



Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2

**Cristina Aledi Felseburgh
(Organizadora)**

Atena
Editora

Ano 2021



Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2

**Cristina Aledi Felseburgh
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Revisão: Os autores
Organizadora: Cristina Aledi Felsemburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C744 Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2 / Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-294-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.941212707>

1. Engenharia florestal. I. Felsemburgh, Cristina Aledi (Organizadora). II. Título.

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

É com enorme prazer que apresentamos o e-book “Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal 2” elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 10 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados às diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os capítulos estão de forma a atender as áreas voltadas à viabilidade de sementes, produção de mudas, propagação vegetativa, melhoramento genético e plantios clonais. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas relacionados à mudança climática, sequestro de carbono, recursos hídricos, valoração florestal, dinâmica populacional, interação fauna-flora e serviços ecossistêmicos. Em uma terceira parte, os trabalhos referem-se ao processo produtivo, operações florestais, modelos e estimativas de produção. E finalizando, e um uma quarta parte com o tema relacionado à utilização de produtos não madeireiros e subprodutos florestais. Desta forma, o e-book “Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal 2” apresenta relevantes e promissores resultados realizados por professores e acadêmicos que serão dissertados nesta obra de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores por partilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam estimular e inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felsemburgh

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

QUALIDADE FISIOLÓGICA, REPETIBILIDADE E DISSIMILARIDADE GENÉTICA PARA CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE SEMENTES DE *MIMOSA SCABRELLA* BENTH

Daniceli Barcelos

Paulo Cesar Flôres Júnior

Glauciana da Mata Ataíde

Marcio Dias Pereira

Andressa Vasconcelos Flores

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127071>

CAPÍTULO 2..... 15

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *CORDIA TRICHOTOMA* SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS EM VIVEIRO

Renata Smith Avinio

Junior Oliveira Mendes

Kelen Haygert Lencina

Angélica Costa Malheiros

Tháise da Silva Tonetto

Denise Gazzana

Dilson Antônio Bisognin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127072>

CAPÍTULO 3..... 27

ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS E SELEÇÃO DE CLONES DE *CORDIA TRICHOTOMA* NAS DIFERENTES ÉPOCAS DE COLETA

Angélica Costa Malheiros

Renata Smith Avinio

Luciane Grendene Maculan

Tháise da Silva Tonetto

Denise Gazzana

Gabriele Taís Lohmann

Kelen Haygert Lencina

Dilson Antônio Bisognin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127073>

CAPÍTULO 4..... 38

TOOLS FOR STRATEGIC DECISION MAKING ON WATER RESOURCES MANAGEMENT UNDER CLIMATE VARIABILITY AND DROUGHT CONDITIONS ON THE CAATINGA'S BIOME OF NORTHEAST BRAZIL

Marcos Airton de Sousa Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127074>

CAPÍTULO 5..... 50

MODELO DE AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE DIESEL NA AGRICULTURA, COM ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES DE CO₂ PARA A ATMOSFERA E PROJETOS FLORESTAIS PARA SEQUESTRO DE CARBONO ESTUDO DE CASO: BANANA X SOJA

Luiz Carlos Sérvulo de Aquino
Brunna Simões Ungarelli
Guilherme Amatuzzi Teixeira
Aida Inírida Ortega Acosta
Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127075>

CAPÍTULO 6..... 69

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL POTENCIAL FORESTAL EN CONCESIONES MINERAS DEL SUR DE LA AMAZONIA PERUANA

Carlos Nieto Ramos
Jorge Garate-Quispe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127076>

CAPÍTULO 7..... 81

UMA ANÁLISE SOBRE DINÂMICA POPULACIONAL E SURTO DE INSETOS-PRAGA

José Carlos Corrêa da Silva Junior
Luana Camila Capitani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127077>

CAPÍTULO 8..... 91

ANÁLISE DE RISCOS ASSOCIADOS À COLHEITA FLORESTAL EM ÁREAS DECLIVOSAS NO BRASIL

Anatoly Queiroz Abreu Torres
Tamires Galvão Tavares Pereira
Rodolfo Soares de Almeida
Fernanda Leite Cunha
Erick Martins Nieri
Lucas Amaral de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127078>

CAPÍTULO 9..... 108

DETERMINAÇÃO DE ALTURA E VOLUME DE *EUCALYPTUS* SPP NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CIÊNCIAS FLORESTAIS DE ITATINGA-SP

Maria Cristina Bueno Coelho
Paulo Ricardo de Sena Fernandes
Yandro Santa Brigida Ataíde
Max Vinícios Reis de Sousa
Maurilio Antonio Varavallo
Juliana Barilli
Mauro Luiz Erpen
Marcos Vinicius Giongo Alves
Mathaus Messias Coimbra Limeira

Andre Ferreira dos Santos
Augustus Caeser Franke Portella
Manuel Tomaz Ataide Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9412127079>

CAPÍTULO 10..... 124

POTENCIAL DA TORTA RESIDUAL DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL. NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Widna Suellen Paiva dos Anjos
Marcela Cristina Pereira dos Santos Almeida
Renata Martins Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.94121270710>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 138

ÍNDICE REMISSIVO..... 139

MODELO DE AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE DIESEL NA AGRICULTURA, COM ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES DE CO₂ PARA A ATMOSFERA E PROJETOS FLORESTAIS² PARA SEQUESTRO DE CARBONO ESTUDO DE CASO: BANANA X SOJA

Data de aceite: 01/07/2021

Luiz Carlos Sérvulo de Aquino

Instituto Virtual Internacional para Mudanças Climáticas Globais (IVIG/COPPE/UFRJ)

Brunna Simões Ungarelli

Instituto Virtual Internacional para Mudanças Climáticas Globais (IVIG/COPPE/UFRJ)

Guilherme Amatuzei Teixeira

Instituto Virtual Internacional para Mudanças Climáticas Globais (IVIG/COPPE/UFRJ)

Aida Inírida Ortega Acosta

Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colômbia

Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Coordenador do IVIG, vinculado à Coordenação de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia (COPPE/UFRJ)

RESUMO: A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de determinar o consumo do óleo diesel na produção de cereais e frutas; avaliar a consequente quantidade de dióxido de carbono (CO₂) emitida para a atmosfera; e, ainda, relacionar projetos florestais que, por meio da fotossíntese, durante os ciclos de crescimento das árvores, contribuem para o sequestro de parte dessas emissões. Foram selecionadas 41 culturas: 38 perenes e 03 temporárias, tendo sido resgatados dados de produção de 13 anos consecutivos, de 2000 a 2012. Assim, com o

modelo matemático resultante, foi possível obter as emissões de CO₂ de tais cultivos - individuais ou agrupados -; bem como, comparar os resultados das plantações perenes e temporárias. O estudo de caso selecionado apresenta, como exemplo, uma comparação entre o consumo de óleo diesel e as respectivas emissões de CO₂ das lavouras de BANANA (*Musa sp.*) e SOJA (*Glycine max*), com base na produção brasileira. Em relação ao sequestro de carbono (C) foram elaboradas quatro alternativas de mitigação florestal: i) PROJETO DE PROTEÇÃO FLORESTAL; ii) REFLORESTAMENTO com espécies de rápido crescimento; iii) SISTEMAS DE AGROFLORESTAIS (1º ciclo); e (iv) PROJETO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. Para cada opção, há a indicação do número de árvores a serem plantadas ou hectares a serem protegidos / enriquecidos para efeito de redução, ainda que parcial, da quantidade de CO₂ emitida para a atmosfera.

