

**COMPÓSITO ECOLÓGICO COM FIBRA FOLIAR DA GRAMA**  
**ECOLOGICAL COMPOSITE WITH THE FIBER FROM THE LEAF  
OF GRASS**

**Marília do Amaral Soares, mari\_a.soares@hotmail.com**

**Luíza Gabriela Araújo, luizagabriela\_846@hotmail.com**

**Fernando Betim**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ

Submetido em 30/07/2017

Revisado em 02/08/2017

Aprovado em 10/11/2017

**Resumo:** Árvores e gramados estão presentes nos mais diversos cenários, porém pouco se faz de suas folhas e podas. A poda da grama não é exceção, sendo tratada como resíduo vegetal. O objetivo deste trabalho é fazer ensaios com a fibra, utilizando metodologia baseada na fabricação artesanal de papel, de modo a investigar suas características e identificar novos usos. O resultado obtido apresentou potencial para ser usado, por exemplo, como componente de compósitos, gerando um material leve e de baixo custo.

**Palavras chave:** Fibra. Grama. Reciclagem. Transformação.

**Abstract:** Trees and lawns are present in various environments, although very little is made of its leaves and the pruning product. The leaves of grass, after being cut, are no exception – they are treated as vegetable residue. The aim of this project is to experiment with the fiber, employing the methodology used to in the making of artisanal paper, in order to observe its characteristics and identify new possible uses. The result attained shows applicability as part of composites, as a light and low-cost product.

**Key words:** Fiber. Grass. Recycling. Transformation.

## Introdução

A grama é uma planta da família *Poaceae* cujas características mais notáveis são a adaptabilidade e a resiliência: ela se adapta facilmente aos mais diversos ambientes e condições e por isso ela é encontrada em praticamente todo lugar, como parte da vegetação de quase todos os habitats terrestres.

Apesar de sua ampla disponibilidade, o uso da grama é muito restrito à classe de cobertura – protege o solo com a finalidade de recuperação de áreas degradadas através da diminuição do escoamento superficial (WELKER & ONGHI-WAGNER, 2007), reveste o solo para a realização de inúmeras atividades, como o futebol, e ainda é amplamente utilizada em pastos, jardins e áreas de lazer.

Tirando a cobertura e a ornamentação, é notável que a fibra da grama é menos explorada do que outras da própria família *Poaceae*, que são usadas na indústria na composição de materiais para construção civil, no isolamento térmico, na fabricação de papel e na produção de biocombustíveis.

Além disso, ressalta-se com evidência como a poda da grama é invariavelmente descartada ou tratada como resíduo vegetal sem uso. De acordo com dados registrados por um clube esportivo, a grama de corte do campo gera em torno de dezesseis sacos de duzentos litros de resíduo, por semana (Website Fluminense, 2017). Dessa forma, viabilizar alternativas de reuso para o volume de resíduo proveniente do corte da grama de clubes e condomínios é uma iniciativa de grande impacto nos dias de hoje.

Atualmente, o tipo de grama mais utilizada para fins de revestimento e proteção é a grama artificial, baseada em uma mistura de grânulos de plásticos e aditivos, como estabilizadores de UV e agentes de coloração. A mistura de materiais sintéticos utilizada é diferente dependendo do produto e do fornecedor e, em última instância, determina a qualidade do produto final. Depois que as fibras de grama foram feitas, as lâminas são reforçadas. Elas são feitas resistentes a fortes forças de tração e flutuações de temperatura entre -50 C° e 50 C° (Website Royal Grass, 2017). Essas características serão importantes para a avaliação e compreensão dos materiais originados das misturas à base de grama.

O objetivo do trabalho é fazer uma série de experimentos com a fibra natural da grama, de modo a investigar suas características intrínsecas e

identificar novos usos. O sucesso do trabalho garante a diminuição da quantidade de resíduo vegetal gerado em praticamente qualquer estabelecimento que tenha um jardim, e busca substituir a produção de novos compósitos, que invariavelmente esgotaria mais matéria-prima, por um material que aparentemente não tem valor comercial.

Posteriormente, o estudo visa determinar as principais características dos materiais produzidos cujas aplicações tecnológicas poderão melhorar diversos processos produtivos, possibilitando um aumento de produtividade e diminuição de custos, visando o aumento de práticas em favor da sustentabilidade ambiental.

