UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

NEILAMY GEANE DO NASCIMENTO GIFFONY

VASOS BIODEGRADÁVEIS COM PÓ DE ROCHA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL AO USO DE PLÁSTICOS EM VIVEIROS

Imperatriz – MA
2025

NEILAMY GEANE DO NASCIMENTO GIFFONY

VASOS BIODEGRADÁVEIS COM PÓ DE ROCHA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL AO USO DE PLÁSTICOS EM VIVEIROS[1]

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Matos da Silva

Imperatriz – MA

2025.

[1] Artigo publicado na Revista de Gestão Social e Ambiental (RGSA) – ISSN: 1981-982X - DOI: https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n6-016

G458v

Giffony, Neilamy Geane do Nascimento

Vasos biodegradáveis com pó de rocha: uma alternativa sustentável ao uso de plásticos em viveiros. / Neilamy Geane do Nascimento Giffony. – Imperatriz, MA, 2025.

18 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2025.

1. Reciclagem. 2. Biodecomposição. 3. Materiais sustentáveis. 4 Inovação ambiental. 5. Economia circular. 6. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 635.921-026.85

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Kacio Micael Oliveira Vidal CRB13/988**

NEILAMY GEANE DO NASCIMENTO GIFFONY

VASOS BIODEGRADÁVEIS COM PÓ DE ROCHA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL AO USO DE PLÁSTICOS EM VIVEIROS.[1]

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Data de aprovação: 18 /06 /2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
CRISTIANE MATOS DA SILVA
Data: 25/06/2025 20:40:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Cristiane Matos da Silva (Orientadora)
Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental

Documento assinado digitalmente
gov.br
WILSON ARAUJO DA SILVA
Data: 25/06/2025 20:38:19-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Wilson Araújo da Silva (Membro)
Doutor em Agronomia – Ciência do Solo

Documento assinado digitalmente
gov.br
JAQUELINE MACEDO GOMES
Data: 26/06/2025 20:16:59-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Jaqueline Macedo Gomes (Membro)
Doutora em Ciências Florestais

[1] Artigo publicado na Revista de Gestão Social e Ambiental (RGSA) – ISSN: 1981-982X - DOI: https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n6-016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela sua generosidade constante em minha vida, por ter me dado forças nessa caminhada e iluminando os meus passos, sem Ele nada seria possível. À Nossa Senhora, que pela sua fiel intercessão, muitas graças foram alcançadas, sou grata pela sua proteção e por sua luz.

Aos meus pais Neuma e João, que me mostraram o verdadeiro significado de amor incondicional, sou grata pelas orações, pelo apoio, a cada palavra de incentivo e cada gota de suor. Agradeço por serem minha base, os meus maiores exemplos e o meu maior orgulho. Aos meus irmãos Gerciane, Gercina e Francisco, por serem meus companheiros, por todo o carinho e sempre estarem ao meu, me incentivando nessa caminhada.

Aos meus amigos da graduação Isolda, Pedro, Sabrina e Wesley que tornaram essa jornada acadêmica mais leve, agradeço por cada crítica construtiva, as palavras de apoio, os momentos de descontração e todo carinho.

À minha orientadora Dra. Cristiane Matos da Silva, sou profundamente grata por sua orientação, pelo seu carinho, paciência, a cada conversa de incentivo e a cada ajuste que representaram um passo importante na minha formação. Aos professores Dr. Wilson Araújo da Silva e a Dra. Jaqueline Macedo Gomes, deixo minha gratidão pelo apoio e a contribuição que tiveram na minha formação.

A todas aquelas pessoas especiais que, de diferentes formas me incentivaram e me encorajam, vocês foram fundamentais, sou grata por acreditarem em mim e por serem minha âncora fora das paredes da faculdade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7

2 MATERIAIS E MÉTODOS 8

2.1 Local de execução 8

2.2 Delineamento experimental 8

2.3 Confecção dos vasos 9

2.4 Determinação das proporções do pó de rocha 9

2.5 Teste de resistência à rega 11

2.6 Análise estatística 12

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 13

4 CONCLUSÃO 15

REFERÊNCIAS 16

RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental
ISSN: 1981-982X
Submission date: 23/05/2025
Acceptance date: 26/05/2025
DOI:: https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n6-016
Organization: Interinstitutional Scientific Committee
Chief Editor: Ana Carolina Messias de Souza Ferreira da Costa
Assessment: Double Blind Review by SEER/OJS