PALAVRAS - CHAVE: Agricultura & floresta; consumo de diesel; Emissão de CO₂; sequestro de Carbono com projetos florestais.

DIESEL CONSUMPTION ASSESSMENT MODEL IN AGRICULTURE, WITH CO₂ EMISSION ESTIMATES FOR ATMOSPHERE AND FOREST PROJECTS CARBON HIJACKING. CASE STUDY: BANANA X SOY

ABSTRACT: The present research was developed with the objective of determining the consumption of the diesel oil in the production of cereals and fruits; assess the consequent amount of CO₂ emitted into the atmosphere; and,

in addition, list forest projects that, through photosynthesis, during tree growth cycles, can contribute to the total or partial sequestration of these emissions. 41 crops were selected: 38 perennials and 03 temporary, for which were rescued production data from 13 consecutive years, from 2000 to 2012. Thus, with the resulting mathematical model, it was possible to obtain CO₂ emissions from all crops - individual or grouped -, as well as to compare the results of perennial and temporary plantations. The selectees study case show, for example, a comparison the diesel consumption and the respective CO₂ emissions of the crops: BANANA (*Musa sp.*) and SOYBEAN (*Glycine max*), based on the Brazilian production. About regarding the sequestration of carbon (C) four forest mitigation alternatives were elaborated: i) FOREST PROTECTION PROJECT; ii) REFORESTATION with fast growing species; iii) AGROFLORESTAIS SYSTEMS (1st cycle); and (iv) URBAN ARBORIZATION PROJECT. For each option, there is the indication of the numbers of trees to be planted or hectares to be protected / enriched for a purpose of the reduction of the quantity of CO₂ issued for atmosphere.

KEYWORDS: Agriculture and forest; diesel consumption; CO₂ emission; carbon sequestration with forests projects.

1 | INTRODUÇÃO

A modernização do setor agrícola no Brasil e em outros países da América Latina começou na década de 1960, com investimentos governamentais em: infraestrutura, implantação de sistemas de comunicação; ampliação da assistência técnica, garantia de preços mínimos e liberação de linhas de crédito. Mas esta modernização não inclui a totalidade dos cultivos perenes e dos produtos vegetais do extrativismo.

Além disso, na época, não havia preocupação com as emissões de gases de efeito estufa, mas, sim, uma visão desenvolvimentista predominante em todos os setores da economia. Apenas na década de 1980, as mudanças climáticas despertaram preocupação na comunidade científica internacional, devido às evidências que correlacionam o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) com o aquecimento global. Somente em 1990, com o primeiro relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) [1], foi alcançado um relativo consenso sobre este tema, mas não excluiu divergências metodológicas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, cujos entendimentos sobre as finalidades e capacidades de divulgação dos parâmetros agroflorestais são opostos. Há, obviamente, as diferenças entre as atividades praticadas dos pequenos e médios agricultores e as ações de *marketing* conduzidas pelos grandes investidores do agronegócio [2] [3]. Assim, a escolha da BANANA e da SOJA baseou-se no fato desses cultivos ocuparem os extremos no *ranking* do consumo de diesel e das respectivas emissões de dióxido de carbono (CO₂). Além, dos tratos culturais serem de dois grupos distintos de cultivos: respectivamente, permanentes e temporários [4].

Provavelmente, por esse motivo e por outras razões estruturais, verifica-se, há muito tempo, com poucas exceções, a demora no aprimoramento da catalogação dos

dados da produção agrícola e florestal. Observa-se, por exemplo, que, no Brasil e em muitos países do hemisfério sul, dificuldades para o levantamento dos dados primários, exigindo inferências diversas, que incluem, dentre outros, o cálculo das taxas de fixação de carbono de espécies arbóreas. Logo, poucos pesquisadores se aventuram a enfrentar as dificuldades inerentes deste tipo de estudo devido ao elevado grau de incerteza, causado, também, pelas consideráveis diferenças de solo, clima e vegetação das regiões terrestres.

Dessa forma, apesar dessa constatação, a presente pesquisa agroflorestal teve como finalidade superar as seguintes dificuldades:

- A escolha das culturas (perenes e temporárias) e das ferramentas de processamento digital;
- A decisão de agrupar em um mesmo componente do modelo de cálculo culturas agrícolas com processos produtivos relativamente similares;
- A sistematização de diversos dados agroflorestais para subsidiar a pesquisa técnico-científica, com a elaboração de um modelo de cálculo de apoio complementar baseado na Ciência Florestal;
- A quantificação estimada do volume de óleo diesel usado na mecanização e na produção e transporte das diferentes safras; e
- Conversão matemática de medidas (área e volumes) em parâmetros de energia.

Este estudo também mostra, na medida do possível, as grandes diferenças entre os modelos de produção das safras do agronegócio (SOJA, cana-de-açúcar e algodão) [5] [6] e os gastos menores feitos para a produção de BANANA, de outras frutas tropicais [7] [8] [9] e de produtos do extrativismo vegetal [10]. Consequentemente, em função das peculiaridades e características das lavouras e florestas, o modelo em apreço buscou gerar indicadores estatísticos de projetos de reflorestamento, de arborização e de ações de proteção agroecológica, com o intuito de estimular plantios de árvores, tanto por produtores rurais, como por instituições públicas, voltados para redução das emissões de dióxido de carbono (CO_2). Devido à inconsistência dos dados técnicos e/ou de informações socioeconômicas, houve a necessidade de algumas inferências, enfatizando:

- Nível de mecanização de um processo produtivo [11] [12] [13];
- A importância atribuída a um tipo de tratamento cultural em relação a outros; e
- Padrão de vida dos produtores rurais (pequenos, médios ou grandes produtores [14]).

Ao optar neste estudo pela comparação entre uma cultura tradicional e outra altamente mecanizada, a intenção é demonstrar, a partir das experiências agrícolas brasileiras e latino-americanas, a grande diferença que existe entre as atividades dos pequenos e médios agricultores e dos grandes investidores do agronegócio.

2 | JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS

Modelo matemático que visa sensibilizar a sociedade em geral e os empresários do setor agrícola, em particular, para a necessidade de investimentos em projetos de recuperação de paisagens florestais, que contribuem, adicionalmente, para a proteção dos solos, da biodiversidade; bem como, para a mitigação das emissões de CO₂, derivadas das atividades agrícolas.

2.1 Objetivos Gerais

- Propor modelo de sistematização de dados de produção agrícola para cálculo do consumo de óleo diesel e das respectivas emissões de CO₂;
- Indicar opções florestais e agroflorestais para apoiar projetos de sequestro de carbono, apontando o número de árvores e hectares a serem plantados ou protegidos, usando como exemplos comparativos as safras de BANANA e de SOJA; e
- Contribuir para a melhoria da reputação das empresas que, de fato, optarem pela neutralização das emissões de CO₂, contribuindo, assim, para a gerar oportunidades de trabalho no meio rural e o aumento da renda dos pequenos produtores.

