

MODELO SUSTENTÁVEL DE TUTORES DE CONCRETO À BASE DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O CULTIVO DE PIMENTA DO REINO

SUSTAINABLE MODEL OF CONCRET TUTORS BASED ON SOLID WASTE FOR BLACK PEPPER CULTIVATION

Manoel Gomes dos Santos¹
Augusto José Silva Pedrosa²
Maria José de Souza Barbosa³
Antonio Jorge Paraense da Paixão⁴
Adebaro Alves dos Reis⁵
Cleuta Machado da Silva dos Santos⁶

Área Temática 06: Cooperativismo, Economia Solidária e Gestão de Empreendimentos
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

Em um cenário amazônico onde a degradação ambiental aumenta em detrimento dos recursos naturais, o cultivo da pimenta-do-reino (*Piper nigrum* Linnaeus), uma das especiarias mais valorizadas no Brasil tem o Pará como o seu segundo maior produtor e exportador. O cultivo da *Piper nigrum* demanda a utilização de tutores para a sua fixação, estacas de madeiras com média de três metros de comprimento, e um tutor para cada um de seus pés, o que nos leva a uma média de 1800 estacas por hectare, onde são utilizados, tradicionalmente madeira de lei, em especial madeiras como o acapu e a sapucaia, gerando consequentemente um alto número de derrubadas dessas árvores e um comércio, em sua maioria, de forma ilegal. Diante disso, este trabalho traz como sugestão e analisa a viabilidade e adoção de estacas de concreto fabricadas à base de resíduos sólidos automotivos como alternativa sustentável aos tutores de madeira. A pesquisa busca substituir, de forma gradativa e percentual, os agregados do

¹ Instituto Federal do Estado do Pará; manoel.santos@ifpa.edu.br

² Instituto Federal do Estado do Pará; augusto.pedrosa@ifpa.edu.br

³ Universidade Federal do Pará; majose@ifpa.br

⁴ Instituto Federal do Estado do Pará; antonio.paraense@ifpa.edu.br

⁵ Instituto Federal do estado do Pará; adebaro.reis@ifpa.edu.br

⁶ Universidade Federal do Pará; cleuta.santos@tucurui.ufpa.br

concreto, areia e seixo, por esses resíduos de pneus inservíveis triturados. Produzidas as estacas, serão realizados estudos quanto às suas propriedades mecânicas, resistência, durabilidade e todo um levantamento que atendam às necessidades do cultivo de pimenta-do-reino. A fase experimental do projeto será executada nas dependências do Instituto Federal campus Castanhal, especificamente no grupo de pesquisa Gemabio e os testes laboratoriais serão realizados no Instituto Federal campus Belém. Espera-se uma produção de materiais com preços competitivos, fáceis de transportar, disseminando o reaproveitamento de pneus inservíveis, agregando valores aos resíduos e aos trabalhadores envolvidos no processo de reciclagem, contribuindo com isso para a diminuição do desmatamento, a extração ilegal de madeira e acima de tudo, respeitando a natureza e garantindo a sua sustentabilidade.

Palavras-Chave: Pimenta-do-reino, Tutores, Madeiras, Agregados, Sustentabilidade

Abstract

In an Amazonian scenario where environmental manipulation increases to the detriment of natural resources, the cultivation of black pepper (*Piper nigrum*), one of the most valued spices in Brazil, has Pará as its second largest producer and exporter. The cultivation of *Piper nigrum* requires the use of stakes for its fixation, wooden stakes averaging three meters long, and one stake for each of its plants, which leads to an average of 1800 stations per hectare, where hardwood traditions are used in special woods such as acapú and sapucaia, consequently generating a high number of fellings of these trees and a trade, mostly illegal. In view of this, this work presents as a suggestion and analysis the prediction and adoption of concrete stakes made from solid automotive waste as a sustainable alternative to wooden stakes. The research aims to gradually replace concrete, sand and gravel aggregates with these shredded tire residues. Once the stakes are produced, studies will be conducted on their mechanical properties, strength, durability and a complete survey to meet the needs of black pepper cultivation. The experimental phase of the project will be carried out on the premises of the Castanhal Federal Institute campus, specifically in the Gemabio research group, and laboratory tests will be carried out at the Belém Federal Institute campus. The aim is to produce materials at competitive price, which are easy to transport, disseminating the reuse of scrap tires, adding

value to workers involved in recycling, contributing to the reduction of deforestation, illegal logging and, above all, respecting nature and ensuring its sustainability.