VASOS BIODEGRADÁVEIS COM PÓ DE ROCHA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL AO USO DE PLÁSTICOS EM VIVEIROS

Neilamy Geane do Nascimeno Giffony[2]
Pedro Henrique Ferreira Rodrigues[3]
Wesley Moura Lima[4]
Isolda Cordeiro Carvalho[5]
Wilson Araújo da Silva[6]
Cristiane Matos da Silva[7]

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo é investigar a viabilidade da produção de vasos biodegradáveis a partir de papelão reciclado enriquecido com pó de rocha, com o intuito de oferecer uma alternativa sustentável aos vasos plásticos convencionais e avaliar suas propriedades físicas e mecânicas.

Referencial Teórico: Neste tópico, são apresentados os principais conceitos relacionados à sustentabilidade, reaproveitamento de resíduos sólidos, agricultura sustentável e substituição de materiais plásticos por biodegradáveis. Destacam-se teorias sobre economia circular, manejo de resíduos e uso de remineralizadores, fornecendo uma base sólida para a compreensão do contexto da investigação.

Método: A metodologia adotada para esta pesquisa compreende a produção de 30 vasos biodegradáveis, divididos em cinco tratamentos com diferentes proporções de pó de rocha (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) misturado ao papelão. A coleta de dados foi realizada por meio de inspeção visual, pesagem e testes de resistência à rega durante 35 dias, sendo os resultados comparados com vasos plásticos convencionais.

Resultados e Discussão: Os resultados obtidos revelaram que os vasos com 75% de pó de rocha apresentaram maior resistência, seguidos pelos vasos com 50%. O tratamento sem adição de pó obteve o pior desempenho. Os dados foram discutidos à luz da literatura sobre materiais biodegradáveis e remineralizadores, considerando as limitações do estudo.

Implicações da Pesquisa: As implicações práticas desta pesquisa abrangem viveiros, agricultura urbana e projetos ambientais, contribuindo com alternativas ecológicas viáveis e de baixo custo.

Originalidade/Valor: Este estudo contribui para a literatura ao propor uma abordagem inovadora que alia reciclagem e sustentabilidade, com potencial impacto positivo na produção de mudas e redução do uso de plástico.

Palavras-chave: Reciclagem, Biodecomposição, Materiais sustentáveis, Inovação ambiental, Economia circular.

[2] Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil. E-mail: neilamygiffony.20200009765@uemasul.edu.br Orcid: https://orcid.org/0009-0006-0778-4364 .
[3] Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil. E-mail: pedrorodrigues.20200009747@uemasul.edu.br Orcid: https://orcid.org/0009-0001-7840-8511
[4] Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil. E-mail: wesleylima.20200003378@uemasul.edu.br Orcid: https://orcid.org/0009-0009-5980-7312
[5] Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil E-mail: isoldacarvalho.20200003233@uemasul.edu.br Orcid: https://orcid.org/0009-0003-5344-4609
[6] Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil. E-mail: wilson@uemasul.edu.br Orcid:https://orcid.org/0000-0003-4549-6815
[7] Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil. E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6416-4413

BIODEGRADABLE POTS WITH ROCK DUST: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE TO THE USE OF PLASTICS IN NURSERIES

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to investigate the feasibility of producing biodegradable vases from recycled cardboard enriched with rock dust, with the aim of offering a sustainable alternative to conventional plastic vases and evaluating their physical and mechanical properties.

Theoretical Framework: This topic presents the main concepts related to sustainability, reusing solid waste, sustainable agriculture and replacing plastic materials with biodegradable ones. Theories on the circular economy, waste management and the use of remineralisers are highlighted, providing a solid basis for understanding the research context.

Method: The methodology adopted for this research comprises the production of 30 biodegradable pots, divided into five treatments with different proportions of rock dust (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) mixed with cardboard. Data was collected by visual inspection, weighing and watering resistance tests over 35 days, and the results were compared with conventional plastic pots.

Results and Discussion: The results showed that the pots with 75 per cent rock dust had greater resistance, followed by the pots with 50 per cent. The treatment with no powder obtained the worst performance. The data was discussed in the light of the literature on biodegradable and remineralising materials, taking into account the limitations of the study.

