

BIOFILAMENTOS: DE RESÍDUO A RECURSO NA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Caio Cezar Rizzo
Darlane Amanda Schmidt de Oliveira
Maria Flor Bastiani Portz

Carolina Binotto
Luciana Grange
carolina_binotto@hotmail.com

Colégio Agrícola Estadual Adroaldo Augusto Colombo, Palotina, Paraná

Resumo

A perda de solo fértil no Paraná e o descarte inadequado de resíduos queratinosos (cabelos) e da carcinocultura (quitosana) originaram o projeto Biofilamentos, que investiga a transformação desses materiais em um biofertilizante de baixo custo. Atendendo a necessidade de alternativas sustentáveis; a hipótese é que a incorporação de biofilamentos (biofertilizante) melhore a estrutura física, favoreça a atividade microbiana, a retenção hídrica e o crescimento vegetal. O objetivo é desenvolver e validar um protocolo replicável para produzir e aplicar biofilamentos em cultivos de olerícolas. Metodologicamente, realizou-se coleta de cabelos em salões, higienização, autoclavagem, secagem, picotamento e, conforme o tratamento, imobilização com quitosana e/ou inoculação com microrganismos; o material foi incorporado a substrato homogêneo para cultivo de salsinha e cebolinha em casa de vegetação, com delineamento em linhas e repetições, acompanhando pH, umidade, registros fotográficos e métricas de crescimento. Resultados preliminares indicam incremento de até 50% no crescimento da salsinha e 15% na cebolinha em relação ao controle, além de indícios de melhoria do solo; observou-se acidificação e menor desenvolvimento quando aplicada apenas quitosana. Conclui-se que o protocolo tem viabilidade técnica e potencial de escalonamento, articulando destinação correta de resíduos a boas práticas agrícolas e aos ODS 2 e 11.

Palavras-chave:

biofilamentos; sustentabilidade; reestruturação do solo; quitosana; queratina

INTRODUÇÃO

No cenário agrônomo paranaense, estima-se que cerca de 5 milhões de toneladas de solo fértil sejam perdidas anualmente em razão de processos erosivos, segundo a Embrapa. Essa realidade compromete a produtividade agrícola e gera impactos econômicos e ambientais significativos, reforçando a necessidade de tecnologias que auxiliem na recomposição e preservação do solo. Paralelamente, observa-se que resíduos queratinosos, como fios de cabelo humano, e subprodutos da indústria da carcinicultura, como carapaças de camarão, continuam a ser descartados de forma inadequada. Dados da UK Research and Innovation (2022) apontam que somente no Reino Unido são gerados 6,7 milhões de quilos de cabelo por ano, a maior parte destinada a lixões ou incineradores, sem aproveitamento.

Embora desafiadora, a utilização desses materiais na agricultura sustentável já foi investigada em trabalhos como *Microbial degradation of animal hair and preparation of organic compost thereof* (2020), que evidenciam seu potencial como fonte de nutrientes e condicionadores de solo. De modo complementar, Khareal et al. (2022) destacam a eficiência do cabelo humano como fonte de nitrogênio disponível para plantas, quando adequadamente processado.

Nesse contexto, surge o projeto **Biofilamentos**, fundamentado na hipótese de que a aplicação de biofertilizantes obtidos a partir de resíduos capilares e de quitosana pode melhorar a estrutura do solo, aumentar a retenção hídrica, estimular a atividade microbiana e, por consequência, favorecer o crescimento vegetal. A proposta alia inovação científica e responsabilidade ambiental ao propor um protocolo de reaproveitamento de resíduos urbanos e industriais em prol da sustentabilidade agrícola. Além disso, busca-se contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), reforçando a pertinência social, econômica e ambiental da iniciativa.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

I) Local de desenvolvimento.

O experimento foi conduzido em duas casas de vegetação, sendo uma pertencente à Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina e outra particular, utilizadas como berçários para o cultivo das espécies selecionadas. Esses ambientes controlados permitiram acompanhar de forma mais precisa o desenvolvimento das plantas e minimizar interferências externas.

II) Obtenção dos resíduos

Os fios de cabelo humano utilizados no estudo foram coletados em salões de beleza e barbearias do município de Palotina durante o mês de maio de 2025, por meio de parceria com os estabelecimentos locais. Já a quitosana foi disponibilizada por um laboratório de carcinicultura da UFPR, obtida a partir da carapaça de camarão, subproduto frequentemente descartado sem aproveitamento adequado. Essa etapa buscou garantir que os insumos necessários fossem adquiridos de forma sustentável e de baixo custo, conforme ilustrado nas figuras 1 e 2:



1.



2.

III) Preparação dos biofilamentos.

Após a coleta, os cabelos passaram por um processo de preparação criterioso. Inicialmente, foram separados manualmente para remoção de impurezas, sempre com uso de equipamentos de proteção individual. Em seguida, cada porção foi pesada em pacotes contendo 40 g de cabelo, quantidade definida com base em Khareal *et al.* (2022), que estabelece essa proporção por quilograma de substrato. Os pacotes foram submetidos à autoclavagem a 150 °C durante 15 minutos, garantindo esterilização e favorecendo a abertura das cutículas dos fios. Posteriormente, foram secos em estufa ventilada a 35 °C por 24 horas e, após esse processo, os cabelos foram picotados até atingirem comprimento máximo de 1,5 cm, resultando nos biofilamentos.

