

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú

---

**COORDENAÇÃO DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA**

**Yasmin Maisa Wachholz**

**Otimização da produção de papel reciclado e desenvolvimento de papel reciclado com sementes.**

Relatório Final de Pesquisa apresentado ao Instituto Federal Catarinense (IFC), em cumprimento à exigência do Edital nº 043/GDG/IFC-CAM/2017.

**ORIENTADORA:** Renata Oguuscu  
**COORIENTADORES:** Daniel Shikanai Kerr e Joeci Ricardo Godoi

**CAMBORIÚ / SC**  
**MARÇO/2019**

## RELATÓRIO FINAL

### Otimização da produção de papel reciclado e desenvolvimento de papel reciclado com sementes.

PARTE 1 - Informações relativas ao Projeto de Pesquisa	
Área de conhecimento:	Ciências Biológicas
Orientadora:	Renata Ogusucu
Coorientadores:	Daniel Shikanai Kerr e Joeci Ricardo Godoi
Estudante:	Yasmin Maisa Wachholz
Curso do(s) Estudante(s):	Técnico em Controle Ambiental
Bolsa de Pesquisa:	(X) Não Possui ( ) IFC - Campus Camboriú ( ) PIBIT ( ) PIBIC ( ) PIBIC-EM ( ) Outra: _____
Financiamento:	(X) Não Possui ( ) IFC - Campus Camboriú ( ) Reitoria ( ) CNPq ( ) FAPESC ( ) Outra: _____
Data de Início:	Março/2018
Data de Conclusão:	Março/2019
Edital:	043/GDG/IFC-CAM/2017
Resumo: (no máximo 400 palavras)	A produção de papel branco gera enormes impactos ambientais que envolvem o alto gasto energético, a poluição de água e a diminuição da biodiversidade decorrente do plantio de espécies como o eucalipto e o pinus. Para diminuir esses impactos é prioritário diminuir o gasto de papel, que ainda é relativamente alto, mesmo com a disseminação de mídias digitais. A reciclagem de papel diminui o corte de árvores e os gastos com água e energia, mas a cada ciclo as fibras de celulose se quebram, produzindo papel de pior qualidade. Recentemente, o chamado “papel semente” é uma alternativa interessante para a reciclagem de papel. Trata-se de um papel que contém sementes em sua composição e que é adequado para usos breves, como cartazes e crachás de eventos. Após o uso, esse papel pode ser colocado no solo para que as sementes germinem, dando um destino simpático para esses materiais. No Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú, estima-se que o descarte de papel sulfite seja em torno de 80 kg por mês e dependendo do teor do material que foi impresso não

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú

é possível ou adequado aproveitar estas folhas em blocos para rascunho. Nesse sentido, este projeto propôs a otimização da reciclagem de papel e a geração de um produto como o papel semente como alternativa para diminuição do volume de resíduos sólidos no campus.

Palavras-chave: reciclagem de papel; papel semente; resíduos sólidos.

## PARTE 2 – Situação do Projeto de Pesquisa

### 2.1 Situação do Projeto de Pesquisa

( <input type="checkbox"/> ) Como Previsto	( <input type="checkbox"/> ) Adiantado	( <input type="checkbox"/> ) Atrasado
(X) Concluído	( <input type="checkbox"/> ) Não iniciado	( <input type="checkbox"/> ) Não foi realizado

### 2.2 Cronograma previsto e executado

Metas projetadas, de acordo com a pesquisa	Metas Executadas
Testes dos protocolos para produção de papel reciclado	Realizado
Levantamento dos problemas dos protocolos utilizados	Realizado
Otimização dos protocolos e montagem de estufa para secagem de papel	Realizado
Verificação da qualidade do papel reciclado com o uso de diferentes tipos de sementes	Realizado
Testes de germinação dos “papéis semente”	Realizado
Testes dos usos para os “papéis semente”	Realizado

### **PARTE 3 – Desenvolvimento do Projeto de Pesquisa**

#### **3.1 Introdução**

O papel é um produto que causa impacto ambiental em toda a sua trajetória desde a produção até o descarte. A produção de 1 tonelada de papel para impressão gasta de 2 a 3 toneladas de madeira (ANCHAM BRASIL, 2017; FERRAZ, 2009). No Brasil, a indústria do papel utiliza apenas árvores de florestas plantadas, sendo que cerca de 85% destas florestas são compostas por eucalipto e 15% por pinus, mas mesmo assim os impactos são grandes pois as duas culturas não são nativas e seu plantio intensivo altera as teias alimentares, diminui a biodiversidade e afeta o equilíbrio hídrico local (FERRAZ, 2009; IDEC, 2004).