Research Implications: The practical implications of this research cover nurseries, urban agriculture and environmental projects, contributing to viable, low-cost ecological alternatives.

Originality/Value: This study contributes to the literature by proposing an innovative approach that combines recycling and sustainability, with a potential positive impact on seedling production and a reduction in the use of plastic.

Keywords: Recycling, Biodecomposition, Sustainable Materials, Environmental Innovation, Circular Economy.

MACETAS BIODEGRADABLES CON POLVO DE ROCA: UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE AL USO DE PLÁSTICOS EN LOS VIVEROS

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio es investigar la viabilidad de producir jarrones biodegradables a partir de cartón reciclado enriquecido con polvo de roca, con el fin de ofrecer una alternativa sostenible a los jarrones de plástico convencionales y evaluar sus propiedades físicas y mecánicas.

Marco teórico: Este tema presenta los principales conceptos relacionados con la sostenibilidad, la reutilización de residuos sólidos, la agricultura sostenible y la sustitución de materiales plásticos por otros biodegradables. Se destacan las teorías sobre la economía circular, la gestión de residuos y el uso de remineralizantes, que proporcionan una base sólida para comprender el contexto de la investigación.

Método: La metodología adoptada para esta investigación comprende la producción de 30 macetas biodegradables, divididas en cinco tratamientos con diferentes proporciones de polvo de roca (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) mezclado con cartón. Los datos se recogieron mediante inspección visual, pesaje y pruebas de resistencia al riego durante 35 días, y los resultados se compararon con los de las macetas de plástico convencionales.

Resultados y discusión: Los resultados mostraron que las macetas con un 75% de polvo de roca presentaban mayor resistencia, seguidas de las macetas con un 50%. El tratamiento sin polvo obtuvo el peor rendimiento. Los datos se discutieron a la luz de la bibliografía sobre materiales biodegradables y

remineralizantes, teniendo en cuenta las limitaciones del estudio.

Implicaciones de la investigación: Las implicaciones prácticas de esta investigación abarcan viveros, agricultura urbana y proyectos medioambientales, contribuyendo a alternativas ecológicas viables y de bajo coste.

Originalidad/Valor: Este estudio contribuye a la literatura al proponer un enfoque innovador que combina reciclaje y sostenibilidad, con un potencial impacto positivo en la producción de plántulas y una reducción en el uso de plástico.

Palabras clave: Reciclaje, Biodecomposición, Materiales sostenibles, Innovación Medioambiental, Economía Circular.

RGSA adota a Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1 INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente é indispensável para a sobrevivência da humanidade, visto que dele provêm os recursos essenciais à subsistência. Nesse contexto, torna-se urgente a busca por equilíbrio entre a conservação dos ecossistemas e as demandas socioeconômicas. O desenvolvimento sustentável, nesse sentido, representa a capacidade de atender às necessidades da geração atual sem comprometer as futuras gerações (WWF, 2023).

No Brasil, esse compromisso tem ganhado relevância, como evidencia o Projeto de Lei n° 4186/20, que visa proibir a comercialização e o uso de produtos plásticos descartáveis de uso único, atualmente em tramitação na Câmara dos Deputados (Brasil, 2020). Tal iniciativa reflete a crescente necessidade de alinhar práticas produtivas à proteção ambiental, à redução da poluição e à recuperação dos ecossistemas (ONU, 2023).

Esse alinhamento também se estende ao setor agrícola e de produção de mudas, no qual predominam o uso de vasos, tubetes e sacos plásticos. Embora práticos, esses recipientes são, em sua maioria, derivados do petróleo, como o polietileno (PE), que apresenta baixa biodegradabilidade (Costa *et al*., 2016). Estudos indicam que plásticos descartados no ambiente podem levar mais de um século para se decompor, agravando os impactos ambientais (Nadjane *et al*., 2008). Nesse cenário, alternativas biodegradáveis tornam-se essenciais para reduzir a dependência de plásticos convencionais.

A reciclagem surge como solução estratégica, possibilitando o reaproveitamento de materiais descartados. O papel, amplamente disponível nos resíduos urbanos, pode ser reutilizado como matéria-prima para novos produtos (Sousa *et al.,* 2016). Vasos biodegradáveis feitos de papelão reciclado, por exemplo, oferecem vantagens adicionais ao permitir o desenvolvimento radicular sem estresse de replantio, dado que suas paredes porosas permitem o crescimento das raízes (Iatauro, 2001).