#### – **Celulose e Papel**

Ao longo da evolução na fabricação de celulose e papel muitas matérias-primas foram utilizadas, tais como fibras de vegetais arbustivos como o papiro, linho, amoreira, fibras de algodão e palhas de gramíneas. A utilização predominante deste tipo de fibra acontece principalmente por ser um recurso natural renovável abundante e por ter a capacidade de absorver água entre seus componentes, hidratando, inchando e tornando-se mais flexível. Também apresenta a propriedade de unir-se por ligações eletrostáticas, formando uma rede muito resistente e apresenta baixo custo.

No entanto, a matéria-prima que representa cerca de noventa a noventa e cinco por cento da matéria-prima fibrosa utilizada na produção de celulose é a madeira. É importante ressaltar que a utilização de madeira disponibilizou um grande volume de matéria prima tornando-se responsável pelo ritmo de crescimento da indústria papeleira.

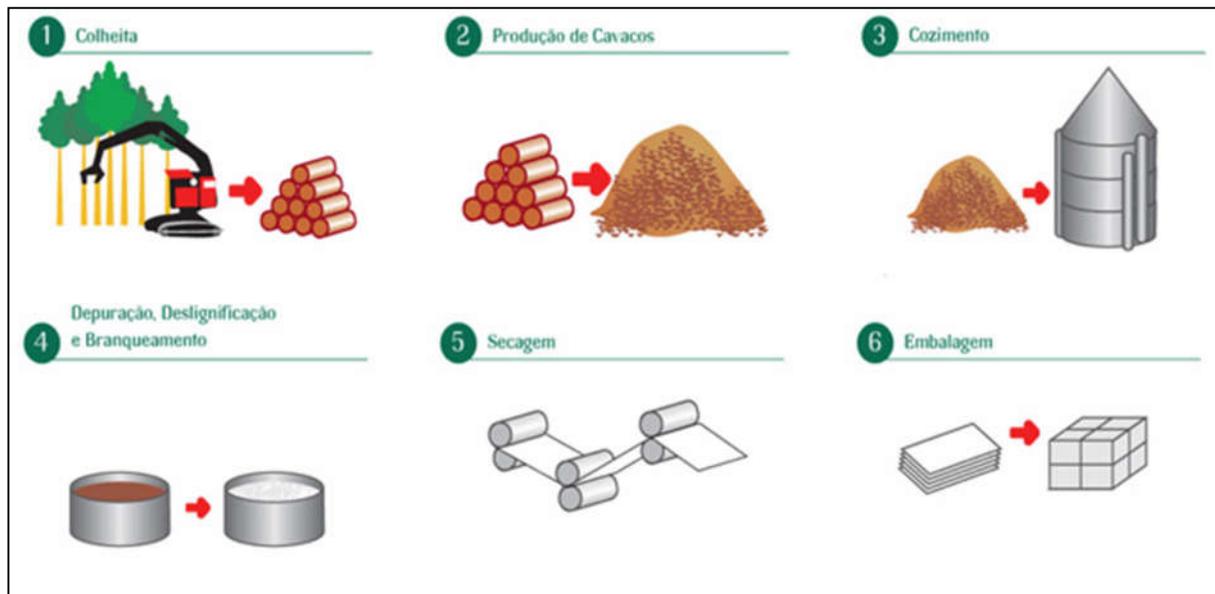
Segundo Klock *et al.* (2013), a madeira mais utilizada na produção de pasta celulósica no Brasil provém de várias espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. As espécies mais utilizadas na produção de celulose de fibra curta (folhosas) correspondem aos *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. robusta*, sendo que as espécies *E. deanei*, *E. dunnii* e *E. cloeziana*, apresentam grande potencial; já na produção de celulose de fibra longa (coníferas) as espécies *Pinus elliottii* var. *elliottii*, *P. taeda*, e *P. caribaea*. “A única espécie nativa de coníferas utilizada é o Pinho do Paraná, *Araucaria angustifolia*, que é

empregada em pequena escala na fabricação de pasta celulósica, principalmente pasta mecânica” (KLOCK *et al.*, 2013).

