fabricação artesanal. Em seguida, com o auxílio de pincel, aplicou-se sobre a polpa de celulose, já previamente seca, uma solução de amido com as sementes que passaram pelos diversos testes de pH e temperatura (Figura 4). Para cada folha de papel fabricada, utilizou-se cerca de 30 sementes de cada teste de semente, imergidas em soluções pH 5,0 e pH 8,5 e temperatura de 120°C. A solução de amido utilizada nesse processo foi fabricada com a diluição de 80g de amido de milho em 1,5 litros de água, aquecida a 100°C, até formar um líquido pastoso (como “mingau”). Após isso, a folha de papel quase seca foi retirada do esquadro de madeira e levada para secagem em estufa por dois minutos a 120°C (processo necessário para a inibição da germinação das sementes existentes no papel germinativo antes de seu plantio).

**Figura 4:** Papel fabricado e aplicado a solução de amido.



Fonte: acervo pessoal, 2017.

*Etapa 12: Realização de teste para verificar o tempo de germinação das sementes, simulando-se condições industriais - plantio do papel germinativo.*

Aplicou-se o mesmo método do plantio das sementes “in natura”, utilizando-se o papel produzido na etapa anterior, usando-se pedaços de papéis germinativos picados em formato de aproximadamente 2cm x 2cm (Figura 5). Na sequência, foi observado se houve germinação das sementes e coletadas informações sobre o tempo de germinação.

**Figura 5:** Plantio do papel germinativo.



Fonte: acervo pessoal, 2017.

*Etapa 13: Cálculo estimado comparativo do custo do papel semente versus custo papel germinativo produzido industrialmente*

Ao final do estudo foi realizado um cálculo estimado comparativo entre o custo do papel semente *versus* o custo do papel germinativo produzido industrialmente. Para isso, entrou-se em contato eletronicamente com empresas que produzem o papel tipo *offset* e com empresas que vendem o papel semente artesanalmente. Referentemente às sementes utilizadas, confirmou-se o preço atual de um quilo das sementes. Com tais valores conhecidos, foi possível realizar os cálculos do custo de ambos os papéis em questão.

## **Resultados**

### *A escolha das sementes*

Considerando todas as avaliações e testes realizados, conforme metodologia já descrita neste trabalho. A escolha se deu pelas sementes de Eucalipto *Dunni* e *Camaldulensis*, devido a seu menor tamanho, por não necessitarem de quebra de dormência e apresentarem o menor tempo de germinação no processo de plantio “in natura”.

### *A escolha dos papéis*

Considerando-se o tamanho e a dimensão das sementes escolhidas de eucalipto *Dunni* e *Camaldulensis* sugerimos que a menor gramatura possível de papel a ser utilizada para a inserção das sementes é a de 75 g/m<sup>2</sup> (papel “sulfite”).

### *Processo industrial fabricação do papel - local da inserção das sementes*

Com o conhecimento do processo industrial da fabricação do papel, sugerimos dois possíveis locais para a inserção da semente: no início do processo, na caixa de nível, ou no final do processo, na fase de aplicação da solução de amido.

### *Plantio das sementes “in natura”*

Obtivemos os seguintes resultados no plantio das sementes “in natura”, sem nenhum tipo de teste e/ou tratamento: menor período para germinação de quatro dias para a semente de Eucalipto *Camaldulensis* e cinco dias para a semente de Eucalipto *Dunni* (Figura 6).

**Figura 6:** Eucalipto *Dunni* e *Camaldulensis* 10º dia após o plantio, sementes sem tratamento.



Fonte: acervo pessoal, 2017.

### *Plantio das sementes após tratamento térmico 120 °C*

Os resultados do plantio das sementes após tratamento térmico 120°C durante cinco minutos foram: germinação após cinco dias para ambas as sementes de Eucalipto *Camaldulensis* e *Dunni* (Figura 7).