3 | METODOLOGIA

3.1 Planilhas de cálculo - Dados de entrada

Foram selecionados 41 produtos diferentes (agrícolas e extrativistas), sendo: 38 perenes e 03 temporários (Tabelas 1), das quais resgatou-se dados de produção de 13 anos consecutivos, de 2000 a 2012.

	ESPECIFICAÇÕES	TOTAL
Cultivos Permanentes	BANANA Café e cacau Coco e palma Frutas Cítricas: Laranja, Limão e Tangerina Frutas Tropicais: Abacate, Anonáceas (atemóia, graviola, abacaxi, etc.), Caju, Goiaba, Mamão, Manga Frutos subtropicais: caqui, figo, maçã, pêra + marmelo e pêssego + ameixa + nectarina Uva, Maracujá e Pimenta do Reino Extrativismo vegetal (palmeiras): Açaí, Babaçu, Buriti + Carnaúba, Palmito e Piaçava. Extrativismo vegetal (Madeiras nobres): Borracha, Castanha, Erva Mate, Guaraná, Mangaba, Pequi e Umbu.	38
Cultivos Temporários	Algodão (herbáceo e arbóreo) Cana de açúcar SOJA	03
TOTAL		41

Tabela 1: Culturas pesquisadas e principais agrupamentos

A Tabela 2 mostra os dados da produção, produtividade e transporte interno das lavouras de soja e banana, fruta que é produzida em 130 países, que compõe a dieta alimentar de pessoas de todos os continentes [7].

BANANA				2000	2001	..	..	2011	2012
Dados de Entrada									
Área Plantada	(1000 ha)	[4] [15] [32]		524,8	510,3			505,7	523,5
Produtividade	(toneladas / ha)	[15]		14,20	13,40			14,36	12,96
Dias de transporte / ano -70%-função das zonas: produção e colheita [32]				204	204			204	204
Distância: da área de plantio ao comércio / indústria (km) [32]				125	125			125	125
Capacidade média do caminhão: "Toco" (~ toneladas) [16]				14,0	14,0			14,0	14,0
Consumo estimado de óleo diesel por caminhão (km/l) [16]				6,0	6,0			6,0	6,0
Conversão: 1.0 tonelada de diesel = 0,848 tEP [17]				0,848	0,848			0,848	0,848
Densidade do Óleo Diesel = 0,840 t/m ³ [17]				0,84	0,84			0,84	0,84
Preço médio do Óleo Diesel na bomba [18]				0,713	0,821			2,120	2,319

SOJA				2000	2001	..	..	2011	2012
Dados de Entrada									
Área Plantada	(Mil hectares)	[4] [15] [32]		13,693.7	13,988.4			24,052.4	27,721.5
Área de Colheita	(Mil hectares)	[15]		12,023.3	13,854.1			24,050.2	27,716.6
Produtividade	(toneladas / ha)	[15]		2,73	2,40			14,36	12,96
Dias de transporte / ano -70%-função das zonas: produção e colheita [32]				136	136			136	136
Distância: da área de plantio ao comércio / indústria (km) [32]				85	85			85	85
Capacidade média de carga de caminhões com 02 e 03 eixos (~ t) [16]				30,0	30,0			30,0	30,0
Consumo estimado de óleo diesel (TRUCK - km / l) [16]				3,5	3,5			3,5	3,5
Conversão: 1.0 tonelada de diesel = 0,848 tEP [17]				0,848	0,848			0,848	0,848
Densidade do Óleo Diesel = 0,840 t/m ³ [17]				0,84	0,84			0,84	0,84
Preço médio do Óleo Diesel na bomba [18]				0,713	0,821			2,120	2,319

TABELA 2: Dados Básicos de Produção e Transporte Interno das Culturas de Banana e Soja

3.2 Critérios técnicos adotados para o cálculo do sequestro de carbono

Para quantificar as emissões de CO₂ decorrentes do consumo de óleo diesel no plantio, colheita e transporte interno da produção agrícola foram adotados os critérios sugeridos pela Convenção Internacional do Clima: “**Diretrizes para Inventário Nacional de Inventários de Gases de Efeito Estufa**”.

De acordo com o método *top-down* do IPCC [1], a primeira tarefa é converter para uma unidade comum (TERA JOULE) a quantidade de emissões de gases de efeito estufa e o consumo de energia. Somente depois disso, as emissões de CO₂ podem ser medidas, usando a seguinte equação:

$$CC = CA \times F_{conv} \times tEP \times F_{corr}$$

Onde:

1 tEP (Tonelada Equivalente de Óleo) = 45,2 x 10³

TJ (Tera-Joule) = 1012 J

CC = Consumo de energia (TJ);

CA = Consumo de combustível (m³, litros ou kg / t)

Fconv = Fator de conversão da unidade física de medida da quantidade de combustível para tEP, com base no maior poder calorífico (PCS) do combustível¹

Fcorr = Fator de correção PCS para ICP (menor valor calorífico)².

Nesta pesquisa, de acordo com o IPCC (Metodologia Simplificada), para a conversão para a unidade comum foi utilizado o valor calorífico inferior (PCI), o qual considera a energia do combustível efetivamente aproveitável. Portanto, foi adotada a seguinte fórmula:

$$QC = CC \times Femiss \times 10^{-3}$$

Onde:

QC = teor de carbono expresso em GgC = tC x 10⁻³

CC = consumo de energia em TJ;

Femiss = fator de emissão de carbono (tC / TJ)³

Para estimar a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) e de carbono (C) disperso na atmosfera, é indicado o uso da razão de peso molecular, expressa pela seguinte equação:

$$ECO_2 = EC \times \frac{44}{12}$$

Onde:

ECO₂ = emissão de CO₂ e EC = emissão de C.

3.3 Alternativas Florestais para Mitigar as Emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) Parâmetros Técnicos

As 04 (quatro) propostas selecionadas para o sequestro de carbono consideram as seguintes premissas:

- Estimativas anuais de crescimento das árvores;
- Espécies de árvores adequadas;
- Ciclos completos de desenvolvimento florestal conforme determinado pela fixação de carbono;
- Ciclos de sistemas agroflorestais (SAFs); e
- Dados sobre regeneração de floresta degradada com enriquecimento de floresta.

Os dados do Projeto FLORAM [19] indicam que cada hectare de floresta nativa

1 De acordo com o Balanço Energético Nacional, divulgado pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE / 2014). O valor Fconv do óleo diesel em 2014 foi de 0,848456 tEP / m³

2 No presente estudo, o fator de correção utilizado, que corresponde à relação PCS / ICP, foi de 0,939534884

3 Segundo o IPCC (1996), o valor do fator de emissão de carbono para óleo diesel é de 20,2 tonC / TJ);

no clímax acumula em média entre 7,0 e 10,0 toneladas de carbono / ano. Por outro lado, as plantações de eucaliptos (2,5m x 2,5m, com 1.600 árvores), acumulam cerca de 144 toneladas de C por hectare, em um ciclo de 06 a 07 anos. Essas taxas explicam a preferência dessa espécie na maioria dos projetos florestais. As sugestões de parcerias operacionais e um resumo de cada alternativa são apresentados a seguir:

1ª OPÇÃO: REFLORESTAMENTO com espécies de rápido Crescimento

Essa alternativa de neutralização deve ser feita com as lavouras de eucalipto por meio do estabelecimento de parcerias com empresas que realizam reflorestamentos com fins econômicos. De acordo com este modelo, os talhões devem respeitar o espaçamento de 2,5 x 2,5m (1.600 árvores por hectare) [20] [21] [22], durante 04 (quatro) ciclos de 06 (seis) anos cada.