As etapas da produção da celulose são as seguintes, segundo o procedimento da empresa Celulose Riograndense – CMPC (Website Celulose Riograndense, 2017) e ilustradas na Figura 1:

- 1) Colheita: Ocorre dentro dos plantios onde são cultivados os eucaliptos. O processo acontece em três etapas: colheita, corte e descascamento. Casca, folhas e galhos ficam na terra para virar matéria orgânica.
- 2) Produção de Cavacos: Após esse processo, as toras são levadas para lavagem, picagem em tamanho pré-determinado e peneiramento. A partir daí, os cavacos são depositados em silos.
- 3) Cozimento: No cozimento, os cavacos formam uma pasta marrom, também chamada de celulose não branqueada. Esse processo, que se chama Kraft, ocorre com adição de Sulfato de Sódio e Soda Cáustica, dissolvendo a lignina e liberando a celulose como polpa de papel de maior qualidade.
- 4) Depuração, Deslignificação e Branqueamento: Depuração consiste na separação das impureza da madeira e dos pedaços de cavaco que não foram cozidos. Depois é removida a lignina, uma substância que une as células da celulose. No branqueamento, a celulose é peneirada para remover impurezas e suas propriedades (alvura, limpeza e pureza química) são melhoradas.
- 5) Secagem: Na secagem, a água da celulose é retirada até que esta atinja um equilíbrio satisfatório com a umidade relativa do ambiente.
- 6) Embalagem: A cortadeira reduz a folha contínua em outras menores. Estas folhas formam fardos de celulose (Website Celulose RioGrandense, 2017).

Figura 1 – Etapas de produção da celulose.



Fonte: CMPC (2017).

O princípio de fabricação do papel acontece quando as fibras celulósicas se unem após estarem secas. O termo papel se dá para a folha formada seca e acabada.

A produção de celulose e papel gera vários tipos de impactos no meio ambiente que vão desde fibras que escapam no processo, emissão de gases e particulados das indústrias tais como dióxido de enxofre e sulfeto de hidrogênio e efeitos tóxicos decorrentes das descargas de indústrias (KLOCK *et al.*, 2013). Dessa forma, o presente projeto visa apresentar a partir do processo de produção do papel, alternativas para fabricação de compósitos que minimizem tais impactos.

## Metodologia

### – Preparação do material

Através do método indutivo de pesquisa foram realizados ensaios com a fibra de grama com base no processo de fabricação artesanal de papel, seguindo as etapas detalhadas abaixo:

1) Coleta: Foi coletada a poda da grama de um jardim em Botafogo, Rio de Janeiro. Nenhuma folha foi arrancada ou cortada diretamente do caule,

visando testar a viabilidade do reaproveitamento da matéria prima nessa situação;

2) Limpeza: A limpeza foi feita com o objetivo de retirar pequenos galhos, insetos e excesso de terra que poderiam ter vindo junto com as folhas no momento da coleta;

3) Preparação da massa: A uma quantidade estabelecida de fibra (variando para cada ensaio) foi adicionado jornal picotado (de quantidade também variada para cada ensaio), como visto na Figura 2.

O primeiro ensaio foi realizado utilizando 200g de fibra e 200g de jornal triturado, enquanto que para o segundo ensaio esses valores foram triplicados, gerando um volume muito maior de material;

4) Trituração: O material foi misturado a uma quantidade de água e batido no liquidificador até a obtenção de uma massa homogênea;

5) Prensagem: A massa foi espalhada em uma tela tipo “silk screen” e o conjunto apoiado sobre uma bacia para que a massa seja levemente pressionada manualmente e o máximo de água possível escorra para a bacia;

6) Secagem ao ar: Em seguida a massa é disposta sobre uma rede para garantir a respiração de ambos os lados e reservada para secagem ao ar em ambiente seco e arejado. Os resultados dos experimentos podem ser vistos nas Figuras 3, 4 e 5.

Figura 2 – (Esquerda para direita) Bacia com água e jornal; fibra e jornal já triturados no liquidificador industrial.



Fonte: acervo pessoal.

Figura 3 - Resultado final dos dois ensaios. Da esquerda para direita: ensaio realizado com o triplo de fibra e jornal; ensaio realizado com 200g de fibra e 200g de jornal.

Figura 4 - Ensaio nº. 1 mais detalhado, resultado final apresentando características favoráveis a diversos usos.



Fonte: acervo pessoal.

Figura 5 - Ensaio nº. 2 mais detalhado, exibindo mudas de grama que germinaram ao longo do período de secagem.



Fonte: acervo pessoal.

