

NPK-Wheels: Veículo para fertilização de ecossistemas degradados

NPK-Wheels: Vehicle for fertilization of degraded ecosystems

Charles Anderson dos Santos Kurz^I , Emely de Oliveira^{II} ,
Luiz Felipe da Silveira Severo^{III} , Pâmela Andriele Simon Gomes^{III} ,
Rafael dos Santos Machado^{IIII} ,
Valentina Aguiar Cardozo de Miranda Monteiro^{IIII} 

^I Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

^{II} Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, Brasil

^{III} Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, Brasil

^{IIII} Estácio de Sá, RS, Brasil

^{IIII} Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

RESUMO

O aparecimento de erosão, compactação e perda de matéria orgânica são fatores que contribuem para a degradação do solo. Segundo Miguel Taboada, diretor do Departamento de Solos do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA), essas condições têm origem na exploração intensiva realizada pelos seres humanos em terrenos agrícolas. Além dos fatores ambientais, a localização também pode influenciar a degradação do solo. Em regiões tropicais, os terrenos sofrem com alta acidificação e perda de produtividade. Nesse contexto, elaborou-se a hipótese de implementar uma tecnologia que auxilie na revitalização nutricional dos solos. Com isso, foi desenvolvida uma ferramenta com o objetivo de melhorar a terra sem agredir o meio ambiente, promovendo um reparo sustentável. O NPK-WHEELS é um automóvel projetado para distribuir pequenas quantidades de fertilizante NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), que são essenciais para os micronutrientes do solo e a produtividade dos terrenos. Para o levantamento de dados referente à eficácia do projeto, um protótipo foi criado para simular a potencialização desses micronutrientes no solo. Espera-se que a solução minimize os impactos humanos em terra saudáveis e contribua para a nutrição e fortalecimento de biodiversidades que se encontram em degradação.

Palavras-chave: NPK; Solo; Degradação; Micronutrientes; Agricultura



ABSTRACT

The occurrence of erosion, compaction, and loss of organic matter are factors that lead to soil degradation. According to Miguel Taboada, Director of the Soil Department at the National Institute of Agricultural Technology (INTA), these conditions originate from intensive human exploitation in agricultural lands. In addition to environmental factors, one of the reasons for soil degradation can be attributed to the specific location. In tropical regions, the lands suffer from high acidification and loss of productivity. In this context, a hypothesis has been formulated regarding the implementation of technology to assist in the nutritional revitalization of soils. Consequently, a tool was developed based on this principle, aiming to improve the land without causing harm to the environment and focusing on sustainable restoration. The NPK-WHEELS is an automobile designed to transport and distribute small amounts of NPK fertilizer (Nitrogen, Phosphorus, and Potassium) to the soil, considering their beneficial characteristics for the soil's micronutrients, which are responsible for a land's productivity. To gather data regarding the project's efficacy, a prototype was created to simulate the enhancement of these micronutrients in the soil. Consequently, it is hoped that the solution will yield positive results in minimizing human impacts on healthy lands and in aiding the strengthening and nourishment of biodiversity facing soil degradation conditions.

Keywords: NPK; Soil; Degradation; Micronutrients; Agriculture

INTRODUÇÃO

A degradação do solo é um conjunto de ações que comprometem sua qualidade e funcionalidade. Segundo Miguel Taboada, diretor do Departamento de Solos do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA), a perda de matéria orgânica, gerada pela escassez de nutrientes, a erosão e a compactação causada por máquinas são consequências da exploração intensiva em terrenos agrícolas.

Com o avanço de novas tecnologias, a agricultura brasileira experimentou grande desenvolvimento nos últimos anos. Segundo José (2011), entre 1975 e 2007, cerca de 90% do crescimento do produto agropecuário foi atribuído ao aumento da produtividade. Contudo, em 2017, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) apontou que aproximadamente 33% das áreas agrícolas apresentam degradação moderada ou alta.

Além disso, o International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), conhecido atualmente como World Soil Information, estimou que cerca de 240 milhões de hectares de terra no mundo – equivalente à região dos Cerrados brasileiros – estão



quimicamente comprometidos, principalmente pela deficiência de nutrientes, que representa uma das principais causas de degradação do solo.