2ª OPÇÃO: PROTEÇÃO FLORESTAL e PROJETOS de ENRIQUECIMENTO

Para essa alternativa são recomendadas parcerias com Secretarias Estaduais e Municipais de Meio Ambiente, empresas do setor elétrico e ONGs. As áreas escolhidas devem circundar e proteger os remanescentes de mata ciliar [23] [24], as nascentes de água doce e as áreas degradadas das margens dos reservatórios. A ideia principal é proteger os recursos hídricos, o solo e a biodiversidade regional. É importante identificar os líderes locais e realizar atividades educacionais para envolver outras partes interessadas.

3ª OPÇÃO: IMPLEMENTAÇÃO de SISTEMAS AGROFLORESTAL (SAFs - 1º Ciclo)

Esta alternativa sugere a adoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs). É fundamental buscar parcerias com Secretarias Estaduais e Municipais de Agricultura e Meio Ambiente que, em parceria com Sindicatos de Trabalhadores Rurais e agências de assistência técnica especializada e extensão rural, possam auxiliar na escolha de quais assentamentos de produtores rurais e / ou familiares devem ser auxiliados.

No Brasil, tais modelos SAFs podem ser modificados em experimentos de base regional realizados pela EMBRAPA. Os agricultores familiares seriam responsáveis pela manutenção dos projetos nos anos subsequentes, com o auxílio de agências de fomento agroflorestal [25- 26]. Como as outras opções, os SAFs exigem a conclusão dos ciclos para contribuir, mais efetivamente, para o sequestro de carbono.

4ª OPÇÃO: PROJETOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA (RUAS E PARQUES)

Sugere-se, neste caso, que as Secretarias Municipais de Meio Ambiente estabeleçam parcerias com empresas, ONGs e órgãos públicos em áreas urbanas. O ciclo de crescimento das espécies urbanas foi estimado em 25 a 30 anos [27] [32]. Utilizamos 01 (um) hectare de referência para facilitar o cálculo. Assim, a quantidade de árvores a ser plantada em uma área retangular convencional é indicada de acordo com o espaço disponível.

<p>Opção 1:</p> 	<p>Opção 2:</p> 
<p>Plantio de mudas de árvores do Centro de Referência em Recuperação Florestal (CR-ad UNIVASF - Petrolina, Nordeste do Brasil) para REFLORESTAR e RECUPERAR áreas degradadas.</p>	<p>PROTEÇÃO FLORESTAL com cercas para estimular a regeneração natural em áreas de preservação permanente (APP's: proteção de nascentes, margens de rios, vales, etc.).</p>
<p>Opção 3:</p> 	<p>Opção 4:</p> 
<p>SISTEMAS AGROFLORESTAIS, onde as árvores são intercaladas por culturas agrícolas (BANANA, feijão, milho, café, etc.) produzindo alimentos e renda pros agricultores familiares.</p>	<p>Exemplo de PROJETO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, em Brasília / DF, Brasil, para paisagismo e amenização climática (<i>Cassia sp.</i>).</p>
	
<p>Fotos comparativas: 1) Plantação tradicional de BANANA, no município de Delfinópolis, Estado de Minas Gerais, Brasil; pouca mecanização. Foto: EMATER / MG.</p>	<p>2) Grandes equipamentos agrícolas realizando colheita de SOJA no Centro-Oeste do Brasil: consumo extremamente elevado de óleo diesel. Foto: Daniel Popov, Canal Rural.</p>

A Tabela 3 apresenta uma decomposição de dados para cada opção, indicando ciclos, premissas de plantio de árvores, dados sobre SAFs e crescimento de espécies nativas, bem como os requisitos para arborização urbana.

Table 3 Forestry technical assumptions considered for each CO₂ emission mitigation alternative [27].

1st option: reforestation with fast growing species	
Species used	<i>Eucalyptus</i> sp.
Number of cycles for commercial use/years	4 cycles × 6 years = 24
Area (m ²)	10,000
Spacing	2.5 m × 2.5 m = 6.25 m ²
Number of trees/ha	1,600 = 10,000/6.25
Annual C fixation by tree (ton C/tree)	0.0450
Total amount of fixed C (ton C/ha)	287.8
Conversion factor for CO ₂ /ha	44/12 = 3.67
Total C captured in the complete cycle (ton C/ha)	1,055.3 = 287.8 × 3.67
Technical projection for emissions neutralization (number of ha)	19.0 = 20,000 (ton C/ha)/1,055 (ton C)
Total number of trees to be planted	30,400 = 19 × 1,600
2nd option: forestry protection project with enrichment	
(1) Surrounding degraded areas with forests at an initial stage of regeneration	
Reference area (m ²)	10,000
Percentage of forests in 1 ha	0.55
Amount of C accumulated after four years (ton)	27.83
Estimate of total natural regeneration until the forest reaches climax stage (ton C)	114.8 = [(27.83/4) × 0.55 × 30 years]
Spacing	4.0 m × 4.5 m = 18.0 m ²
Enrichment with forest species and fruit trees (number of trees)	555.6 = 10,000/18
Total yearly estimated carbon (ton C/tree/ha)	4.70 = (0.00840 ton/tree/ha × 556)
Number of native trees or planted fruit species	4,214
(2) Enclosure to protect native forest remnants and/or secondary forests	
Percentage of forests in 1 ha	0.45
Amount of C accumulated/year (ton C)	114.8
Estimated cycle until climax (years)	30
Estimated C asset per year (ton)	1.30
Estimation of the amount of accumulated carbon at climax (ton C)	64.0
Estimation of annual C fixation (ton/ha)	67.0 = [(27.83 × 0.55) + (114.8 × 0.45)]
Total C captured during entire cycle (ton C)	2,639 = [(4.67 × 30 years × 3.67) + (67 × 30 years) + 114.8]
Projected area to neutralize CO ₂ emission (ha)	7.6 = 20,000 (ton CO ₂)/2,639 (ton CO ₂ /ha)
3rd option (family farmers financing): implantation of agroforestry system (1st cycle)	
(1) Forest part	
Reference area (m ²)	10,000
% for forest management (ha)	0.5
Forest plantation area (m ²)	5,000
Proposed spacing	3.5 m × 4 m = 14 m ²
Number of arboreal species	714.3 = 10,000 /14
Estimate of annual C fixation (ton/tree/ha)	6.34 = (0.008871 × 714)
Timber extraction cycle	3 cycles × 6 years = 18.0
Total C captured during the complete forest management cycle (ton)	418.20
(2) Agronomic part	
Reference area (m ²)	10,000
% for agricultural production (ha)	0.5
Banana planting (m ²)	3,000
Number of day cycles (sprouts and replanting)	12.0
Proposed spacing	2.0 m × 2.0 m = 4 m ²