A pegada hídrica estimada para a produção de papel branco no Brasil é em torno de 500 mil litros de água por tonelada de papel (van OEL; HOEKSTRA, 2010). Essa estimativa considera o consumo direto de água desde o crescimento das árvores até a obtenção do papel e também a quantidade de água que é poluída em todo o processo (van OEL; HOEKSTRA, 2010).

Uma etapa crítica da produção de papel é o branqueamento da celulose que requer o uso de reagentes (como o cloro elementar ou o dióxido de cloro) que produzem dioxinas, um grupo de compostos altamente tóxicos e cancerígenos para diversas espécies (inclusive humanos) (FERRAZ, 2009; IDEC, 2004).

A produção de papel no Brasil vem crescendo anualmente desde a década de 1950 (AMCHAM BRASIL , 2017). Esse crescimento se deve em parte pela transferência da produção europeia para outros países, onde a legislação ambiental é mais frágil (FERRAZ, 2009), uma vez que como exposto acima, a cadeia produtiva do papel gera diversos impactos ambientais.

No final da década de 1970, esperava-se que o consumo de papel branco diminuisse no mundo todo devido às novas tecnologias, como os computadores e o “mundo digital”. Como podemos observar, essas previsões não se concretizaram e, atualmente, além da preocupação com os impactos da produção de papel, preocupamo-nos também com o volume de papel descartado após o uso e que se torna mais um tipo de resíduo sólido a ser gerenciado nas cidades (DIAS, 2012).

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú

Mais recentemente o uso de papel reciclado vem sendo estimulado, visando-se a diminuição da derrubada de árvores e da poluição de água. No Brasil, cerca de 38% do papel consumido é reciclado – o que representa uma diminuição do volume de água poluída, do número de árvores cortadas, de energia gasta e do volume de resíduos sólidos produzidos (FERRAZ, 2009).

No Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú observa-se uma preocupação em imprimir materiais no padrão “frente e verso” para diminuir o número de folhas consumidas. Porém, muitos desses materiais são descartados e não podem ser aproveitados como rascunho, tornando importante a padronização de métodos para reciclagem de papel no campus.

Mais recentemente, vem sendo observado no mercado os chamados “papéis semente” que contém sementes viáveis em sua composição. Esses papéis são interessantes para a produção de materiais de vida curta, como crachás de eventos, cartazes e papel rascunho, por exemplo, pois após seu uso podem ser “plantados” - o papel se decompõe no solo e as sementes podem germinar. Os “papéis semente” tornam-se ainda mais interessantes se considerarmos que os papéis podem ser reciclados por apenas duas vezes, uma vez que o processo rompe as fibras de celulose e produz papéis frágeis. Para contornar esse problema, acaba sendo necessário usar fibras virgens de celulose (ECO D, 2009).

Nesse contexto, este projeto teve como objetivo estabelecer protocolos para otimizar a reciclagem e produção de papel semente a partir dos papéis descartados no IFC- campus Camboriú, estando em consonância com a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) do Ministério do Meio Ambiente que visa estimular a adoção de práticas de sustentabilidade nos órgãos públicos.

### **3.2 Objetivos do Projeto**

#### **3.2.1 Objetivo Geral**

Diminuir a geração de resíduos sólidos no IFC – Campus Camboriú estabelecendo novas opções para o reaproveitamento dos papéis descartados no campus.

#### **3.2.2 Objetivos Específicos**

- a) Otimizar o processo de reciclagem de papel no IFC – Campus Camboriú
- b) Desenvolver protocolos para produção de “papel semente”
- c) Testar os diferentes tipos de semente que podem ser utilizadas na produção de “papel semente”
- d) Padronizar as condições para germinação das sementes contidas no “papel semente”
- e) Testar os usos possíveis para o papel produzido (uso em impressoras e artesanato)

### **3.3 Metodologia utilizada na pesquisa**

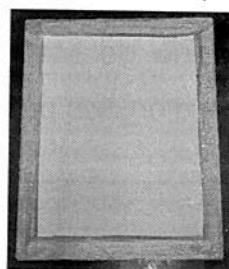
#### Testes de protocolos para produção de papel reciclado

Foram feitos testes com 4 protocolos para a produção do papel reciclado.