Adicionalmente, o enriquecimento com pó de rocha – um remineralizador natural – agrega valor funcional aos vasos biodegradáveis. Esse material melhora a qualidade do solo ao fornecer nutrientes de forma gradual, além de possuir baixo custo, boa durabilidade e capacidade de retenção no substrato (Beneduzzi, 2011). Sua aplicação pode contribuir tanto para a sustentabilidade dos viveiros quanto para a nutrição equilibrada das plantas.

É imperioso ressaltar ainda que, este trabalho está diretamente alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas, especialmente o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao promover alternativas ao uso de plásticos de uso único; o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), ao incentivar práticas de baixo impacto ambiental; e o ODS 15 (Vida Terrestre), ao favorecer o uso de insumos que promovem a recuperação e conservação dos solos. Assim, este trabalho se insere em um esforço global por soluções ambientalmente responsáveis, economicamente viáveis e socialmente justas.

Diante do exposto, este estudo objetivou investigar a viabilidade da produção de vasos biodegradáveis a partir de papelão enriquecido com pó de rocha, como uma alternativa sustentável aos vasos plásticos convencionais, e avaliar suas propriedades físicas e mecânicas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE EXECUÇÃO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia (LIHH), vinculado ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL). Para a confecção dos vasos experimentais, utilizou-se papelão reciclado, obtido em comércios locais do município, e pó de rocha como aditivo remineralizador.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e seis repetições por tratamento, totalizando 30 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em diferentes proporções de pó de rocha adicionadas à mistura de papelão reciclado, conforme segue: T1 = 100% da mistura de papelão reciclado e Sem adição de pó de rocha; T2 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 25% de adição de pó de rocha; T3 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 50% de adição de pó de rocha T4= 100% da mistura de papelão reciclado sem com 75% de adição de pó de rocha e, T5 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 100% de adição de pó de rocha.

2.3 CONFECÇÃO DOS VASOS

Inicialmente, o papelão foi fragmentado em pequenos pedaços e imerso em água para amolecimento (Figura 1). Posteriormente, esse material foi triturado em liquidificador doméstico e, em seguida, peneirado com malha de 500 microns para remoção do excesso de água (Figura 2).

Figura 1

Papelão picado e imerso em água.



Figura 2

Papelão triturado e peneirado.



2.4 DETERMINAÇÃO DAS PROPORÇÕES DO PÓ DE ROCHA

Para definição das proporções de pó de rocha a serem aplicadas nos tratamentos, foi realizada a pesagem dos vasos secos do tratamento T1 (0% de pó de rocha (controle)), conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4.

Figura 3

Pesagem dos vasos 1; 2 e 3.



Figura 4

Pesagem dos vasos 4; 5 e 6.



A média do peso dos vasos foi calculada com base na Equação 1:

$$\underline{X} = \frac{x1+x2+\cdots+xn}{n} \qquad (1)$$

onde:

$\underline{X}$ = Média;

xn = peso de cada vaso;

n = número total de vasos;

Com base nessa média, calculou-se as quantidades correspondentes de pó de rocha para os demais tratamentos: T2 (25%) = 2,06 g; T3 (50%) = 4,14 g; T4 (75%) = 6,20 g; T5 (100%) = 8,28 g. As misturas foram preparadas respeitando essas proporções (Figuras 5 e 6).

Figura 5

Pesagem do pó de rocha para o tratamento T3

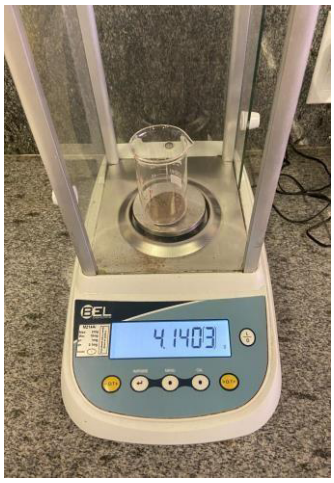


Figura 6

Adição do pó de rocha à mistura.