Key words: Black papper, Stakes, Woods, Aggregates, Sustainability

1. Introdução

Vive-se em um planeta onde os recursos naturais são limitados e tem se tornado cada vez mais escassos. O constante desenvolvimento e crescimento da humanidade traz em sua bagagem um desgaste insustentável da natureza e uma degradação ambiental devastadora, comprometendo o clima, a biodiversidade, o ecossistema e acima de tudo, a qualidade de vida de quem nele o habita. No estado do Pará isso ganha contornos ainda maiores em função de estar localizado no coração da Amazônia. A sustentabilidade, no sentido simples de sua palavra, surge nesse contexto e se configura como balança entre os fatores econômicos, sociais e a “preservação” do meio ambiente.

Divergindo dos conceitos fechados de sustentável, desenvolvimento sustentável e outras definições para o termo, sustenta-se na polissemia do conceito de desenvolvimento sustentável trazida por Gadotti, onde “sustentável” vai além da preservação dos recursos naturais e da viabilidade de um desenvolvimento sem agressão ao meio ambiente. Ressalta o equilíbrio que deve existir ente o ser humano, o local onde vive e o seu planeta.

Busca-se a sustentabilidade diante um contexto de devastação e degradação ambiental que vem há décadas exaurindo a região amazônica, seja pela exploração ilegal de madeira, expansão agropecuária não ordenada, contaminação dos rios pela mineração predatória entre outros fatores. Diante disso, buscam-se alternativas eficazes de frear essa degradação e estratégias de conciliar o desenvolvimento econômico e a proteção ao meio ambiente. E nesse contexto de sustentabilidade versus degradação ambiental, encontra-se o estado do Pará, localizado na Amazônia ao norte do país, região que tem se consolidado como um dos maiores produtores brasileiros de pimenta do reino (*Piper Nigrum*). Dados do Instituto Brasileiro de

Estatística – IBGE, mostram uma produção superior a 126 mil toneladas apenas no ano de 2023 e uma área colhida de 41.026 hectares.

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) é uma das especiarias mais valorizadas no mundo. O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial e juntamente com o Vietnã e Indonésia detém 65% do mercado global do produto. De janeiro a outubro de 2020, as exportações brasileiras somaram cerca de US\$ 149 mil, alta de 0,14% em relação ao mesmo período de 2019. No Brasil, a produção está concentrada nos estados do Pará, no Espírito Santo, figura 1, e na Bahia (Vidal, p. 1, 2020).

Figura 1 - Cultivo tecnificado de pimenta do reino no norte do Espírito Santo



Fonte: Revista Procampo

A pimenta-do-reino possui hábito trepador, tendo assim a necessidade de fixar as plantas a um tutor, geralmente utilizado uma madeira de lei, comumente o acapú, jarana, acariquara ou sapucaia, que serve de apoio para fixação das raízes adventícias. Para isso são utilizados estacões com 3,0 m de comprimento, devendo ser enterrados a 50 cm de profundidade. Calcula-se que em cada hectare de plantação de pimenta-do-reino são cultivadas entre 1.600 e 2.500

plantas, para cada planta são necessário um tutor, o que nos leva a um número absurdo de derrubadas todos os anos, apenas no Estado do Pará. (Costa *et al.*, 2020).

Os tutores no cultivo de pimenta-do-reino representam um percentual significativo na implantação inicial desse cultivo, a diminuição de custos nessa fase do empreendimento impulsiona o crescimento da cultura, reforça a necessidade de estudos, exige a adoção de práticas sustentáveis no cultivo dessas plantas trepadeiras, como ainda a pitaya e o maracujá. A utilização dessas madeiras de lei como tutores vem sendo questionados por órgãos de controle e fiscalização, além das pressões do mercado consumidor por produtos e cultivos mais ecológicos.