#### Protocolo 1

O protocolo 1 foi o descrito por ROSSI-RODRIGUES (2011). Para isto, os papeis descartados foram picotados com um fragmentador e deixados em água por 12 horas. Depois deste período, o material foi homogeneizado em liquidificador, formando uma polpa, tomando-se o cuidado de não fragmentar demais – o que deixaria o papel reciclado mais quebradiço. A polpa obtida foi espalhada sobre uma tela de *silk screen* (figura 1), pois a compactação do papel é melhor em peneiras com trama mais finas. As fibras distribuídas sobre a tela foram transferidas para uma folha de papel pardo até a secagem completa – que seguindo esse procedimento levou 2 dias em média.

Figura 1. Tela de *silk screen* utilizada como suporte para a prensagem do papel reciclado.



#### Protocolo 2

O protocolo 2 foi uma adaptação do protocolo 1. A única diferença é que o papel não foi deixado “de molho” antes da produção da polpa. As demais etapas foram mantidas.

### Protocolo 3

O protocolo 3 foi uma adaptação do protocolo 1: os fragmentos de papel não foram deixados de molho e para a produção da polpa foi utilizada água fervente. As demais etapas foram mantidas.

### Protocolo 4

O protocolo 4 foi baseado no protocolo 3 e em informações do site Teachnet (2018), adicionando-se 2 g de amido de milho dissolvida em água quente para cada 12 g de papel. Para a prensagem do papel foi organizado o seguinte esquema:

- \* a polpa foi distribuída sobre uma tela de silk screen e coberta com papel pardo;
- \* esta tela foi posicionada sobre toalhas de tecido;
- \* toalhas extras foram colocadas sobre o papel pardo;
- \* peso de aproximadamente 50 kg foi exercido sobre o conjunto;
- \* o papel reciclado aderido ao papel pardo foi “descolado” da tela e colocado para secar.

### Testes de sementes para a produção de papel

Utilizando o protocolo 4 para a produção do papel, foram testadas adições de 0,2 g de sementes de alface, camomila, rúcula e orégano antes da distribuição da polpa sobre a tela de silk screen. Estas sementes foram escolhidas pelo tamanho reduzido e facilidade de germinação.

### Montagem da estufa

A estufa para secagem do papel reciclado foi montada de acordo com Almeida et al. (2016), utilizando-se uma caixa de papel sulfite pintada com tinta spray preta fosca e coberta com papel transparência encontrado entre os materiais descartados no laboratório de Gestão Ambiental.

### **3.4 Resultados e Discussões**

A padronização do procedimento para produção do papel reciclável foi realizada como

Ministério da Educação  
 Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
 Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú

descrito no item 3.3 (Metodologia utilizada na pesquisa). A tabela 1 apresenta uma comparação entre os protocolos elaborados.

Tabela 1. Comparação entre os protocolos para produção de papel reciclado utilizados neste projeto.

Protocolo	Vantagens	Desvantagens
1	Nenhuma em comparação com os outros protocolos.	* Tempo de incubação longo em água, sem que houvesse ganho na qualidade do papel; * O papel produzido é quebradiço; * Requer uma quantidade maior de polpa, produzindo papel mais espesso.
2	Mais rápido que o protocolo 1, pois não requer 12 horas de hidratação em água.	* O papel produzido é quebradiço.
3	Permitiu a produção de papel menos espesso	* O papel produzido é quebradiço.
4	Permitiu a produção de papel menos espesso; O papel produzido é mais flexível.	* A distribuição da polpa sobre as telas de silk screen é mais difícil e demorada.

Uma etapa importante é a Trituração do papel no liquidificador: quando a polpa é muito triturada o papel fica com aspecto mais homogêneo, mas depois de seco, torna-se quebradiço. Nesse sentido, a adição de amido de milho foi interessante, pois aumentou a coesão entre as fibras, permitindo a produção de folhas mais finas e flexíveis.

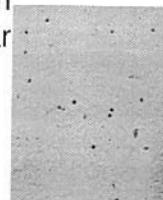
A produção de papel semente foi feita com sementes de alface, camomila, rúcula e orégano. As sementes de alface germinaram muito rápido, antes da secagem completa, por isso, foram consideradas inadequadas para a produção de papel semente (figura 2).

Figura 2. Papel produzido com sementes de alface. Após 24 horas as sementes começaram a germinar.



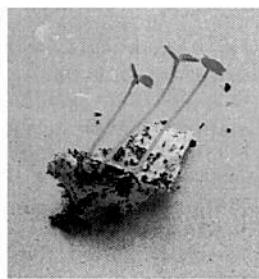
As sementes de camomila não germinaram em nossas condições papéis produzidos com sementes de rúcula (figura 3) foram guardados por 2 meses e mantiveram a capacidade de germinar (figura 4).