2.5 TESTE DE RESISTÊNCIA À REGA

Após a secagem, todos os vasos foram inspecionados visualmente, sendo descartadas as unidades com defeitos estruturais (Figura 7). Os vasos aprovados foram utilizados para plantio de sementes de cenoura (var. verão) e coentro (var. verdão).

Figura 7

Vaso danificado tratamento T2.



Em seguida, foi conduzido um teste de resistência à rega ao longo de 35 dias, com aplicação de água utilizando regador manual, simulando condições típicas de irrigação leve (Figura 8).

Figura 8

Teste de rega dos vasos.



2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

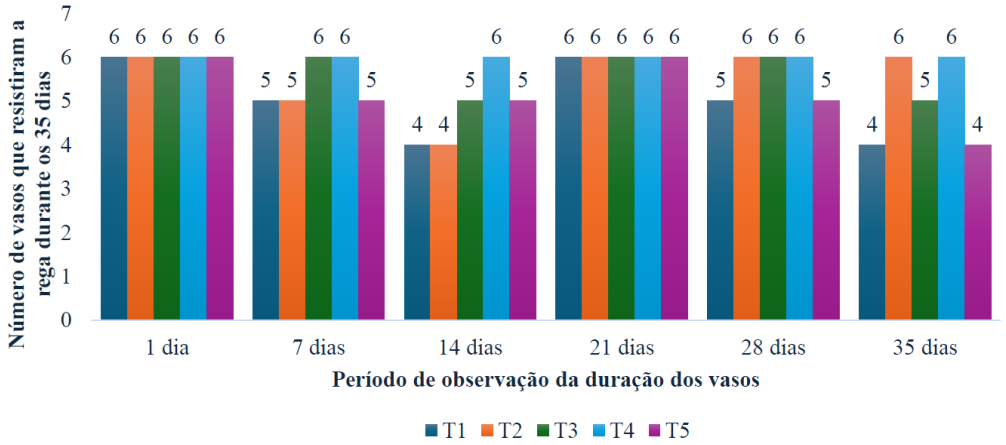
Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise estatística. As médias das variáveis analisadas foram comparadas por meio de análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para essas análises, utilizou-se o software PAST 4.03.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 9 apresenta a quantidade de vasos que permaneceram íntegros e não sofreram danos ao longo do período de 35 dias de rega. Observa-se que os vasos com 75% de adição de pó de rocha (T4) demonstraram a maior resistência mecânica, com todas as unidades experimentais intactas ao final do experimento. Os vasos com 50% de pó de rocha (T3) também apresentaram bom desempenho, embora com leve redução na integridade em comparação ao T4.

Figura 9

Quantidade de vasos que resistiram à rega durante 35 dias sem sofrer danos.



Legenda: T1 = 100% da mistura de papelão reciclado e Sem adição de pó de rocha; T2 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 25% de adição de pó de rocha; T3 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 50% de adição de pó de rocha T4= 100% da mistura de papelão reciclado sem com 75% de adição de pó de rocha e, T5 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 100% de adição de pó de rocha.

Esses resultados sugerem que o aumento da proporção de pó de rocha contribui significativamente para a resistência estrutural dos vasos, o que pode representar um avanço em termos de sustentabilidade para os setores agrícola e ambiental.

Para validar essas observações, os dados médios da resistência dos vasos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados estão dispostos na Tabela 1 e ilustrados na Figura 10.