A devastação ambiental, a discussão sobre o ecossistema e a sua sustentabilidade nos remete a um outro problema crônico em nossa região: os resíduos sólidos e a sua destinação. A produção de resíduos sólidos no mundo é um problema que vem sendo amplamente discutido desde a segunda metade do século XX. De acordo com o Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2012), a produção mundial de resíduos sólidos passará de 1,3 bilhão de toneladas para 2,2 bilhões de toneladas até o ano de 2025, aumentando os efeitos negativos do consumismo desenfreado atualmente praticado e extremamente nocivo ao meio ambiente. (Nascimento; Rempel, 2022).

No Brasil, a associação Nacional das indústrias de Pneumáticos (ANIP), baseado na Resolução CONAMA nº 416/2009 procura regulamentar a destinação adequada para esses resíduos. A resolução recomenda que para cada pneu novo introduzido no mercado, um pneu inservível seja coletado e tenha o seu destino correto, determina aos fabricantes e importadores de pneus novos, com peso unitário superior a dois quilos, a coletarem e destinarem adequadamente os pneus inservíveis existentes no território nacional. Além disso, estabelece a implantação de pontos de coleta de pneus inservíveis em todos os municípios com população superior a 100 mil habitantes.

O Ibama, por meio da Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões, que é vinculada à Coordenação Geral de Gestão da Qualidade Ambiental, da Diretoria de Qualidade Ambiental, é responsável pelo controle e fiscalização da implementação da Resolução. Com esse intuito, publicou, em 18 de março de 2010, a Instrução Normativa nº 01, que institui o “Relatório de Pneumáticos: Resolução Conama nº 416/2009”, inserido no Cadastro Técnico

Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP), que é preenchido pelos fabricantes e importadores de pneus novos, bem como pelas empresas destinadoras de pneumáticos inservíveis. Segundo o mesmo relatório foi fabricado em 2021 o equivalente a 1.190.527,55 toneladas de pneus (Brasília, 2022).

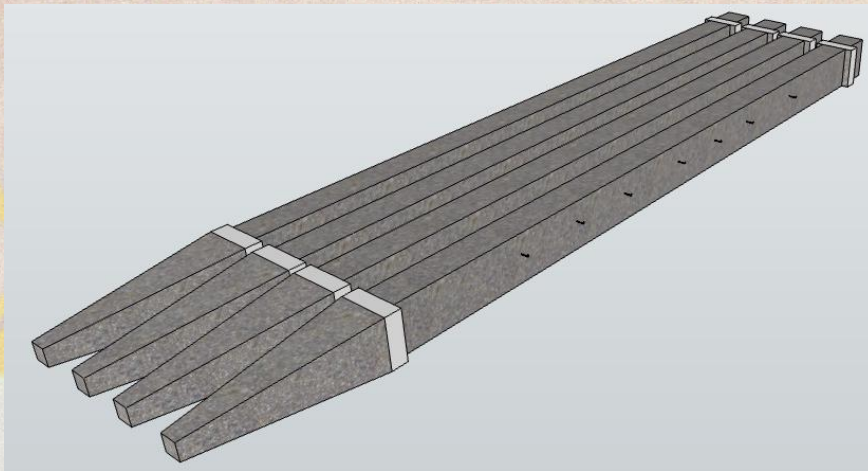
A destinação inadequada de resíduos sólidos gerados a partir de pneus inservíveis, pneus sem condições de utilização ou reforma, é um problema gravíssimo e crescente na região metropolitana de Belém, estendendo-se ao município de Castanhal, o descarte irregular gera além da poluição ambiental, focos de proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, vetor de doenças como a dengue, comum nessa região.

O trabalho de pesquisa consiste em analisar a viabilidade, adaptação e adoção de estacas de concreto (tutores) fabricados à base de resíduos sólidos automotivos. Nesta análise procura-se substituir os agregados do concreto, no caso a areia e o seixo, gradativa e percentualmente por resíduos de pneus automotivos, especialmente os pneus inservíveis, triturados e com granulometria característica e adequada às especificações técnicas. A pesquisa vem trazendo uma alternativa de substituir os tutores hoje utilizados de madeira de lei, por estacas de concreto. As estacas de concreto, sendo produzidas especificamente para esta finalidade, utilizando os produtos e as especificações técnicas adequadas podem adquirir durabilidade muito maior que as estacas de Acapú, com resistência a deteriorização, variações de temperatura, humidade e ataque de pragas e, o reaproveitamento desses resíduos solidificam o combate a um problema ambiental gravíssimo, o descarte inconsciente desses sólidos na nossa região.