(Table 3 continued)	
Number of banana trees	750 = 3000/4
Estimation of the amount of dry matter/ha in the 1st cycle (> 500 to < 600 d) (ton)	48.79
Estimated amount of C/ha (ton)	24.4 = (48.8 × 0.4 default IPCC)
Estimation of C fixation per banana tree (ton/ha)	0.026 = (19.5/750 tree)
Amount of C fixed in AFS planting (example) (ton)	234 = 0.026 × 750 × 12
Total C capture during the complete cycle (ton)	858.8 = 234 × 3.67
Planting of grains + sugarcane	
Area of various crops to produce grains (corn, beans) and others (m ²)	2,000
Number of cycles (years)	18.0
Estimation of dry matter/ha/cycle (ton)	7.5
Estimation of the fixation of C/ha by temporary crops (ton)	1.82 = 7.5 × 0.242
Amount of C fixed in the present planting of the agroforestry system (ton)	32.67 = 1.82 × 18 years
Total C capture during the complete cycle (ton)	119.79 = 32.67 × 3.67
Total C captured by the agroforestry system (ton C)	1,396.8 = 418.2 + 858.8 + 119.8
Technical project for emission neutralization (ha)	14.32 = 20,000/1,396.8
Number of trees for forest management/enrichment (considering suggested cycles)	10,232 = 14.32 × 714
4th option: Urban afforestation project (streets and public parks) with native species	
Reference area (m ²)	10,000
Estimated full development cycle	1 cycle × 25 years = 25
Planting space in streets and avenues	6 m × 6 m = 36 m ²
Planting space in public parks	2.5 m × 2.5 m = 6.25 m ²
Amount of trees per referential ha (planting in the streets)	10,000/36 = 278
Amount of trees per referential ha (planting in squares)	10,000/6.25 = 1,600
Total trees/reference ha	278 + 1,600 = 1,878
Estimation of annual C fixation per tree (ton C)	0.00849
Estimate of the annual fixation of C/reference ha (ton C)	15.944 = 0.00849 × 1,878
Estimation of total carbon fixation (ton C)	398.32
Conversion factor for CO ₂	44/12 = 3.67
Total C capture in the complete cycle (ton C)	1,460.5
Technical project for emission neutralization (number of reference ha)	13.7
Total number of trees to be planted	25,714
Sources of options 1, 2, 3 and 4: templates developed by the author, using data from Floram project and information's studies done by EMBRAPA and Brazilian universities.	

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As alternativas de sequestro de carbono apresentadas neste modelo matemático (Opções: 1, 2, 3 e 4) visam cobrir os diferentes aspectos da ciência florestal, desde o reflorestamento com espécies de rápido crescimento até projetos agroflorestais. Em todos eles há um desejo explícito de estimular o plantio de árvores para atender a demanda por madeira e outros produtos; bem como proteger: solo, biodiversidade e recursos hídricos, como forma de compensar as emissões causadas pelo consumo de óleo diesel [23] [24].

A maior dificuldade encontrada em termos de captura de carbono foi, sem dúvida, em relação à alternativa que trata da proteção e enriquecimento de remanescentes florestais

(Opção 2 – recuperação de áreas verdes), uma vez que cada área a ser recuperada, devido aos diferentes níveis de degradação, requer plantios de espécies nativas em quantidades muito variáveis [28] [29].

Apesar disso, a contribuição da regeneração natural não deve ser negligenciada, especialmente em regiões tropicais e subtropicais onde a alta incidência de luz solar combinada com outros fatores edafoclimáticos favorecem o rápido crescimento da cobertura vegetal. Portanto, considerou-se que determinadas áreas, com os plantios de enriquecimento, são uma importante ação para mitigar parte das emissões de CO₂.

Por outro lado, as opções 1 e 4, de reflorestamento e arborização urbana, que indicam, respectivamente, plantações de eucalipto e de espécies nativas ou exóticas que deveriam atingir a idade de clímax aos 25 anos, foram as de menor grau de complexidade.

O Eucaliptus, por exemplo, possui diversos estudos de desenvolvimento florestal realizados no Brasil, o que facilitou a determinação de seus parâmetros.

Por sua vez, pelo fato de a arborização urbana das cidades brasileiras utilizar um número reduzido de espécies florestais nativas, os dados médios de crescimento arbóreo foram inferidos com o apoio da bibliografia consultada.

A opção 4, que propõe a implantação de sistemas agroflorestais, teve o propósito de estimular os pequenos produtores rurais a fazerem plantios integrados de alimentos e árvores para atender às suas necessidades. Nesse caso, o modelo apresenta um exemplo de associação de espécies de 1,0 hectares, sendo composto por: 0,5 ha com espécies florestais, 0,3 ha com banana; e 0,2 ha com cana-de-açúcar e grãos). Levando em conta um ciclo de 18 anos, estima-se que um montante de 860,0 toneladas de carbono, aproximadamente, podem ser sequestrados. Porém, esse resultado se aplica apenas a esta situação específica, pois a quantidade de carbono a ser capturada dependerá diretamente da composição do SAF. Mas, presume-se que a participação dos pequenos agricultores em larga escala tende a ser relevante, contribuindo para a segurança alimentar e o equilíbrio ambiental.

Na tabela 3 verifica-se, detalhadamente, as informações básicas de cada uma das alternativas sugeridas. Os dados de crescimento das espécies florestais foram obtidos no Projeto FLORAM (USP). Os dados de emissões de CO₂ foram elaborados pela equipe IVIG / COPPE / UFRJ, após a pesquisa bibliográfica, incluindo: dados de produção agrícola do IBGE, estudos da EMBRAPA e consultas na internet sobre os métodos de produtos agrícolas que fazem parte do presente modelo matemático (Tabela 1) .

As Tabelas 4A / 4B exemplificam os resultados das produções brasileiras de BANANA e SOJA, entre 2000 e 2012; a tabela 5 apresenta as sugestões de mitigação das respectivas emissões. Enquanto, a tabela 6 resume os resultados das alternativas de mitigação de todas as culturas agrícolas: permanentes e temporárias, realçando o fato da banana e da soja ocuparem os extremos do ranking, tanto no Brasil, como em todos os demais países da América Latina.

Por fim, a tabela 7 apresenta o *ranking* que mostra, em ordem decrescente, as culturas que mais consumiram óleo diesel e emitiram CO2 para a atmosfera, com a respectiva conversão para consumo em toneladas equivalentes de óleo (tEP) durante os 13 anos.