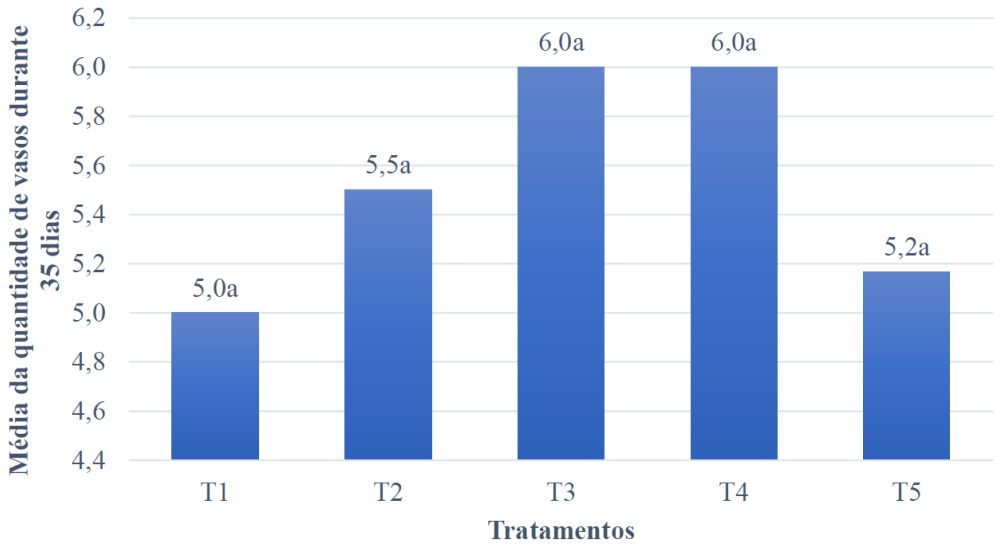
Tabela 1

Resultado da análise de variância para a avaliação da resistência dos vasos após 35 dias de rega.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	4	3,800	0,950	2,036 ns	0,120
Resíduo	25	11,667	0,467		
Total	29	15,467			

Figura 10

Médias da quantidade de vasos que resistiram à rega por 35 dias.



Legenda: T1 = 100% da mistura de papelão reciclado e Sem adição de pó de rocha; T2 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 25% de adição de pó de rocha; T3 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 50% de adição de pó de rocha T4= 100% da mistura de papelão reciclado sem com 75% de adição de pó de rocha e, T5 = 100% da mistura de papelão reciclado sem com 100% de adição de pó de rocha.

Os resultados obtidos demonstram que a adição de pó de rocha ao papelão reciclado melhora significativamente a resistência dos vasos biodegradáveis, com destaque para o tratamento com 75% de pó de rocha (T4), que apresentou 100% de integridade nas unidades testadas. A leve diferença entre os tratamentos T3 (50%) e T4 (75%) indica que a proporção de pó de rocha exerce influência positiva, ainda que não tenha se mostrado estatisticamente significativa na ANOVA.

Além da resistência física, a utilização de materiais recicláveis e minerais naturais representa uma alternativa viável e sustentável aos vasos plásticos, contribuindo para a redução do impacto ambiental e para a promoção de práticas agrícolas mais ecológicas.

É importante destacar ainda que, este trabalho apresenta um forte viés voltado à inovação tecnológica, por meio do desenvolvimento de vasos biodegradáveis confeccionados a partir de papelão reciclado e enriquecidos com pó de rocha. A seguir, são descritos o tipo de inovação envolvida, seus principais benefícios, os setores da economia atendidos e o nível de maturidade tecnológica alcançado.

Com relação ao tipo de Inovação este trabalho caracteriza-se pela produção de um novo tipo de vaso biodegradável, proposto como alternativa sustentável aos vasos plásticos convencionais amplamente utilizados. Com isso, vários benefícios estão associados à esta inovação tecnológica destacando-se os seguintes:

Sustentabilidade ambiental: Redução do uso de plásticos de difícil degradação, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais.

Redução da poluição: Utilização de materiais recicláveis e compostáveis, como papelão e pó de rocha, que diminuem o acúmulo de resíduos sólidos.

Melhor desenvolvimento das plantas: Os vasos biodegradáveis permitem o crescimento radicular sem restrições no momento do transplante, favorecendo o estabelecimento das mudas.

Recuperação do solo: O pó de rocha atua como fonte de minerais, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo.

Custo reduzido: O uso de matérias-primas de baixo custo e ampla disponibilidade torna o processo de produção mais acessível economicamente.

Com isso, dois setores são fortemente atendidos: o **setor agrícola pois permite a** aplicação na produção de mudas e no cultivo sustentável e; o **setor ambiental uma vez que contribui diretamente** para a redução da geração de resíduos plásticos e para a promoção de práticas ambientalmente responsáveis.

No que se refere à maturidade tecnológica, o produto desenvolvido neste trabalho encontra-se em estágio inicial ou pré-comercial, estando atualmente submetido a testes e avaliações experimentais (Embrapa, 2025). Para viabilizar sua implementação em larga escala, é fundamental a continuidade das pesquisas, bem como a realização de validações técnicas e econômicas, as quais estão em andamento no Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia (LIHH), vinculado ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL).