2. Metodologia

O projeto consiste na análise e viabilidade de produção de estacas de concreto, utilizadas como tutores, especialmente na plantação de pimenta do reino. O concreto é composto por água, cimento e os agregados, onde os agregados dividem-se em agregados miúdos, no caso a areia e, os agregados graúdos, usualmente o seixo ou a brita, sendo estes últimos, os elementos a serem substituídos na composição da produção da estaca, Figura 2.

Figura 2 - Estacas de concreto



Fonte: Própria (2025)

As estacas serão produzidas, analisadas, nas dependências do grupo de pesquisa GEMABio, no Instituto Federal campus Castanhal localizado na BR 316 km 60. Inicialmente serão realizados levantamentos e estudos das propriedades mecânicas e físico-químicas do resíduo a ser trabalhado no projeto, os resíduos de pneus inservíveis, conforme figura 2. Um segundo passo é o levantamento da disponibilidade, quantitativo e o tratamento necessário para a utilização do respectivo resíduo na execução do projeto. Um próximo passo é fazer a substituição gradativa e percentual (10%, 20%, 40%, 50% e 75%) da areia e da brita (seixo), parte da composição do concreto, pelo resíduo sólido..

Figura 1 - Pneus Triturados



Fonte: imagens internet

Posteriormente, serão confeccionadas as formas, necessárias para a produção das peças, levando em consideração a necessidade das plantas, como espessura adequada entre outros fatores. Após as peças já produzidas, serão realizados testes necessários para a obtenção e avaliação quanto à suas propriedades mecânicas, dureza, resistência ao vento, testes de tração e compressão. Conhecendo as suas propriedades, entenderemos o seu comportamento quando levado aos esforços mecânicos e sua capacidade de resistência. As análises experimentais, baseados especificamente na dureza e resistência de material, resistência de carga, serão realizadas no laboratório de Mecânica do Instituto Federal campus Belém, se necessário poderá ser utilizado o laboratório da Engenharia Civil, na Universidade Federal campus Belém. A fase de execução experimental do projeto e suas respectivas etapas serão realizadas na comunidade agrícola 15 de agosto, região às proximidades do município de Castanhal, onde serão feitas as análises, hipóteses, o delineamento experimental, análises estatísticas, réplicas e o demais necessário para a execução do projeto.

3. Resultados/Discussões

Após análise dos resultados obtidos com a construção das estacas, espera-se fabricar um produto que possa substituir os tutores utilizados nas plantações, especialmente na produção de pimenta do reino, obedecendo os seus critérios de altura, espessura, rugosidade entre outros fatores necessários, fazendo o aproveitamento do resíduo dos pneus inservíveis da região e, diminuir com isso a quantidade de madeiras de lei utilizadas nesses trabalhos, minimizar a venda, comercialização e extração ilegal de madeiras, trazer a criação de um sistema de produção que traga uma geração de renda extra e agregue valores aos resíduos e aos trabalhadores envolvidos no processo, com respeito à leis e resoluções ambientais vigentes, adquirir certificados de qualidade junto aos órgãos competentes, criar um produto de baixo custo, vida útil superior as estacas hoje utilizadas, preços competitivo no mercado, com possibilidades de variações de tamanhos e formas de acordo com a necessidade da plantação, que não faça competição de nutrientes e irrigações com as plantações em estudo, tenha facilidade de manejo e transporte, maior resistências as intempéries e variações de temperatura,

não havendo necessidade de tempo de espera como no caso das plantações de gliricídia, utilizadas hoje nas plantações de pimenta do reino, além disso, disseminar o reaproveitamento de resíduos sólidos, trabalhando com as cooperativas e fomentando a sustentabilidade e o aumento da reciclagem da região e, abrindo caminho para a produção de estacas para outras finalidades, como por exemplo a estaca para os currais e outras diversas atividades o qual é utilizada a madeira de lei para a sua produção.