TABELA 4A - BANANA: RESULTADOS DA PRODUÇÃO	2000	2001	...	...	2011	2012	Total
PRODUÇÃO – Carga transportada por ano (Mil toneladas) [4] [15] [32]	7.451,5	6.838,7			7.262,9	6.786,7	90.580,5
Média da Produção Anual [15]							6.967,7
DADOS DE MECANIZAÇÃO e de TRATAMENTOS CULTURAIS							
Nº de hectares com Mecanização (Plantios, Manutenção e colheita - 1000 ha)	47,23	51,03	...	...	75,86	78,53	
Média Estimativa do Consumo de Óleo Diesel (Litros por hectare)	44,0	44,0	...	...	44,0	44,0	
Consumo Total de Óleo Diesel na Mecanização (Litros)	2.078.010,0	2.245.377,2			3.337.620,0	3.455.100,0	35.758.125,4
TRANSPORTE DA ÁREA DE PLANTIO ATÉ O DEPÓSITO DE DISTRIBUIÇÃO							
Distância das Viagens de Transporte - ida e volta (km)	133.062	122.120	...	...	129.694	121.191	
Nº de Viagens por ano	532	488	...	...	519	485	
Carga Transportada por dia (1000 toneladas)	36,53	33,52	...	...	35,60	33,27	
Consumo Total de Óleo Diesel da Produção (Litros)	33.265,4	30.529,9	...	...	32.423,5	30.297,8	404.377,3
ÓLEO DIESEL and ENERGY CONSUMPTION ESTIMATE							
Estimativa do Consumo Total de Óleo Diesel (Litros / ano)	2.111.275,4	2.275.907,1	...	...	3.370.043,5	3.485.397,8	36.162.502,7
Estimativa do Consumo Total de Óleo Diesel (m³ / ano)	2.111,28	2.275,91	...	...	3.370,04	3.485,40	36.162,5
Estimativa do Consumo Total de Óleo Diesel (toneladas / ano)	1.773,5	1.911,0	...	...	2.830,8	2.927,7	30.376,5
Consumo de Óleo Diesel (Tonelada Equivalente de Petróleo - tEP)	1.504,7	1.621,2	...	...	2.400,5	2.482,7	25.760,1
ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE CO2 (toneladas)	5.215,7	5.622,4	...	...	8.325,35	8.610,32	89.335,8
MÉDIA GERAL DAS EMISSÕES DE CO2 (13 anos - toneladas)							6.872,0
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (TJ)							1.206,2

TABELA 4B - SOJA: RESULTADOS DA PRODUÇÃO	2000	2001	...	...	2011	2012	Total
PRODUÇÃO – Carga transportada por ano (Mil toneladas) [4] [15] [32]	38.823,61	37.905,72	...	...	74.815,46	81.486,8	718.086,6
Média da Produção Anual [15]							55.237,4
DADOS DE MECANIZAÇÃO e de TRATAMENTOS CULTURAIS							
Nº de hectares com Mecanização (Plantios, Manutenção e colheita - 1000 ha)	12.324,31	12.589,52	...	...	21.647,17	24.949,35	
Média Estimativa do Consumo de Óleo Diesel (Litros por hectare)	118	118	...	...	118	118	
Consumo Total de Óleo Diesel na Mecanização (Litros)	1.429.619.878,8	1.460.383.844,4	...	...	2.511.071.604,0	2.894.124.600,0	28.020.466.083,6
TRANSPORTE DO PLANTIO ATÉ A INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO							
Distância das Viagens de Transporte - ida e volta (km)	1.094.120	1.263.524	...	...	2.493.849	2.716.227	
Nº de Viagens por ano	186.000.451	214.799.059	...	...	461.758.756	599.167,68	
Carga Transportada por dia (1000 toneladas)	241.350,07	278.718,50	...	...	550.113,67	164.913.770,0	
Consumo Total de Óleo Diesel da Produção (Litros)	66.428.732,5	76.713.949,6	...	...	151.412.237,6		1.453.270.533,5
DIESEL and ENERGY CONSUMPTION ESTIMATE							
Estimativa do Consumo Total de Óleo Diesel (Litros / ano)	1.496.048.611,3	1.537.097.794,0	...	...	2.662.483.841,6	3.059.038.370,0	29.473.736.617,1
Estimativa do Consumo Total de Óleo Diesel (m³ / ano)	1.496.048,61	1.537.097,8	...	...	2.662.483,84	3.059.038,4	29.473.736,6
Estimativa do Consumo Total de Óleo Diesel (toneladas / ano)	1.256.680,8	1.291.162,1	...	...	2.236.486,4	2.569.592,2	24.757.938,8
Consumo de Óleo Diesel (Tonelada Equivalente de Petróleo - tEP)	1.066.238,4	1.095.494,3	...	...	1.897.560,3	2.180.185,9	21.006.021,7
ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE CO2 (toneladas)	3.695.836,9	3.797.244,74	...	...	6.577.397,23	7.557.045,11	72.811.887,3
MÉDIA GERAL DAS EMISSÕES DE CO2 (13 anos - toneladas)							5.600.914,4
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (TJ)							22.074.472,9

CULTIVOS AGRÍCOLAS / ALTERNATIVAS DE SEQUESTRO DE CARBONO		2000	2001	.. ..	2011	2012	PLANTIOS FLORESTAIS	
1ª OPÇÃO: REFORESTAMENTO COM <i>EUCALIPTUS SPP.</i>							MÉDIA GERAL	
BANANA	# PROJETO DE NEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES (Nº de ha)	1,4	1,5	.. ..	2,3	2,4	Nº de ha.	2,0
	# Nº DE ÁRVORES PLANTADAS	2.281,0	2.458,0	.. ..	3.639,0	3.764,0	Nº de Árvores	3.004,0
SOJA	# PROJETO DE NEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES (Nº de ha)	1.010,3	1.038,0	.. ..	1.798,1	2.065,9	Nº de ha.	1.531,0
	# Nº DE ÁRVORES PLANTADAS	1.616.519	1.660.873	.. ..	2.876.881	3.305.369	Nº de Árvores	2.449.779
2ª OPÇÃO: PROJETOS DE PROTEÇÃO FLORESTAL + plantios de enriquecimento								
BANANA	# PROJEÇÃO: Número de hectares para ser isolado com plantios de recuperação florestal com árvores nativas	4,6	5,0	.. ..	7,4	7,6	Nº de hectares	6,1
SOJA	# PROJEÇÃO: Número de hectares para ser isolado com plantios de recuperação florestal com árvores nativas	3.283,6	3.373,7	.. ..	5.843,7	6.714,1		4.976,2
3ª OPÇÃO IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS (1º Ciclo)								
BANANA	# PROJETO DE NEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES (Nº de ha)	1,7	1,9	.. ..	2,8	2,9	Nº de hectares	59,0
	# Nº DE ÁRVORES PLANTADAS	1.250,0	1.347,0	.. ..	1.964,0	1.962,0	Nº de Árvores	1.646,0
	# Nº PRODUTORES BENEFICIADOS (02 famílias / ha)	3,0	4,0	.. ..	6,0	7,0	Produtores Beneficiados	5,0
SOJA	# PROJETO DE NEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES (Nº de ha)	1.239,8	1.273,9	.. ..	2.206,5	2.535,2	Nº de hectares	3.180,8
	# Nº DE ÁRVORES PLANTADAS	885.606	909.905	.. ..	1.576.092	1.810.838	Nº de árvores	1.342.105
	# Nº PRODUTORES BENEFICIADOS (02 famílias / ha)	1.240	2.548	.. ..	4.413	5.070	Produtores Beneficiados	3.663
4ª OPÇÃO PROJETOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA								
BANANA	# PROJETO DE NEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES (Nº hectares de Referência)	1,0	1,1	.. ..	1,6	1,7	Nº ha de referência	10,0
	# Nº DE ÁRVORES PLANTADAS	1.935,0	2.084,0	.. ..	3.086,0	3.192,0	Nº de Árvores	2.548,0
SOJA	# PROJETO DE NEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES (Nº hectares de Referência)	730	750	.. ..	1.299,2	1.492,7	Nº ha de referência	7.473
	# Nº DE ÁRVORES PLANTADAS	1.370.853	1.408.467	.. ..	2.439.677	2.803.046	Nº de Árvores	2.077.482