**Figura 7:** Eucalipto *Dunni* e *Camaldulensis*, no 5º dia após o plantio, sementes com tratamento térmico.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

*Testes de plantio das sementes imergidas em soluções pH 5,0 e 8,5*

Os resultados do plantio das sementes após tratamento com a imersão destas em solução foram: pH 5,0 e pH 8,5. Na Tabela 1 está a média do tempo de germinação para cada teste.

**Tabela 1:** Tempo de germinação após ensaios de pH 5,0 e pH 8,5 e com variação do tempo de imersão das sementes na solução.

| Semente       | Número de Amostras | pH  | Tempo Imersão (min) | Média (Dias) Germinação | (Dias) Desvio Padrão |
|---------------|--------------------|-----|---------------------|-------------------------|----------------------|
| Dunni         | 3                  | 5   | 30                  | 5,7                     | 2,1                  |
| Dunni         | 3                  | 5   | 60                  | 6,7                     | 1,2                  |
| Dunni         | 3                  | 5   | 90                  | 6,3                     | 0,6                  |
| Dunni         | 3                  | 8,5 | 30                  | 4,3                     | 3,2                  |
| Dunni         | 3                  | 8,5 | 60                  | 7,0                     | 1,7                  |
| Dunni         | 3                  | 8,5 | 90                  | 4,0                     | 3,0                  |
| Camaldulensis | 3                  | 5   | 30                  | 3,3                     | 0,6                  |
| Camaldulensis | 3                  | 5   | 60                  | 2,7                     | 1,2                  |
| Camaldulensis | 3                  | 5   | 90                  | 5,7                     | 1,2                  |
| Camaldulensis | 3                  | 8,5 | 30                  | 7,0                     | 0,0                  |
| Camaldulensis | 3                  | 8,5 | 60                  | 6,3                     | 1,5                  |
| Camaldulensis | 3                  | 8,5 | 90                  | 5,3                     | 1,5                  |

Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

*Testes de plantio das sementes imergidas em soluções de pH 5,0 e pH 8,5 e tratamento térmico a 120°C*

Os resultados do plantio das sementes após tratamento com a imersão das sementes em solução com pH 5,0 e pH 8,5 e mais o tratamento térmico de 120°C por cinco minutos são apresentados na Tabela 2, onde registra-se a média do tempo de germinação para cada teste.

**Tabela 2:** Tempo de germinação após ensaios de pH 5,0 e pH 8,5 e tratamento Térmico 120°C.

| Semente       | Número de Amostras | Temp. °C | pH  | Tempo Imersão (min) | Média (Dias) Germinação | (Dias) Desvio Padrão |
|---------------|--------------------|----------|-----|---------------------|-------------------------|----------------------|
| Dunni         | 3                  | 120      | 5   | 30                  | 8,0                     | 1,0                  |
| Dunni         | 3                  | 120      | 5   | 60                  | 6,0                     | 2,6                  |
| Dunni         | 3                  | 120      | 5   | 90                  | 7,5                     | 0,7                  |
| Dunni         | 3                  | 120      | 8,5 | 30                  | 6,0                     | 2,0                  |
| Dunni         | 3                  | 120      | 8,5 | 60                  | 8,3                     | 0,6                  |
| Dunni         | 3                  | 120      | 8,5 | 90                  | 5,3                     | 2,1                  |
| Camaldulensis | 3                  | 120      | 5   | 30                  | 8,3                     | 0,6                  |
| Camaldulensis | 3                  | 120      | 5   | 60                  | 5,3                     | 0,6                  |
| Camaldulensis | 3                  | 120      | 5   | 90                  | 6,3                     | 2,3                  |
| Camaldulensis | 3                  | 120      | 8,5 | 30                  | 6,7                     | 0,6                  |
| Camaldulensis | 3                  | 120      | 8,5 | 60                  | 6,7                     | 1,2                  |
| Camaldulensis | 3                  | 120      | 8,5 | 90                  | 7,0                     | 1,7                  |

Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

#### *Teste de densidade da celulose e das sementes*

O resultado da densidade da celulose por meio do método de diferença de volume foi 1,677 g/cm<sup>3</sup>. Posteriormente, fez-se o mesmo teste em ambas as sementes de Eucalipto *Dunni* e *Camaldulensis*, e, ao adicionar-se as sementes na água, elas flutuaram, mostrando possuírem densidade menor que a da água (1,0 g/cm<sup>3</sup>). Com isso, concluiu-se que as sementes não serão expelidas ao passarem pelos *cleaners*.