– **Microscópio Eletrônico de Varredura**

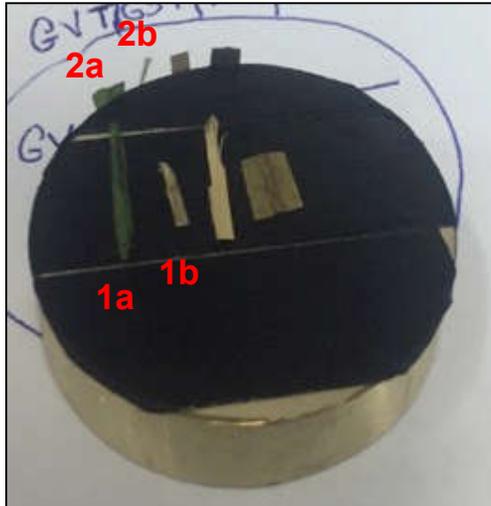
Após preparado o material e analisadas as características dos resultados de cada ensaio, foi identificada a necessidade de uma investigação mais detalhada da fibra da grama de maneira a procurar uma explicação para os resultados obtidos, além de fazer uma comparação do padrão de fibras. Desta forma, algumas amostras de fibra foram levadas ao laboratório de imagens da PUC-Rio para serem analisadas no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). As amostras mencionadas foram as seguintes (Figura 6):

- 1- De superfície (preparadas de forma a possibilitar a análise da superfície da folha):
  - a. Grama verde (GV);
  - b. Grama seca (GS);
- 2- De topo (preparadas de forma a possibilitar a análise do topo da folha):
  - a. Grama verde (GVT);
  - b. Grama seca (GST);

A nomenclatura “grama verde” é aqui referenciada como a folha da grama recém-cortada; enquanto “grama seca” se refere àquela que foi cortada e deixada em repouso para secagem ao ar por um período de mais ou menos um mês.

Antes de colocadas no MEV, as amostras foram levadas à máquina de banho de ouro (Figura 7) para ganharem uma camada nanométrica de ouro a fim de torná-las identificáveis pelo MEV (Figura 8).

Figura 6 – Amostras de fibra posicionadas sobre uma fita de carbono.



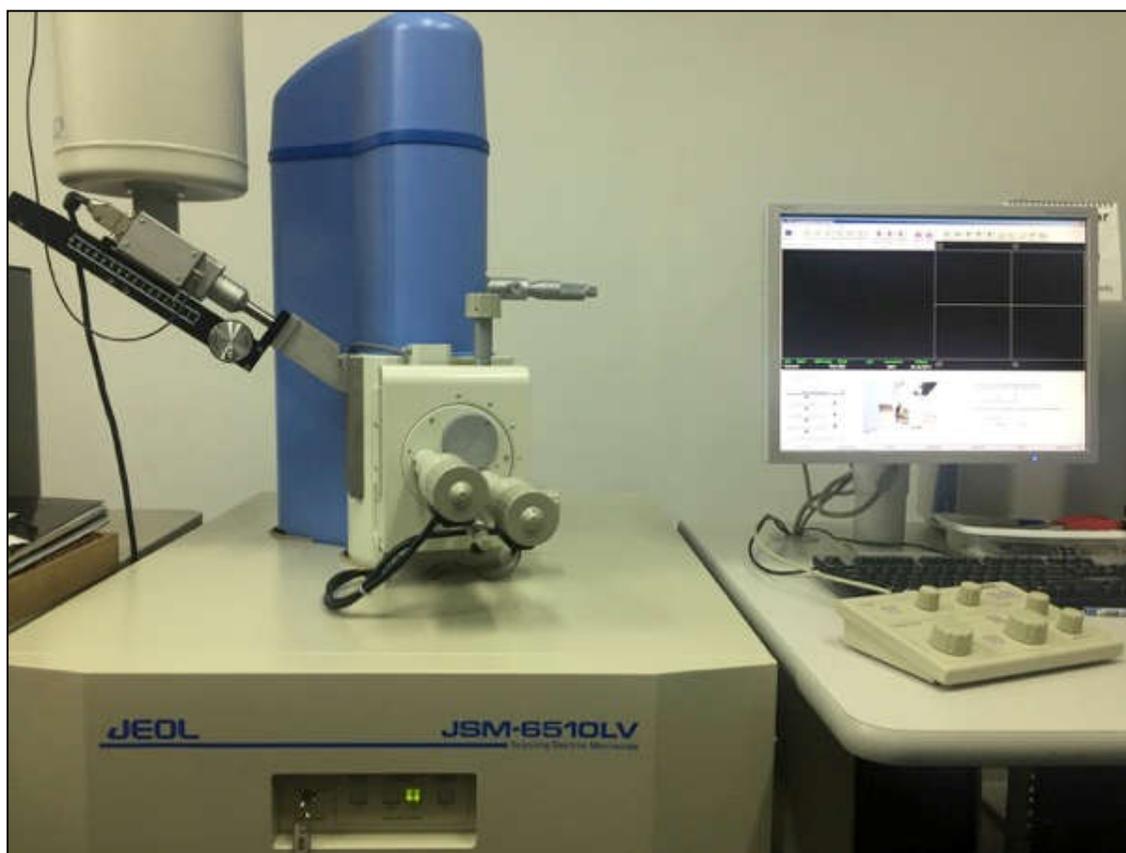
Fonte: acervo pessoal. 1a: GV, 1b: GS, 2a: GVT, 2b: GST. As demais amostras apresentadas são de Bambu e Pitanga, cujas análises no MEV também foram realizadas.