TABELA 5: Opções sugeridas para mitigar as emissões de dióxido de carbono (CO₂) / tabela comparativa entre as safras de banana e soja

TABELA 6: ALTERNATIVAS PARA MITIGAR AS EMISSÕES DE CO ₂ , POR TIPO DE CULTIVO - SAFRAS PERMANENTES								
	Média das Emissões de CO ₂	Toneladas de Óleos Equivalentes	OPÇÃO 1		OPÇÃO 2	OPÇÃO 3	OPÇÃO 4	
	(em 13 anos)	tEP	Nº de Árvores	Nº de Hectares	Nº de Árvores	Nº de Hectares	Nº de Árvores	Nº Produtores Beneficiados
BANANA	6.872,0	1.981,5	3.004,0	2,0	2.548,0	3,90	1.646,0	5,0
Café e Cacau	156.234,4	45.049,0	68.299,0	43,0	57.919,0	90,0	34.417,0	105,0
Côco e Dendê	43.703,3	11.946,8	19.105,0	12,0	16.202,0	25,0	10.467,0	29,0
Frutas Cítricas	282.222,0	81.376,5	123.374,0	80,0	104.625,0	162,0	67.590,0	189,0
Frutas de Clima Tropicais	135.658,6	39.141,7	59.343,0	37,0	50.324,0	77,8	32.511,0	91,0
Frutas de Clima Sub-Tropical	313.171,3	90.300,5	136.904,0	85,0	116.099,0	179,0	75.003,0	210,0
Uva, Maracujá e Pimenta do Reino	34.245,6	9.874,5	14.971,0	9,0	12.696,0	19,6	8.202,0	23,0
Extrativismo vegetal (palmeiras)	13.719,7	4.709,5	7.140,0	4,5	6.055,0	9,50	3.912,0	11,0
Extrativismo vegetal (Produtos N- Madeiros e Madeiras nobres)	30.180,7	10.359,9	15.707,0	10,0	13.320,0	20,6	8.605,0	24,0
SUBTOTAL (Permanentes)	1.016.007,6	294.739,8	447.847,0	280,0	379.786,0	587,4	245.351,0	687,0
CULTIVOS TEMPORÁRIOS (agronegócio)								
	Média das Emissões de CO ₂	Toneladas de Óleos Equivalentes	OPÇÃO 1		OPÇÃO 2	OPÇÃO 3	OPÇÃO 4	
	(em 13 anos)	tEP	Nº de Árvores	Nº de Hectares	Nº de Árvores	Nº de Hectares	Nº de Árvores	Nº Produtores Beneficiados
Algodão (Herbáceo e Arbóreo)	310.668,7	89.578,9	135.810,0	85,0	115.171,0	178,0	74.403	208,0
Cana-de-Açúcar [*]	3.570.142,7	1.029.976,0	1.561.541,0	976,0	1.324.231,0	2.046,6	855.486	2.395,0
SOJA [*]	5.600.914,4	1.615.847,8	2.449.779,0	1.531,0	2.077.482,0	3.210,7	1.342.105	3.582,0
SUBTOTAL (Temporários)	9.481.725,8	2.735.402,7	4.147.130	2.592,0	3.516.884,0	5.435,3	2.271.994	6.185,0
TOTAL	10.497.733,4	3.030.142,5	4.594.977	2.872,0	3.896.670,0	6.022,7	2.517.345	6.872,0

[*] No cálculo das opções para neutralizar as emissões de CO₂ das lavouras de soja e cana-de-açúcar, a compensação pela produção de biodiesel e etanol anidro não foi deduzida dos percentuais de consumo de óleo diesel. Esses temas não fizeram parte dos objetivos desta pesquisa.

CULTIVOS AGRÍCOLAS		MÉDIA DAS EMISSÕES DE CO ₂ (t)	tEP	TIPO
1 (*)	SOJA	5.600.914,4	1.615.847,8	T
2 (*)	Cana-de-Açúcar	3.570.142,7	1.029.976,0	T
3	Frutas de Clima Sub-Tropical	313.171,3	90.300,5	P
4 (*)	Algodão (Herbáceo e Arbóreo)	310.668,7	89.578,9	T
5	Frutas Cítricas	282.222,0	81.376,5	P
6	Café e Cacaú	156.234,4	45.049,0	P
7	Frutas de Clima Tropical	135.658,6	39.141,7	P
8	Côco e Dendê	43.703,3	11.946,8	P
9	Uva, Maracujá e Pimenta do Reino	34.245,6	9.874,5	P
10	Extrativismo vegetal (Palmeiras):	30.180,7	10.359,9	P
11	Extrativismo vegetal (Produtos Ñ- Madeireiros e Madeiras nobres	13.719,7	4.709,5	P
12	BANANA	6.872,0	1.981,5	P
TOTAL		10.497.733,4	3.030.142,5	

(*) Cultivos Temporários

5 I CONCLUSÃO

O modelo matemático, em relação ao consumo de óleo diesel e emissão de dióxido de carbono (CO₂), mostra - numericamente e comparativamente - a grande supremacia do cultivo da SOJA, em relação às demais plantas pesquisadas, visto que o uso de maquinário agrícola é muito elevado em todas as etapas do processo de produção. Em vez disso, nas plantações de BANANA, o processo de mecanização é muito baixo, tanto no Brasil quanto nos países do hemisfério sul, e pouco contribui para as emissões deste gás de efeito estufa, pois ainda há uma grande participação do trabalho braçal (energia humana). De acordo com a tabela 6, o cultivo da BANANA, no Brasil, durante 13 anos (2000 a 2012), lançou para a atmosfera, apenas 6,90 mil toneladas de CO₂; enquanto a SOJA 5,60 milhões de toneladas.

Este estudo, s.m.j., incentiva a política de agricultura de baixo carbono (ABC), elaborada pela EMBRAPA - [30][31]). Outrossim, dá subsídios aos debates voltados para a melhoria dos métodos de coleta de dados do setor agroflorestal. Devido a ausência de alguns dados básicos e de perceptíveis inconsistências, muitas inferências precisam ser feitas [32] com o suporte das pesquisas bibliográficas mais amplas. Isto reforça a necessidade de maior recursos e apoio operacional do governo para a urgente adequação das pesquisas de campo, mesmo reconhecendo os esforços dos técnicos do IBGE que participam dos Censos Agropecuários.