Diante dessa problemática, elaborou-se uma hipótese sobre a implementação de uma tecnologia para revitalização nutricional dos solos, essencial para a produtividade e qualidade dos terrenos. Nesse contexto, o NPK-WHEELS foi projetado para transportar fertilizante do tipo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) em solos degradados, visando potencializar seus micronutrientes e promover um reparo sustentável para a agricultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com base na problemática apresentada, desenvolveu-se um veículo capaz de transportar porções de fertilizante em solos que apresentam sinais de degradação devido à carência de nutrientes, visando contribuir para a saúde e produtividade do solo. O desenvolvimento do veículo foi estruturado em quatro etapas principais:

1. Pesquisa bibliográfica;
2. Elaboração do protótipo;
3. Produção do protótipo;
4. Escolha do fertilizante.

Para a elaboração do veículo NPK-WHEELS, utilizou-se o software SOLIDWORKS 2021, uma ferramenta de CAD 3D (Computer-Aided-Design 3D) utilizada para modelagem e visualização de projetos bidimensionais e tridimensionais. Inicialmente, desenvolveu-se uma versão bidimensional do veículo, baseada nas dimensões de um carro de controle remoto, a fim de obter uma visualização mais concreta (**FIGURA 1**). Conforme as necessidades do projeto, essa versão foi sendo modificada por meio de processos de modelagem, como extrusão, ressalto, revolução, chanfro e outros, até chegar a um protótipo tridimensional que atendesse a todas as exigências identificadas (**FIGURA 2**).

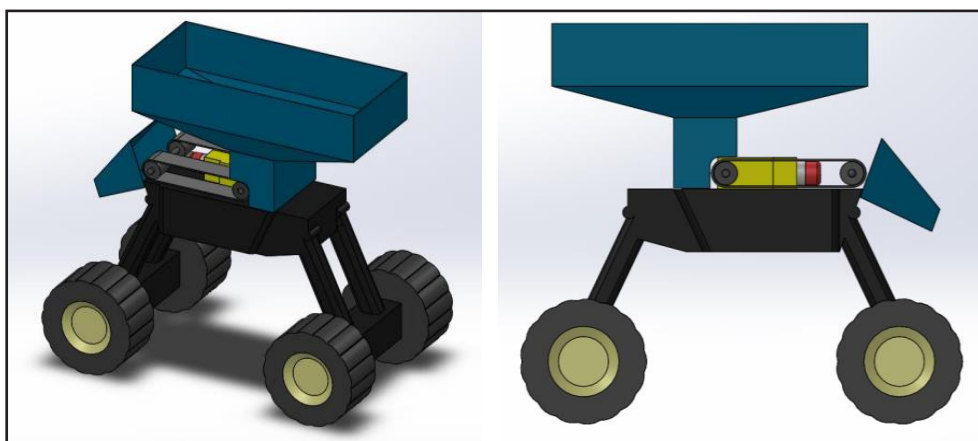


Figura 1 – Projeção inicial do protótipo no programa SOLIDWORKS 2021

Fonte: Elaboração própria

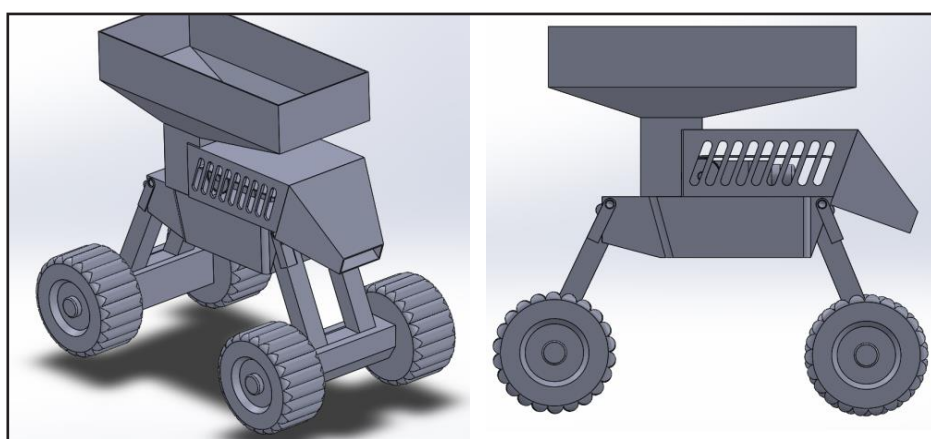


Figura 2 – Projeção final do protótipo no programa SOLIDWORKS 2021

Fonte: Elaboração própria

Com base na análise dos carros de controle remoto, identificou-se a necessidade de elevar a carcaça do protótipo, a fim de garantir sua mobilidade em terrenos variados. Para as rodas, optou-se por um modelo maior, visando minimizar as dificuldades em superfícies irregulares.

