

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Conversão de resíduos madeireiros amazônicos em biochar para  
aplicação em solos e mitigação de gases de efeito estufa**

**Gabriela Aguiar Amorim**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais.  
Opção em: Tecnologia de Produtos Florestais

**Piracicaba  
2025**

## RESUMO

### Conversão de resíduos madeireiros amazônicos em biochar para aplicação em solos e mitigação de gases de efeito estufa

Resíduos madeireiros oriundos do manejo florestal sustentável na Amazônia acumulam-se em grandes volumes, configurando um passivo ambiental com potencial emissivo quando não destinados adequadamente. Este estudo investigou a viabilidade ambiental e produtiva da conversão desses resíduos em biochar, considerando propriedades físico-químicas relevantes ao uso no solo e à elegibilidade em certificações de neutralização de carbono. Foram utilizados resíduos de três espécies amazônicas obtidas da atividade de manejo florestal (*Licania canescens*, *Protium altissimum* e *Tapirira guianensis*), submetidos à pirólise em 400, 600 e 800 °C. Diagramas sistêmicos compararam o descarte in natura dos resíduos com sua conversão em biochar, evidenciando os benefícios ambientais da valorização. *Licania canescens*, com maior densidade básica e teor de lignina, originou biochars com maior teor de carbono fixo e potencial estabilidade térmica. *Tapirira guianensis* gerou biochars com menor densidade aparente e maior presença de grupos funcionais oxigenados, indicando menor estabilidade, mas possível capacidade de interação com o solo. *Protium altissimum* apresentou equilíbrio entre essas propriedades, sugerindo potencial de uso multifuncional. Nenhum biochar apresentou elementos potencialmente tóxicos, conforme análise por espectroscopia de energia dispersiva (EDS). A pirólise a 400 °C favoreceu a preservação de grupos funcionais oxigenados; a 600 °C proporcionou equilíbrio entre estabilidade estrutural e funcionalidade; e a 800 °C apresentou maior condensação da matriz carbonácea e aumento do carbono fixo. Os resultados demonstram que a conversão de resíduos do manejo florestal amazônico em biochar apresenta viabilidade técnica e ambiental, sendo uma alternativa eficiente para valorização de passivos florestais com potencial aplicação em solos e mitigação de emissões.

Palavras-chave: Descarbonização, Gestão de resíduos, Mudanças climáticas, Desenvolvimento sustentável, Biocarvão

## ABSTRACT

### **Conversion of Amazonian wood residues into biochar for soil application and greenhouse gas mitigation**

Wood residues originating from sustainable forest management in the Amazon accumulate in large volumes, representing an environmental liability with emission potential when not properly managed. This study investigated the environmental and productive viability of converting these residues into biochar, considering physicochemical properties relevant to soil application and eligibility for carbon offset certifications. Residues from three Amazonian species obtained through forest management activities (*Licania canescens*, *Protium altissimum*, and *Tapirira guianensis*) were subjected to pyrolysis at 400, 600, and 800 °C. *Licania canescens*, with higher basic density and lignin content, produced biochars with higher fixed carbon content and potential thermal stability. *Tapirira guianensis* yielded biochars with lower bulk density and greater presence of oxygenated functional groups, indicating lower stability but potential for soil interaction. *Protium altissimum* exhibited a balance between these properties, suggesting potential for multifunctional use. No biochar showed the presence of potentially toxic elements, according to energy-dispersive spectroscopy (EDS) analysis. Pyrolysis at 400 °C favored the preservation of oxygenated functional groups; at 600 °C, it provided a balance between structural stability and functionality; and at 800 °C, it resulted in greater condensation of the carbonaceous matrix and increased fixed carbon content. The results demonstrate that converting Amazon forest management residues into biochar is technically and environmentally viable, offering an efficient alternative for adding value to forest liabilities with potential application in soils and greenhouse gas mitigation.

Keywords: Decarbonization, Waste management, Climate change, Sustainable development, Biochar