

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 Ogusucu
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 - <i>Campus</i> Camboriú () PIBIT () PIBIC () PIBIC-EM () Outra: _____
Financiamento:	(X) Não Possui () IFC - <i>Campus</i> 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

() Como Previsto () Adiantado () Atrasado
(X) Concluído () Não iniciado () 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 diminuísse 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

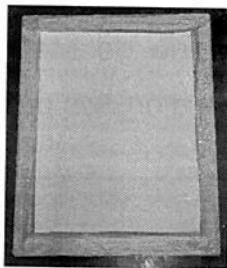
Testes de protocolos para produção de papel reciclado

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 papéis 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. Os 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.

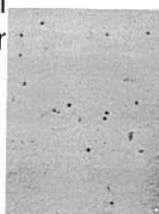
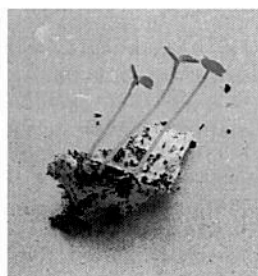
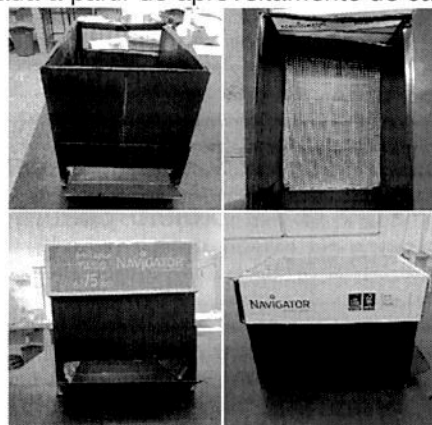


Figura 4. Plântulas de rúcula germinadas a partir do papel semente.



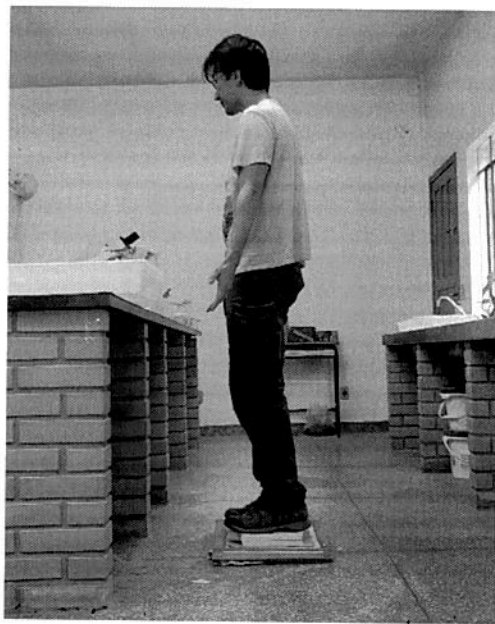
A estufa montada com caixas de papel sulfite foi eficiente para a secagem do papel reciclado (figura 5). Nas primeiras tentativas de produção de papel, foram necessários 4 dias para secagem completa e com a estufa, o tempo diminuiu para 2 dias.

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, trata-se de um processo que demanda bastante tempo, espaço físico e pessoas para produzir quantidades maiores 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-Taís_Silveira_Dias.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

ECOD. **EcoD Básico: Reciclagem de papel**. 2009. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/ecod-basico-rêiclagem-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>. Acesso em: 31 out. 2017.

IDEC. 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: Confeção de papel reciclado e sabão - Aula 3 **Projeto EMBRIO**, 23 sep. 2011. Disponível em: <<http://www.embriao.ib.unicamp.br/embriao2/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. **T HE GREEN AND BLUE WATER FOOTPRINT OF PA PER PRODUCTS : METHODOLOGICAL CONSIDERAT IONS 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; papéis 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 Ogusum

Assinatura do(a) Coordenador(a) do Projeto

Yasmim & Jacklyn

Assinatura do(s) Estudante(s)