Já o sistema de despejo do fertilizante foi inspirado em caminhões de carga de brinquedo, os quais utilizam uma caçamba movida por alavanca. Para esse sistema, escolheu-se uma esteira movida por dois motores, para facilitar a operação e tornar a funcionalidade mais intuitiva.



Na etapa de produção do protótipo, utilizaram-se peças do kit LEGO Education, devido à sua funcionalidade e praticidade na montagem. O mecanismo final foi composto por:

- Um funil, que atua como reservatório para o armazenamento do fertilizante NPK;
- Uma esteira, construída com peças do kit LEGO Education (**FIGURA 3**);
- Dois motores EV3, responsáveis pela a distribuição do fertilizante no solo;
- Outros dois motores EV3, que alimentam o restante do sistema.

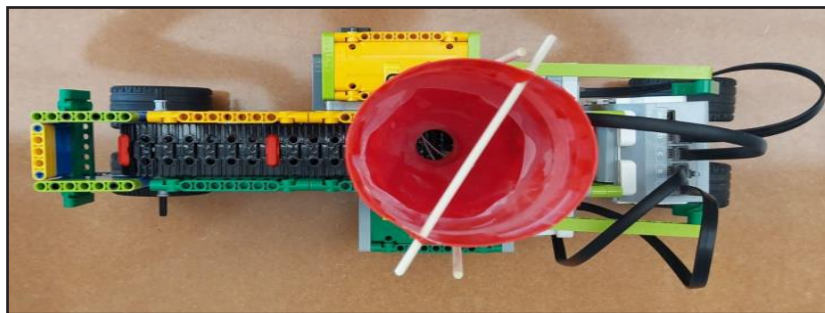


Figura 3 – Visualização da vista superior do protótipo em sua versão final

Fonte: Elaboração própria

Para a elaboração do funil para o protótipo, destinado ao armazenamento do fertilizante, utilizou-se uma garrafa pet, visto que o kit LEGO Education não permitiu essa construção. Como melhoria, propõe-se a produção de um funil, utilizando uma impressora 3D, o que proporcionaria um melhor acabamento e maior funcionalidade ao projeto (**FIGURA 4**).

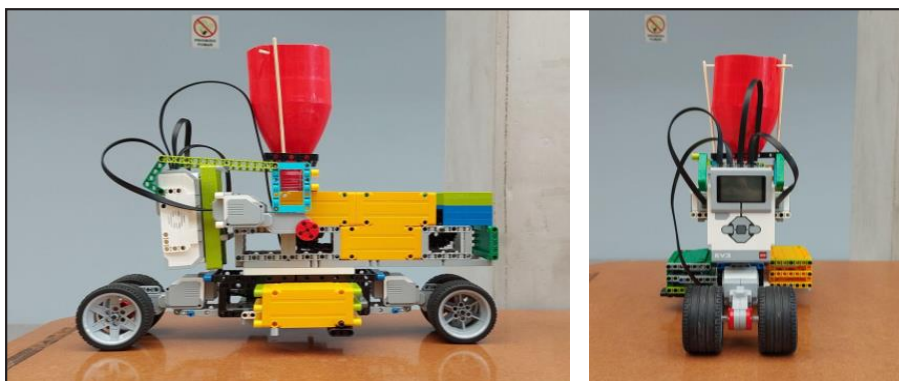


Figura 4 – Visualização da vista lateral e frontal do protótipo em sua versão final

Fonte: Elaboração própria



Após a montagem do protótipo, realizou-se uma revisão bibliográfica, para a escolha do fertilizante. Optou-se pelo fertilizante do tipo NPK, por conter os três componentes necessários para a nutrição do solo: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Estudos bibliográficos e exploratórios mostraram o potencial do fertilizante em melhorar a qualidade do solo e promover o desenvolvimento vegetal.