Figura 7 - Máquina de banho de ouro e amostras já com a camada de ouro.



Fonte: acervo pessoal.

Figura 8 - Microscópio Eletrônico de Varredura.



Fonte: acervo pessoal.

### **Discussões e resultados**

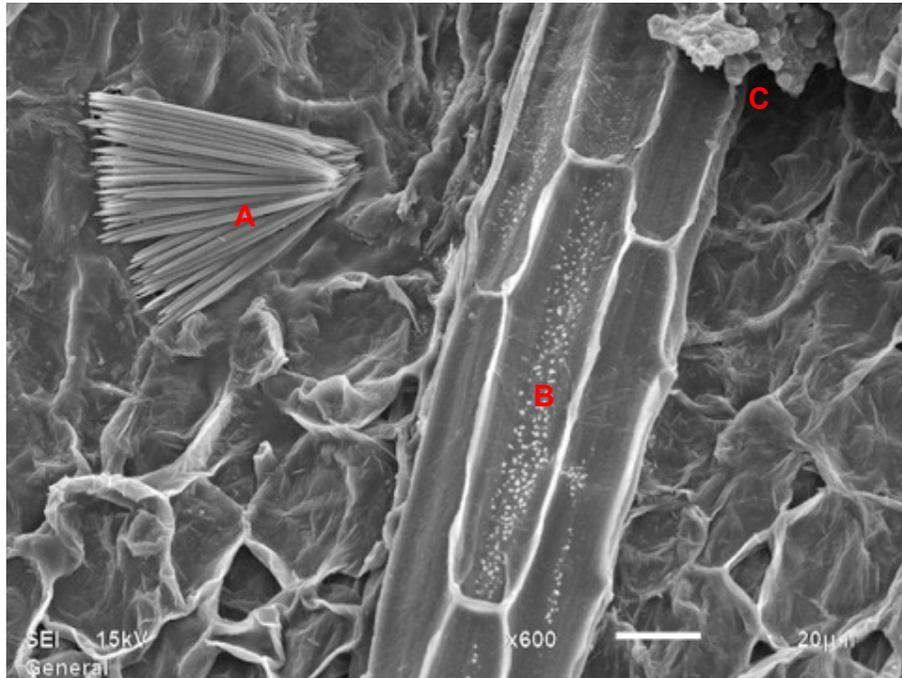
Após mais ou menos uma semana o resultado de um dos ensaios foi um material completamente seco, fino, flexível e sem cheiro. Já para outro ensaio (cujas quantidades de fibra, jornal e água usadas foram muito maiores) o tempo de uma semana não foi suficiente para a secagem do material, que continuou muito úmido e apresentou pequenas mudas de grama brotando de dentro da massa. Esse segundo experimento demonstra a adaptabilidade e a resiliência da grama, cujas sementes não foram danificadas ao serem trituradas no liquidificador e foram capazes de se adaptar e crescer sem a presença de solo, usando a mistura de jornal e a própria biomassa como substrato.

O primeiro ensaio, no entanto, apresentou potencial para ser usado, por exemplo, como preenchimento de compósitos, gerando um material leve e de baixo custo. Pesquisas mais aprofundadas são necessárias para verificar a