Destaca-se, por fim, que a colaboração entre instituições de ensino e pesquisa e o setor produtivo é essencial para a validação, o aprimoramento e a futura comercialização desses vasos biodegradáveis. Esse vínculo fortalece a conexão entre a inovação científica e as demandas reais do mercado. A continuidade dos estudos não apenas permitirá confirmar os benefícios já observados, como também poderá revelar novas possibilidades de aplicação desses materiais, contribuindo para avanços ambientais, econômicos e sociais.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os resultados deste estudo evidenciam que a adição de 75% de pó de rocha à composição dos vasos biodegradáveis proporcionou a maior resistência e integridade estrutural das amostras durante os testes de rega. O desempenho superior desse tratamento confirma a eficácia do pó de rocha na melhoria das propriedades físicas e mecânicas dos vasos, conferindo-

lhes robustez suficiente para suportar adequadamente as condições de uso e manuseio.

Embora os vasos com 50% de pó de rocha também tenham demonstrado boa resistência, seu desempenho foi ligeiramente inferior ao dos vasos com maior proporção do aditivo. Por outro lado, os vasos compostos exclusivamente por papelão reciclado, sem adição de pó de rocha, apresentaram os piores resultados, evidenciando a importância desse componente na otimização da estrutura do material.

Esses achados não apenas confirmam a viabilidade técnica do uso de pó de rocha na produção de vasos biodegradáveis, como também reforçam seu potencial como uma alternativa sustentável e economicamente viável aos recipientes plásticos convencionais. Este trabalho também se alinha aos princípios do desenvolvimento sustentável, contribuindo diretamente para a redução da poluição ambiental e para o reaproveitamento de resíduos sólidos.

A adoção dessa tecnologia pode gerar impactos positivos significativos nos setores agrícola e florestal, promovendo práticas mais ecológicas na produção de mudas. Para ampliar os benefícios e o potencial de mercado desses vasos, é essencial a continuidade das pesquisas, incluindo a avaliação de desempenho em diferentes condições de uso e a análise da viabilidade econômica em escala comercial.

Ademais, a colaboração entre instituições de pesquisa, setor produtivo e órgãos de fomento é estratégica para acelerar a difusão dessa inovação, impulsionando a transição para um modelo produtivo mais sustentável e contribuindo efetivamente para a preservação dos ecossistemas e a mitigação dos impactos negativos dos resíduos plásticos.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) pelo fundamental apoio institucional, materializado por meio da concessão da bolsa de Inovação Tecnológica PIBITI/UEMASUL. À equipe do Laboratório de Irrigação, Hidráulica e Hidrologia (LIHH), nossos profundos agradecimentos pelo indispensável suporte técnico, pela orientação especializada e pelo constante incentivo ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Beneduzzi, E. B. (2011). *Rochagem: agregação das rochas como alternativa sustentável para a fertilização e adubação de solos* [Monografia de Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul].

Brasil. (2020). *Projeto de Lei nº 4186/20 - Proíbe a comercialização e o uso no País, a partir de 2022, de produtos plásticos de único uso – aqueles que são descartáveis após a utilização – , com exceção de produtos essenciais à saúde pública, à alimentação e à produção industrial*.

Coelho, N. S., Almeida, Y. M. B., & Vinhas, G. M. (2008). A biodegradabilidade da blenda de Poli(β-Hidroxibutirato-co-Valerato)/Amido Anfótero na presença de microrganismos. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 18(3), 270–276.

Costa, J. P., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2016). Plástico no ambiente. *Recursos Hídricos*, 40(1), 11–18. https://doi.org/10.5894/rh40n1-d1

Embrapa. (2025). *Escala de maturidade tecnológica TRL/MRL*. https://www.embrapa.br/escala-dos-niveis-de-maturidade-tecnologica-trl-mrl

Iatauro, R. A. (2001). *Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden* [Monografia de Graduação, Universidade Estadual Paulista].

Matos, L. L., & Lima, E. V. (2016). A importância da reciclagem do papel na melhoria da qualidade do meio ambiente. In *Anais do 16º Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (João Pessoa, PB). https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2021/12/2016_-_ENEGEP_A_importancia_da_reciclagem_do_papel-with-cover-page-v2.pdf

Organização das Nações Unidas (ONU). (2023). *Os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil*. https://brasil.un.org/pt-br/sdgs

WWF Brasil. (2023). *O que é desenvolvimento sustentável?* https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/