Figura 3. Papel reciclado com sementes de



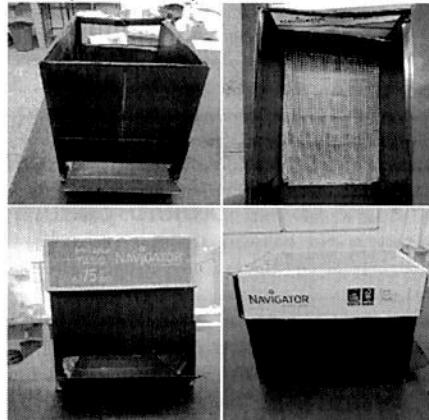
rúcula.

Figura 4. Plântulas de rúcula germinadas a partir do papel semente.



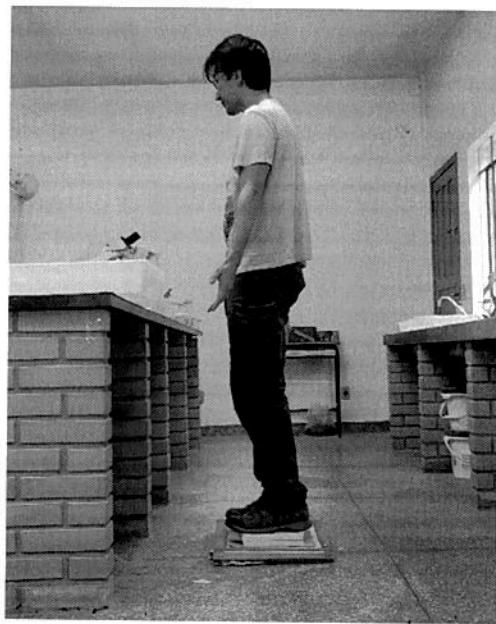
A estufa montada com caixas de papel sulfite foi eficiente para a secagem do papel reciclado (figura 5). Nas primeiras tentativas de produção de papel, foram necessários 4 dias para secagem completa e com a estufa, o tempo diminuiu para 2 dias.

Figura 5. Estufa montada a partir do aproveitamento de caixas de papel sulfite.



Considerando a pouca circulação de ar dentro dos laboratórios e a limitação de tamanho do papel que poderia ser colocada dentro da estufa, algumas otimizações serão necessárias. Porém, é importante mencionar que a qualidade do papel aumentou bastante quando a prensagem foi feita aplicando-se um peso maior sobre as telas (entre 50 e 70 kg) (figura 6). Deste modo, o papel reciclado perdeu um volume maior de água e a secagem foi mais rápida, tornando a estufa pouco necessária.

Figura 6. Prensagem do papel reciclado usando pressão maior sobre as telas.



### 3.5 Contribuições da pesquisa para o desenvolvimento científico e tecnológico

### 3.6 Descrever se houve transferência de conhecimentos ou geração de novos produtos, tecnologias ou patentes

O protocolo desenvolvido ao longo deste projeto podem ser aproveitados para a produção de crachás e cartões para os eventos do campus.

### 3.7 Considerações Finais

Os papéis produzidos com sementes de rúcula e de orégano foram os que apresentaram melhor qualidade, mas não são produtos que podem ser usados em impressora. Porém, servem para a confecção de crachás e cartões (figura 7). Uma das motivações para a elaboração deste projeto era o aproveitamento de papel sulfite usado frente e verso e que não poderia ser usado como rascunho ou bloco de anotações. Neste sentido, este projeto foi bem sucedido pois apresenta um protocolo que permite o aproveitamento de papéis que seriam descartados e poderão ser aproveitados em eventos do campus. Porém, demanda bastante tempo, produzir quantidades maiores

trata-se de um processo que espaço físico e pessoas para de cartões.

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú

Figura 7. Cartões confeccionados em papel semente. Os textos e desenhos foram feitos utilizando-se um carimbo desenhado para este projeto.



#### Referências

(conforme Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas)

ALMEIDA, Isac Barbosa De e LIMA, Michele Asley Alencar e SOUZA, Luiz Guilherme Meira De. **DESENVOLVIMENTO DE SECADOR SOLAR CONSTRUÍDO A PARTIR DE MATERIAL RECICLÁVEL**. HOLOS, v. 4, p. 197, 9 Set 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15628/>>.