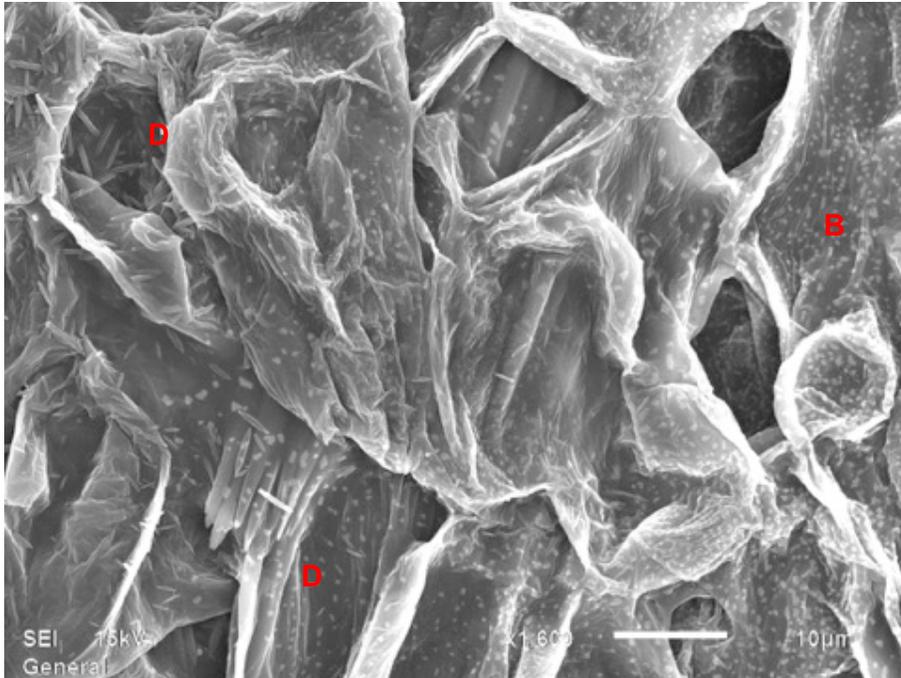
viabilidade dessa utilização, investigando fatores como o tempo de vida útil do material e a sua taxa de decomposição biológica.

O MEV gerou as seguintes imagens, correspondentes às Figuras 9 à 14:

Figura 9 - Grama verde - superfície.

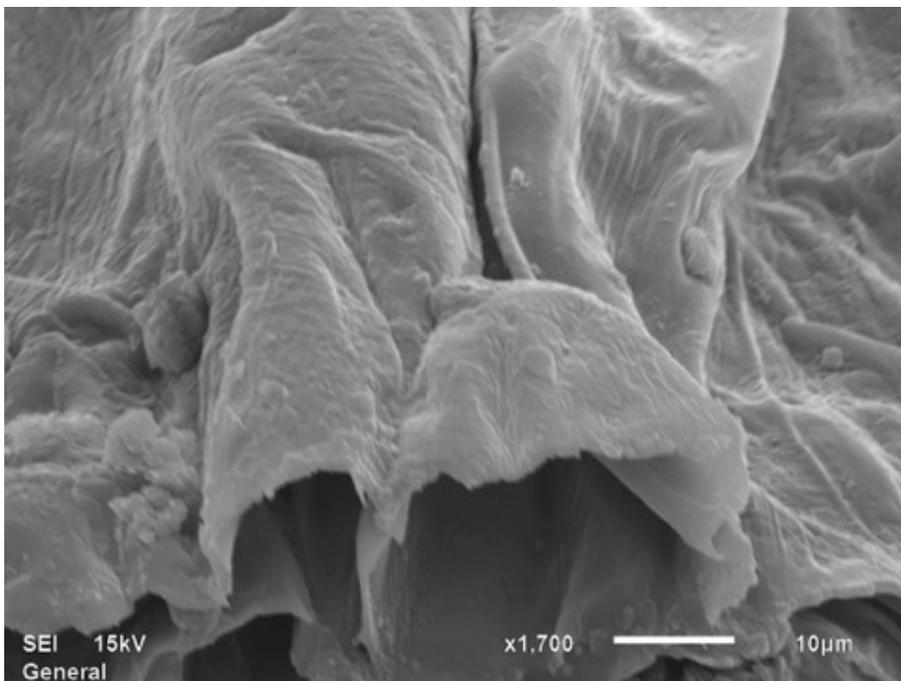


Fonte: acervo pessoal.  
Figura 10 - Grama verde - superfície.