4. Considerações Finais ou Conclusão

Espera-se que após os estudos e análises, feitos os testes que garantam as condições necessárias e suficientes para as devidas substituições, resistência, durabilidade, preço competitivo, condições climáticas, resistências à pragas, entre outros diversos fatores, as estacas de concreto produzidas a partir do reaproveitamento de resíduos dos pneus inservíveis em sua composição possam tornar-se uma alternativa sustentável, viável para substituir as atuais estacas de madeira de lei nas plantações de pimenta-do-reino e, possa abrir caminho para a substituição para o cultivo de outras espécies, que tradicionalmente utilizam a madeira lei para o seu cultivo, a exemplo da pitaya e o maracujá. Adicionalmente espera-se que essa substituição some-se as diversas tentativas criadas para a diminuição do desmatamento, a extração ilegal de madeiras e a conscientização da sociedade quanto a utilização dos resíduos sólidos e o seu reaproveitamento.

5. Referências Bibliográficas

BRASILIA. 2022. Resolução Conama nº 416/09. **Relatório de Pneumáticos**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/relatorios/pneumaticos>. Acesso em: 01 out. 2024.

COSTA, Y. C.; SANTOS, H.C.A.; RIBEIRO, N. M.; OLIVEIRA, S. J.; CESARIN, V.; CARVALHO, L. B. Cultivo de pimenta-do-reino. **Revista agronomia Brasileira**, São Paulo, v. 4, p. 2, 2020.

FERREIRA, E. A; FERANDEZ, A. G; SOUZA, C. P; FELIPE, M. A; SANTOS, J. B; SILVA, D. V; GUIMARÃES, F. A. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em

pastagens degradadas no Médio Vale do Rio Doce Minas Gerais. *Ceres*, Viçosa, v. 61, n. 4, p. 1502-510, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023), Produção de pimenta do reino. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/explica/producao-agricola/pimenta-do-reino>. Acesso em 19 mai.2025

MENEZES, A. J. E. A; HOMMA, A. K. O; ISHIZUKA, Y; KODAMA, N. R; KODAMA, E. E. Gliricídia como tutor vivo para pimenta-do-reino. *Emprapa*, Belém, 2013.

MIRANDA, L. V. A; MOCHIUTTI, S; CUNHA, A. C; CUNHA, H. F. A. Descarte e destino final de caroços de açaí na Amazônia Oriental-Brasil. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 25, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/18094422asoc2020138r2vu2022L2AO>. Acesso em: 15 de outubro de 2024.

GADOTTI, M. Educar para a sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável. Editora e livraria Paulo Freire, São Paulo, 2008

MOURA, E. F; MENEZES, I. C; LEMOS, O.F. Concentrações de citocinina e carvão ativado na micropropagação de pimenta-do-reino. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 72-76, 2008 .

NASCIMENTO, M. J. O; REMPEL, C. Diagnóstico do descarte de caroços de açaí em Macapá/Ap e sua utilização como incremento de renda dos beneficiadores. *Estudo & Debate*, Lajeado, São Paulo, v. 29, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v29ila2022.2915>. Acesso em: 15 de outubro de 2024.

PORRO, R. O que as cercas de acapu ensinam sobre o desmatamento na Amazônia?, Rio de Janeiro, jan. 2022. Seção Ponto de Vista. Disponível em: <https://oeco.org.br/analises/o-que-as-cercas-de-acapu-ensinam-sobre-o-desmatamento-na-amazonia/>. Acesso em: 20 out. 2024.

RODRIGUES, S. M; LEMOS, O. F; BOTH, J. P. C. L; ARAÚJO, S, M, B; POLTRONIERI, M. C; MENEZES, I. C. O tipo de tutor influencia nos caracteres de crescimento e produção de cultivares de pimenta-do-reino no nordeste do Pará-Brasil. *Research Society and Development*, v. 11, n. 12, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34547>. Acesso em: 15 de outubro de 2024.

VIDAL, Maria de Fátima. Evolução do cultivo de pimenta-do-reino na área de atuação do BNB. *Caderno Setorial Etene*, Fortaleza , ano 5. n. 146, p. 1-7, 2020.