ANCHAM BRASIL. **O papel que nós queremos: redução no consumo gera economia e mais eficiência.** 25 abr. 2017. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/blogs/ecoando/o-papel-que-nos-queremos-reducao-no-consumo-gera-economia-e-mais-eficiencia/>> Acesso em 01 nov. 2017.

DIAS, Taís Silveira; PENNA, Luiz Fernando da Rocha. **DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE PAPEL A4 : O CASO DO INSTITUTO FEDERAL MINAS GERAIS - CAMPUS GOVERNADOR VALADARES.** 2014. Disponível em: <[http://www3.ifmg.edu.br/site\\_campi/v/images/arquivos\\_governador\\_valadares/TCC\\_Ta%C3%ADs\\_Silveira\\_Dias.pdf](http://www3.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_governador_valadares/TCC_Ta%C3%ADs_Silveira_Dias.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2017.

ECOD. **EcoD Básico: Reciclagem de papel.** 2009. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/ecod-basico-reciclagem-de-papel>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

FERRAZ, José Maria Gusman. **O papel nosso de cada dia.** 2009. Disponível em: <[webmail.cnpma.embrapa.br/down\\_hp/408.pdf](http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/408.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2017.

IDECA. O lado escuro do papel. **Revista do Idec**, São Paulo, v. 77, p.33-35, 1 maio 2004. Mensal. Disponível em: <<https://www.idec.org.br/em-acao/revista/77/materia/o-lado-escuro-do-papel>>. Acesso em: 31 out. 2017.

ROSSI-RODRIGUES, B. C., HELENO, M. G., SANTOS, R. V. D., et al. Reciclando: Confecção de papel reciclado e sabão - Aula 3 **Projeto EMBRIA**O, 23 sep. 2011. Disponível em: <<http://www.embriaob.unicamp.br/embriaob2/visualizarMaterial.php?idMaterial=1276>>. Acesso em: 04 nov. 2017.

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú

VAN OEL, P.r.; OEKSTRA, A.y. H. THE GREEN AND BLUE WATER FOOTPRINT OF PA PER PRODUCTS : METHODOLOGICAL CONSIDERATIONS AND QUANTIFICATION. 2010. Disponível em: <<https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/5146588>>. Acesso em: 29 out. 2017.

#### **PARTE 4 – Acompanhamento do Projeto de Pesquisa**

##### **4.1 Parecer do(s) estudante(s) referente ao desenvolvimento do Projeto de Pesquisa**

###### **4.1.1 Dificuldades encontradas**

As dificuldades foram encontradas na composição do protocolo e variações na forma e textura do produto final.

###### **4.1.2 Orientações recebidas e/ou providências tomadas para resolver as dificuldades acima descritas**

Os métodos foram sendo ajustados conforme a necessidade e mudança de cada protocolo, procurando novas formas e materiais que poderiam ser usados para o melhoramento do papel. Foram testados diferentes tipos de misturas e finalizações até se ajustarem totalmente.

###### **4.1.3 Pontos Positivos em relação ao desenvolvimento do Projeto**

Com o desenvolvimento do projeto, foi encontrada uma alternativa para o descarte do papel, sendo usado também para germinar sementes; papeis que seriam descartados foram reutilizados, e o produto final é uma possibilidade de uso direto no campus.

##### **4.2 Parecer do Coordenador referente ao desenvolvimento do Projeto de Pesquisa**

###### **4.2.1 Dificuldades encontradas e soluções propostas ou encaminhadas**

As dificuldades encontradas se referem a montagem do protocolo, mas são inerentes ao desenvolvimento deste tipo de projeto. A partir dos resultados, os procedimentos foram ajustados, como descrito na Metodologia.

###### **4.2.2 Pontos Positivos em relação ao desenvolvimento do Projeto**

O projeto permitiu o uso de papéis que seriam descartados e gerou produtos mais interessantes e que podem ser usados até mesmo para divulgação do campus.

###### **4.2.3 Apreciação sobre o desempenho do estudante no projeto**

Só amor aqui.

##### **4.3 Publicações/Formas de Divulgação dos Resultados (Eventos, Revistas, etc.)**

Obs.: Indicar o evento em que houve a publicação/forma de divulgação e anexar certificado de participação do evento.

O projeto será apresentado na X FICE.

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú

CAMBORIÚ, 29, 03, 19

Renata Ogusun

Assinatura do(a) Coordenador(a) do Projeto

Jasmine Dachholz

Assinatura do(s) Estudante(s)