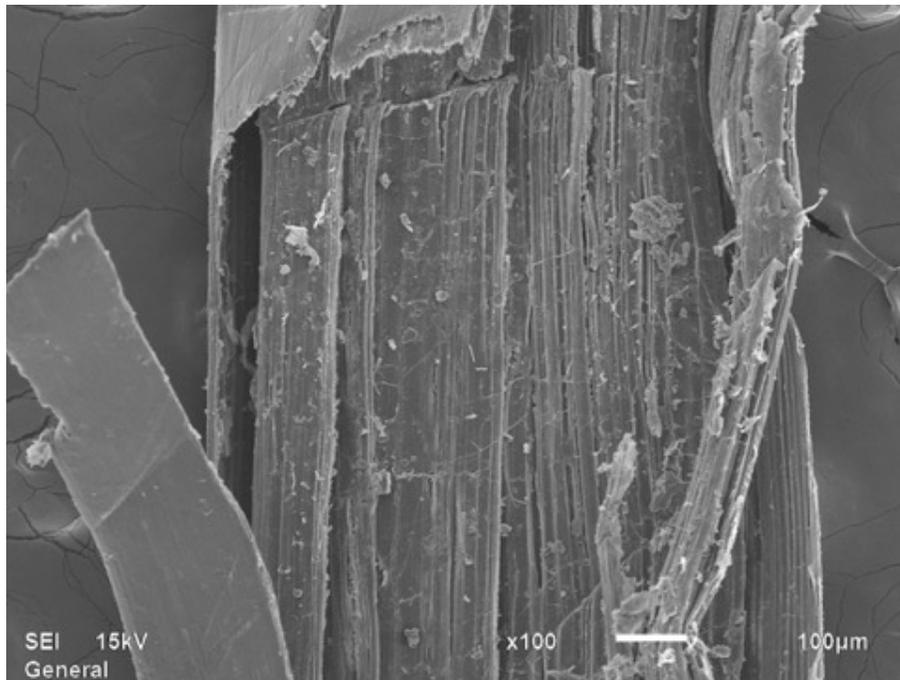
Fonte: acervo pessoal.

Figura 11 - Grama verde - topo.



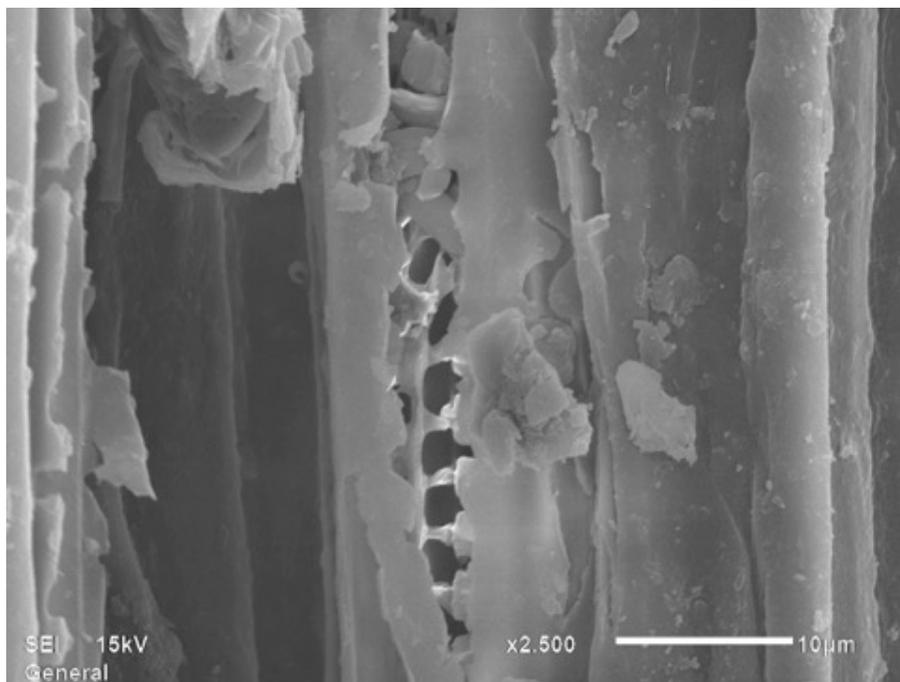
Fonte: acervo pessoal.

Figura 12: Grama seca - superfície.