Com base nisso, realizou-se um experimento, utilizando diferentes formulações do fertilizante NPK, misturadas à terra adubada, para germinar sementes de feijão e observar as reações. Os resultados iniciais foram registrados (**FIGURA 5**), considerando as expectativas futuras de desenvolvimento produtivo das plantas.



Figura 5 – Registro do primeiro dia de experimento (17/10/2023)

Fonte: Elaboração própria

Os dados iniciais revelaram que as sementes plantadas em terra sem fertilizante germinaram com uma semana de experimento, enquanto as plantadas em terra com fertilizante não prosperaram (**FIGURA 6**). Após a análise dos recipientes, percebeu-se que as sementes não haviam germinado devido ao excesso de água, que as causou afogamento e morte (**FIGURA 7**).



Figura 6 – Resultado registrado depois de uma semana de experimento (24/10/2023)

Fonte: Elaboração própria



Figura 7 – Último resultado registrado do experimento (21/11/2023)

Fonte: Elaboração própria

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o desenvolvimento do projeto, foram levantadas diversas hipóteses e resultados que contribuíram para o aprimoramento do protótipo. Com a evolução do NPK-WHEELS, foram realizadas participações em eventos como a Feira de Ciência,



Tecnologia e Inovação UFSM e o SESI Com@Ciência, o que possibilitou aprimorar o protótipo com base em feedbacks e novos conhecimentos, que destacaram a relevância e eficácia do veículo NPK-WHEELS na aplicação agrícola.

Identificou-se, entretanto, que o veículo precisa ser redimensionado, independente do tamanho do terreno. Durante os testes de programação em movimento, constatou-se instabilidade no protótipo, causada, em específico, pela quantidade de fertilizante no funil. Isso confirmou a necessidade de ampliar a capacidade do veículo, permitindo que ele sustente uma carga maior de fertilizante para poder se adaptar às necessidades dos agricultores.

Para isso, o protótipo deverá ser redesenhado, de forma a distribuir uniformemente o peso das peças acopladas, garantindo o equilíbrio e eficiência em diferentes tipos de terrenos. Além disso, para aprimorar os resultados do experimento com fertilizantes, sugere-se a realização de novos testes com o uso de materiais que reduzem o excesso de água no substrato, como isopor, argila expandida e manta de bedin, além da perfuração dos recipientes para a drenagem da água, evitando o apodrecimento das raízes.

CONCLUSÕES

Em síntese, o NPK-WHEELS alcançou resultados positivos especificamente na potencialização dos micronutrientes, se mostrando uma tecnologia essencial para a melhoria da qualidade agrícola e a revitalização do solo. Em última análise, conclui-se que o projeto desempenha um papel fundamental no agronegócio, oferecendo uma tecnologia acessível para os agricultores, e, com isso, o compromisso em dar continuidade ao presente projeto visa aprimorar ainda mais sua eficácia, tornando-o mais prestativo, eficiente e estável em sua versão final.



AGRADECIMENTOS

A todos os colaboradores, orientadores e as famílias envolvidas, que tornaram a realização deste projeto possível. Em especial, expressamos nossa gratidão ao professor Luiz Ricardo Bertoldi de Oliveira e aos orientadores Charles Anderson dos Santos Kurz e Valentina Aguiar Cardozo de Miranda Monteiro, pela orientação valiosa, apoio contínuo e contribuições significativas. Além disso, à instituição de ensino Escola SESI de Ensino Médio José Pedro Fernando Piovan por fornecer os recursos e o suporte necessário para a realização deste trabalho. Sem o comprometimento e a colaboração desses indivíduos, este artigo não teria alcançado seu potencial. Reconhecemos e valorizamos imensamente cada contribuição e apoio oferecidos ao longo deste processo.