Com o material pronto, definiram-se cinco tratamentos experimentais, cada um com cinco repetições, aplicados às culturas de salsinha (*Petroselinum crispum*) e cebolinha (*Allium fistulosum*). O tratamento L1 consistiu apenas no substrato com a cultura, representando o controle. O L2 utilizou substrato e cabelo; o L3 combinou substrato, cabelo e quitosana, preparada pela dissolução de 10 g de quitosana em 1 L de água destilada com 1% de ácido acético; o L4 acrescentou microrganismos ao tratamento L3, com a adição de 6,08 mL de T-FOL 800ATM; e o L5 foi composto por substrato, cabelo e microrganismos, preparados em 1 L de água com 60,8 mL do mesmo inoculador. Após a imersão dos fios por 24 horas nessas soluções, os biofilamentos foram novamente secos em estufa e picotados, sendo então incorporados ao substrato homogêneo. A medida de quitosana foi definida a partir da metodologia apresentada em “Chitosan preparations with improved fat-binding capacity” (2021). Todo o processo pode ser observado nas figuras 3, 4 e 5 seguintes:



3.



4.



5.

O plantio ocorreu em 15 de junho de 2025, utilizando-se 0,2 g de sementes de salsinha e cebolinha por vaso, ambas com taxa de germinação superior a 98%. Cada vaso recebeu 500 g de substrato devidamente preparado conforme o tratamento correspondente e 40 mL de água como irrigação inicial. A disposição dos vasos nas bancadas seguiu arranjo inspirado no jogo Sudoku, de modo a minimizar efeitos de borda e garantir maior equilíbrio experimental. O acompanhamento incluiu medições diárias de pH, umidade e luminosidade, bem como registros fotográficos e medições semanais da altura das plantas, considerando o maior e o menor exemplar em cada vaso.

RESULTADOS ESPERADOS/PARCIAIS

Observou-se ganho de crescimento vegetativo de até 50% na salsinha e 15% na cebolinha nos tratamentos com biofilamentos em comparação ao controle, com melhoria visual de estrutura e agregação do substrato (Fig. 6). Notou-se acidificação do pH e menor desempenho quando aplicada apenas quitosana (L3), sugerindo benefício do consórcio com microrganismos (L4/L5). Estão previstas, ao final do ciclo (15/08/2025), análises de biomassa fresca e seca, crescimento radicular e consolidação estatística das métricas registradas. Espera-se consolidar um protocolo de baixo custo e aplicável em escala, com potencial de adaptação a outras culturas.



Figura 6: Nesta imagem comparativa, observa-se a diferença entre cebolinhas e salsinhas L1 (controle) e L4 (cabelo + quitosana + microrganismos). Todas plantas no mesmo dia, sendo do mesmo lote, mesma validade e cultivadas sob as mesmas condições, evidenciando o absurdo potencial do biofilamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÕES

Os resultados parciais obtidos até o momento demonstram que os biofilamentos representam uma alternativa técnica viável e ambientalmente correta para a reestruturação do solo e o estímulo ao crescimento vegetal. A taxa de desenvolvimento superior registrada nas culturas de salsinha e cebolinha evidencia o potencial desses resíduos queratinosos, quando adequadamente tratados, para atuar como condicionadores do solo, ampliando sua capacidade de retenção de água, sua atividade microbiológica e sua fertilidade.

Mais do que uma solução experimental, o projeto demonstra que é possível transformar problemas ambientais — como o acúmulo de cabelos descartados e de carapaças de camarão — em recursos agrícolas de grande relevância. Essa inovação alia simplicidade metodológica a baixo custo, características que a tornam passível de replicação em diferentes contextos e escalas produtivas, aproximando a ciência da realidade de agricultores e comunidades.

Além de contribuir para a mitigação da erosão e para o melhor aproveitamento de resíduos urbanos e industriais, a iniciativa reforça o compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis). O Biofilamentos, portanto, não se limita a um experimento escolar, mas se projeta como uma tecnologia social e agrícola capaz de promover transformações positivas no campo e na sociedade, integrando ciência, sustentabilidade e responsabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Erosão causa prejuízos econômicos e ambientais no Paraná. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/36905812/erosao-causa-prejuizos-economicos-e-ambientais-no-parana#:~:text=causas%20da%20eros%C3%A3o-.Causas%20da%20degrada%C3%A7%C3%A3o,armazenamento%20de%20%C3%A1gua%20no%20solo>. Acesso em: 17 ago. 2025.

KHAREAL, P.; CHAUDHARY, P.; UPADHYAY, S. Human Hair Waste and Its Utilization: A Review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 11, n. 2, p. 178–182, 2022.

PRASAD, R.; YADAV, K. D.; SINGH, S. Microbial degradation of animal hair and preparation of organic compost thereof. *Bioresource Technology Reports*, v. 12, p. 100–584, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2020.100584>.

SILVA, Felipe B.; GASPRARRINI, Lázaro J.; CREMONEZ, Paulo A.; BURIN, Glauca R. M.; MACHADO, Bruna; POLINARSKI, Marcos A.; ARANTES, Mabel K.; ALVES, Helton J. Chitosan preparations with improved fat-binding capacity. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 138, n. 34, e50841, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.50841>.

UK Research and Innovation. Recycling human hair. 26 out. 2022. Disponível em: <https://www.ukri.org/news-and-events/101-jobs-that-change-the-world/video-recycling-human-hair/>. Acesso em: 17 ago. 2025.