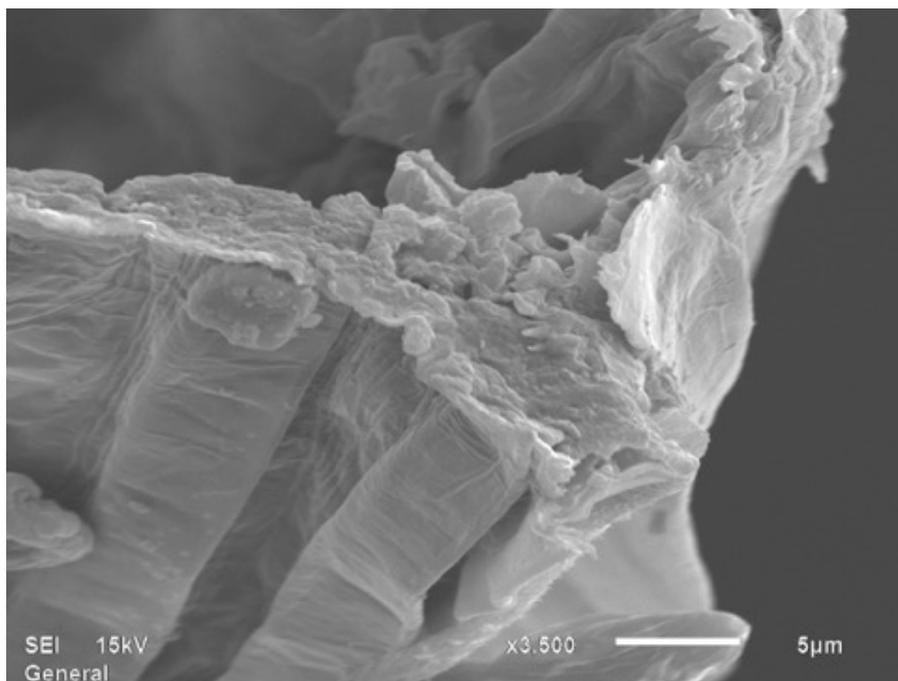
Fonte: acervo pessoal.

Figura 13 - Grama seca - superfície.



Fonte: acervo pessoal.

Figura 14: Grama seca - topo.



Fonte: acervo pessoal.

Das imagens obtidas pode-se inferir diversas informações acerca da fibra da grama, ajudando na análise e compreensão de suas características intrínsecas. A discussão a seguir foi levantada com base nessas imagens:

A superfície da grama verde apresenta duas seções distintas: a recorrência de “filetes” ao longo de toda a extensão da folha, com um padrão bem definido; e uma superfície rugosa no meio dos filetes.

Também é possível observar a presença de elementos exógenos à grama, representados nas imagens como A, B, C e D. Não foi possível identificar com propriedade suas origens, mas foram feitas algumas especulações quanto às respectivas identidades:

O elemento A é bem diferenciado dos demais elementos encontrados na microscopia das fibras por ser em formato de “vareta” e estar aglomerado espacialmente. É possível inferir que se trata de uma bactéria por sua dimensão (bactérias medem de 0,3 a 25  $\mu\text{m}$  (MACHADO, 2017) enquanto os vírus, por exemplo, medem 10 a 30  $\text{nm}$  (STEPHENS, 2017)).

O elemento B aparenta ser uma substância adicionada à fibra.

O elemento C foi identificado como uma espécie de sujeira, como solo muito fino.

O elemento D se parece com o elemento A, tendo como diferença o tipo de posicionamento espacial na fibra.

A imagem da grama seca de superfície está em consonância com a grama verde, apresentando os mesmos filetes espaçados. É possível observar nessa imagem o local onde foi feita a ruptura da fibra, na fase de preparação, para melhor visualização do interior. Na segunda imagem nota-se que o interior da fibra seca apresenta pequenas rupturas espaçadas uniformemente.

Uma comparação dos topos da grama verde e da grama seca pode ser feita quanto à sua espessura: a grama verde apresenta orifícios, enquanto o topo da grama seca é fechado e denso.

## Referências

WELKER, Cassiano Aimberê Dorneles; LONGHI-WAGNER, Hilda Maria. **A família Poaceae no Morro Santana, Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista Brasileira de Geociências, v. 5, n. 4 (2007).

Website Fluminense. Disponível em: <<http://www.fluminense.com.br/>>. Acesso em: 01/07/17,

Website Royal Grass. Disponível em: <<http://www.royalgrass.com.br/>>. Acesso em: 10/07/17.

KLOCK, U.; ANDRADE, A.S.; HERNANDES, J.A. **Polpa e papel**. 3 ed. Curitiba: UFPR; 2013. 117 p.

Website Celulose Riograndense. Disponível em: <<http://www.celuloseriograndense.com.br/produtos>>. Acesso em: 13/07/17.

MACHADO, A., **Morfologia e citologia bacteriana**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/microbiologia/files/2012/12/Morfologia-e-Citologia-bacteriana-final2.pdf>>. Acesso em: 14/07/2017.

STEPHENS *et al.*, **Virologia**. Cap. 2, **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. FIOCRUZ. Disponível em: <<http://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/cap2.pdf>>. Acesso em: 14/07/2017.