REFERÊNCIAS

- [1] Campos Bernardi, A. C. de, Bettiol, G. M., Grego, C. R., Andrade, R. G., Rabello, L. M. & Inamasu, R. Y. (2017). Ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 32(1/2), 211-227. Recuperado de <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/23314>.
- [2] Carvalho, A. M. X. (2013). Rochagem: Um novo desafio para o manejo sustentável da fertilidade do solo. In Silva, J. C. da; Silva, A. A. S.; Assis, R. T. de (Org.). *Sustentabilidade produtiva e inovação no campo*. (pp. 117-132). Uberlândia: Composer.
- [3] EMBRAPA. (2015). *Mudanças Climáticas ILPF*. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8104410/relatorio-da-fao-com-participacao-da-embrapa-revela-que-33-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>
- [4] EMBRAPA. (2016). *Recursos Naturais*. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14343883/estudo-revela-que-30-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>.
- [5] Gasques, J. G., Bastos, E. T. & Bacchi, M. (2011). Crescimento e produtividade da agricultura brasileira de 1975 e 2016. *Agronegócios*, 72(38), 1-9. Recuperado de <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8326>.
- [6] G1 (2018). *Produtividade sem fronteira*. Recuperado de <https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/calpar/produtividade-sem-fronteiras/noticia/saiba-como-e-a-fertilidade-dos-solos-no-brasil.ghtml>
- [7] Lopes, A. S. & Guilherme, L. R. G. (2007). Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In Novais, R. F., Alvarez V., V. H., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R.B. & Neves, J. C. L. (Eds.). *Fertilidade do solo*. (pp.1-64). Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- [8] Luiz, J. T. (2009). *Teores de Nitrogênio e Potássio do cafeeiro recepado em diferentes doses de P²O⁵* (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, MG, Brasil.
- [9] Minella, J. P. G., Merten, G. H., Reichert, J. M. & Cassol, E. A. (2010). Processos e modelagem da erosão: da parcela à bacia hidrográfica. In Bardy, R. P., Turetta, A. P. D. & Andrade, A. G de. (Orgs.). *Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais*. (pp. 105-135). Rio de Janeiro: Embrapa Solos.



- [10] Profeta, G. A. & Braga, M. J. (2011). Poder de mercado na indústria brasileira de fertilizantes NPK (04-14-08), no período de 1993-2006. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49(4), 837-856. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/resr/a/v4hvp8Z86ScLBWScTBRtPCK/?lang=pt>. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000400002>
- [11] Santos, G. A. (2013). *Formas de adição de micronutrientes a um formulado NPK e seu efeito sobre o desenvolvimento do milho* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.
- [12] Serrano, J., Peça, J., Silva, J. M. & Shahidian, S. (2014). Aplicação de fertilizantes: tecnologia, eficiência energética e ambiente. *Revista de Ciências Agrárias*, 37(3), 270-279. Recuperado de <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/16823>. doi: <https://doi.org/10.19084/rca.16823>.
- [13] Ursulino, D. M. A. (2013). *Estudo geoquímico de solos em áreas degradadas no município de Sobral (CE) com vistas à sua recuperação* (Tese de doutorado). Campus de Rio Claro, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil.
- [14] Vettorato, J. A. (2003). *Mapeamento da fertilidade do solo utilizando Sistema de Informação Geográfica* (Dissertação de mestrado). Campus de Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP, Brasil.
- [15] Wadt, P. G. S. (2003). *Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas*. Rio Branco: EMBRAPA - Acre.

Sobre os autores:

Charles Anderson dos Santos Kurz

Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil
Email: charlesask@gmail.com

Emely de Oliveira

Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, Brasil
Email: oliveira04emely@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0006-8182-5275>

Luiz Felipe da Silveira Severo

Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, Brasil
Email: felipe.pyype@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0005-4159-5324>

Pâmela Andriele Simon Gomes

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, Brasil
Email: pamelaandrielesg@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0005-2852-6471>

Rafael dos Santos Machado

Estácio, Brasil
Email: rghostrafael@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0007-9799-8709>

Valentina Aguiar Cardozo de Miranda Monteiro

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil
Email: valenaguarm@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0001-6162-611X>



Como citar este artigo

Kurz, C. A. dos S., Oliveira, E. de, Severo, L. F. da S., Gomes, P. A. S., Machado, R. dos S., & Monteiro, V. A. C. de M. (2025). NPK-Wheels: Veículo para fertilização de ecossistemas degradados. *JESTA*, Cachoeira do Sul, (3) e87428, Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/JESTA/article/view/87428>.