#### *Teste de granulometria*

O resultado do teste de granulometria mostrou que há 100% de passagem para ambas as sementes de eucalipto *Dunni* e *Camaldulensis*, possibilitando estas de serem inseridas na caixa de nível do processo de fabricação do papel, pois as sementes não ficariam retidas como impurezas no depurador.

#### *Teste de fabricação manual do papel germinativo*

Produziu-se o papel germinativo manualmente, conforme método descrito no item quatro deste trabalho (Figura 8).

**Figura 8:** Papel germinativo de fabricação artesanal.



Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

*Plantio do papel germinativo*

Os resultados do plantio do papel germinativo são apresentados na Tabela 3 (abaixo) na qual registra-se a média do tempo de germinação para cada teste.

**Tabela 3:** Tempo de germinação após plantio do papel germinativo.

| Semente       | Número de Amostras | Temp. °C | pH  | Tempo Imersão (min) | Média (Dias) para Germinação | (Dias) Desvio Padrão |
|---------------|--------------------|----------|-----|---------------------|------------------------------|----------------------|
| Dunni         | 2                  | 120      | 5   | 30                  | 6,0                          | 0,0                  |
| Dunni         | 2                  | 120      | 5   | 60                  | 3,0                          | 0,0                  |
| Dunni         | 2                  | 120      | 5   | 90                  | 4,0                          | 0,0                  |
| Dunni         | 2                  | 120      | 8,5 | 30                  | 10,0                         | 0,0                  |
| Dunni         | 2                  | 120      | 8,5 | 60                  | 7,0                          | 2,8                  |
| Dunni         | 2                  | 120      | 8,5 | 90                  | 4,5                          | 2,1                  |
| Camaldulensis | 2                  | 120      | 5   | 30                  | 5,0                          | 0,0                  |
| Camaldulensis | 2                  | 120      | 5   | 60                  | 8,0                          | 0,0                  |
| Camaldulensis | 2                  | 120      | 5   | 90                  | 8,0                          | 1,4                  |
| Camaldulensis | 2                  | 120      | 8,5 | 30                  | 3,0                          | 0,0                  |
| Camaldulensis | 2                  | 120      | 8,5 | 60                  | 6,0                          | 0,0                  |
| Camaldulensis | 2                  | 120      | 8,5 | 90                  | 3,0                          | 0,0                  |

Fonte: Acervo Pessoal, 2017.

Com relação às sementes do papel germinativo produzido com sementes de Eucalipto *Dunni* e *Camaldulensis*, após passarem pelos testes de imersão em soluções de pH 5,0 e pH 8,5 por períodos de 30, 60 e 90 minutos e tratamento térmico de 120<sup>0</sup>C por cinco minutos, verificou-se que tempo de germinação aumentou em torno de 20%, valor bastante plausível. Esse resultado significa mais ou menos um dia de aumento no período de germinação.

*Cálculo estimado comparativo do custo do papel semente versus custo papel germinativo produzido industrialmente*

A empresa Papel Semente disponibilizou as informações, enviando orçamento sobre o custo do papel comercializado. Fez-se também a pesquisa sobre o valor de venda da folha de papel tipo A4 75 g/m<sup>2</sup> (preço conhecido por meio da loja virtual Suzano Report). Confirmou-se também o preço de um quilo das sementes *Dunni* e um quilo das sementes *Camaldulensis*. Com tais valores conhecidos, realizou-se os seguintes cálculos do custo do papel germinativo versus o custo do Papel Semente atualmente oferecido no mercado:

|  |              |  |
|--|--------------|--|
| Preço Unitário Papel Germinativo (130 à 220 g/m2)                      | R\$ 2,80     | (preço para quantidade de 161 à 500 folhas)                    |
| Preço Papel A4 75 g/m2 (maior valor encontrado no site)                | R\$ 197,69   | (caixa com 10 pacotes de 500 folhas - total 5000 folhas A4)    |
| Preço Quilo Semente Dunni  | R\$ 1.320,00 |  |
| Preço Quilo Semente Camaldulensis                                      | R\$ 380,00   |  |
| Preço Unitário Papel A4 75 g/m2  | R\$ 0,040    | Diferença Papel germinativo Dunni versus Papel Semente         |
| Preço 0,005 g Semente Dunni (equivalente à aprox. 30 sementes)         | R\$ 0,007    | 98,34%   |
| Preço Total Papel Germinativo com Semente Dunni                        | R\$ 0,047    | 60,09%   |
| Preço Unitário Papel A4 75 g/m2  | R\$ 0,040    | Diferença Papel germinativo Camaldulensis versus Papel Semente |
| Preço 0,008 g Semente Camaldulensis (equivalente à aprox. 30 sementes) | R\$ 0,003    | 98,46%   |
| Preço Total Papel Germinativo Semente Camaldulensis                    | R\$ 0,043    | 65,06%   |

Analisando-se os custos, verifica-se grande potencial de ganho para as empresas, conforme os resultados acima, possibilitando-se também maior disseminação do papel germinativo.

### Conclusão

Após a realização deste trabalho, concluiu-se que é possível simular em laboratório universitário as condições operacionais do processo industrial de produção do papel germinativo, sugerindo que esse processo possa ser reproduzido na indústria papeleira.

As sementes de Eucalipto *Dunni* e Eucalipto *Camaldulensis* apresentaram os melhores resultados nos testes laboratoriais, em simulação das condições industriais de fabricação do papel. Portanto, há de se desejar a replicação deste estudo em teste piloto em fábrica de papel.

## Referências

ALMEIDA, A. M.; PINHEIRO, A. R. O. **Ligações químicas na fabricação de papel.** FATEB - Faculdade de Telêmaco Borba- Departamento de Engenharia Química - Fabricação de Celulose e Papel. Telêmaco Borba, PR, 2009.

BERTOLA, Alexandre. Eucalipto, verdades e mitos. **Painel Florestal.** Disponível em: [http://www.painelflorestal.com.br/base/www/painelflorestal.com.br/media/attachment/s/43/43/541b3e9e487dc6724141e01f535f443560e2a9ddb5ef2\\_eucalipto-verdades-e-mitos.pdf](http://www.painelflorestal.com.br/base/www/painelflorestal.com.br/media/attachment/s/43/43/541b3e9e487dc6724141e01f535f443560e2a9ddb5ef2_eucalipto-verdades-e-mitos.pdf). Acesso em: 24 mai. 2017

D'ALMEIDA, M. L. O. Fontes de poluição em fábricas de pasta celulósica. *In*: **Celulose e papel: tecnologia de fabricação da pasta celulósica.** 2.ed, vol.2, São Paulo: SENAI e IPT, 1988.

OLIVEIRA, Douglas Benicio *et al.* **Produção de papel artesanal em cooperativas de reciclagem com aparas de papel e fibras vegetais.** Universidade Estadual de Maringá, 2009.

OLIVEIRA, Felipe Ventura. **Processamento de Carbonato de Cálcio para Aplicação nas Indústrias de Papel e de Plástico.** Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

ROBERT, Noely T. Forlin. **Produção de embalagem de papel.** Dossiê técnico. Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro (REDETEC), 2007.

ROSSI FILHO, Sérgio. Colagem alcalina. **Rossigraf.** Disponível em: <http://www.rossigraf.com.br/09.pdf>

SEMENTE, PAPEL. **Papel Semente.** Disponível em: <http://papelsemente.com.br>. Acesso em 20 nov. 2017.

REPORT, Suzano. **Suzano Report 2017.** Disponível em: <https://lojavirtual.suzanoreport.com.br/>