Apesar disso, o modelo matemático apresenta uma síntese consistente da produção agrícola brasileira, associada aos levantamentos dos parâmetros determinados pela Ciência Florestal que são adotados nas diferentes regiões do país (Tabelas: 3 e 4). Ele fornece, também, informações relevantes sobre a fixação de carbono em árvores tropicais; bem como, as estimativas a respeito dos ciclos de crescimento das mesmas, as quais serviram de base para as opções de mitigação das emissões de CO₂ sugeridas e podem contribuir para as futuras decisões a serem tomadas no mercado de carbono [31].

Por fim, conclui que caso as propostas de plantios de árvores para sequestro de carbono sejam adotadas e/ou transformadas em políticas públicas, muitos benefícios adicionais seriam, direta ou indiretamente, alcançados:

- Geração de trabalho e renda no meio rural;
- Proteção do solo, água e biodiversidade;
- Melhoria da arborização urbana; e
- Estímulo à implantação de sistemas agroflorestais SAFs, contribuindo para a segurança alimentar de pequenos produtores rurais.

REFERÊNCIAS

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC – PNUMA/OMM). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: The workbook (volume 2). França, 1996.

Portal FNP / AGRIANUAL – Consultoria e Informações em Agronegócio (América do Sul) www. agrianual.com.br - Anuário da Agricultura Brasileira – 2012.

BRASIL - BNDES – “Relatório final do estudo do sistema produtivo do agronegócio - Perspectivas do investimento no Brasil” / coordenador John Wilkinson; equipe Luiz Carlos Oliveira... [et al.] Rio de Janeiro: Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em convênio com o Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). 306 p.. 2008/2009.

CONAB - CIA. NACIONAL DE ABASTECIMENTO (2012) + Santana (2010); Pagliarussi, (2010); Silva et al. (2006). + <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2014-01/brasil-e-goias-lavouras-permanentes.pdf>

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. – “Cadeia Produtiva do Algodão” - Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. (Série: Agronegócios; v. 4)

EMBRAPA AGROECOLOGIA – “Mitigação das Emissões de Gases de Efeito Estufa pelo Uso de Etanol da Cana Produzida no Brasil” – Circular Técnica 27 – ISSN 1519-7328 + Revista da EMBRAPA, Ed. Especial – “Agronegócio: Aplicação nas Condições Brasileiras” – abril / 2009 “Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) – “Panorama da Cadeia Produtiva de Frutas, em 2012 e Projeções para 2020” – Seccional de Brasília – set 2013.

IICA: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura & Fundação Banco do Brasil – Cadernos de Propostas para Atuação em Cadeias Produtivas (banana e outras frutas). Brasília – 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Fruticultura & Mandioca / Plano Estratégico 2011-2012.

BRASIL. “A Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano à Alimentação no Brasil” - Documento elaborado para a visita ao Brasil do Relator Especial da Comissão de Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas sobre Direito à Alimentação. Brasília, março de 2002.

AGROCONSULT (Agro Business Consulting Group). “Crédito Rural para Aquisição de Maquinário Agrícola”. 2011.

VIAN, C. E. F. (ESALQ); ANDRADE JÚNIOR, A. M.. Evolução histórica da indústria de máquinas agrícolas no mundo: origens e tendências. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER, 48. Anais. Campo Grande, MS: [s.n.], 2010.

FREDO, C. E. et. al. “Índice de mecanização na colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e nas regiões produtoras paulistas em junho de 2007”. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 3, n.º. 3, mar. 2008.

MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário) & DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos). “Estatísticas do Meio Rural” - Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (NEAD). 4ª.ed./ São Paulo: 292p.- ISBN 978-85-60548-84-2 - 2010-2011.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - CENSO AGROPECUÁRIO & Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária - IBGE / COPAGRO (2003 - 2012)

IEA (Instituto de Estudos Avançados / USP – Atualização: www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/ie/2013 www.guialog.com.br [HTTP://portaldocaminhoneiro.blogspot.com.br/2008/10/consumo-medio-de-caminhoes.html](http://portaldocaminhoneiro.blogspot.com.br/2008/10/consumo-medio-de-caminhoes.html)

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Tabelas de Conversão do Balanço Energético Nacional: Ano base 2013 / 288 p. - Rio de Janeiro, 2014 - Disponível em Relatório Final: www.ben.epe.gov.br/download/BEN_2014.pdf

ANP – Agência Nacional de Petróleo. Evolução de Mercado de Combustíveis e Derivados: 2000-2012 (Preços Médios).

AZIZ AB’ SÁBER; GOLDEMBERG J.; RODÉS L.; ZULAUF W. – “PROJETO FLORAM”. Instituto de Geografia USP / Instituto de Estudos Avançados - v.4, n.º 9, - São Paulo (ISSN 0103-4014 / <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141990000200005> . mai/ago- 1990.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - “Workshop: O Sequestro de CO2 e o Custo de Reflorestamento com *Eucalyptus spp.* e *Pinus spp.* no Brasil”. São Paulo, 17/11/1994.

SIMÕES, J. W; COELHO, A. S. R.; MELLO, H. A.; ZARATE COUTO; H. T. – Crescimento e Produção de Madeira de Eucalipto. In: Revista do IPEF/ESALQ, n.º 20, p.77-97, jun. 1980.

MCTI / Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável – “Emissões e Remoções de Dióxido de Carbono por Mudanças nos Estoques de Florestas Plantadas” (Relatório de Referência). Brasília. 2006

CAVALLET, L. E.; PAULA, E. V - Estimativa de Seqüestro de Carbono da Biomassa Aérea como Indicador de Sustentabilidade em Decorência da Adequação da Área de Preservação Permanente na Sub-bacia do Rio Pequeno – Antonina / PR. Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná. UNESPAR/FAFIPAR. – Curitiba, 2007.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERRETTI, A. R. - “*Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil*”. Extension Series nº 153 (p 98 – 115) In: Taiwan Forestry Research Institute. International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring. 2002.

VALE, R. S.; COUTO L.; VALE, F. A. F; Silva, P. T. S.; Costa N. R. – Análise da Produtividade de Sistemas Agroflorestais com Eucalipto na Zona da Mata de Minas Gerais. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural da Amazônia.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Universidade Federal da Grande Dourados “Sistemas agroflorestais: potencial para sequestro de carbono e produção de outros serviços ambientais” Wolf R, Barbosa FRG, SILVA LF, Padovan MP. In: 4º Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul; 2012

CHANG M. – “Caracterização e Tipologia dos Projetos de Seqüestro de Carbono no Brasil”. In: Seminário “*As Florestas e o Carbono*” - Sanquetta, C. R.; Watzlawick, L.; Balbinot, R.; Ziliotto, M. A. B.; Gomes, F. S., editores – Curitiba, Brasil: 265, p. 2002.

LA ROVERE, E. L., Coord. - Balanço das Emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) do Estado do Rio de Janeiro. PE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. 2007.

SÉRVULO AQUINO L. C.; VIEIRA H. M.; Rosa T. S.; Mendes, L. T.; “Fixación del Carbon en el Estado de Rio de Janeiro (Brasil): subsídios para el inventario temporal de biomasa del bosque”. In: Conferência Internacional de Meio Ambiente e Desenvolvimento. Havana, Cuba, 2009 (servulo.aquino@gmail.com).

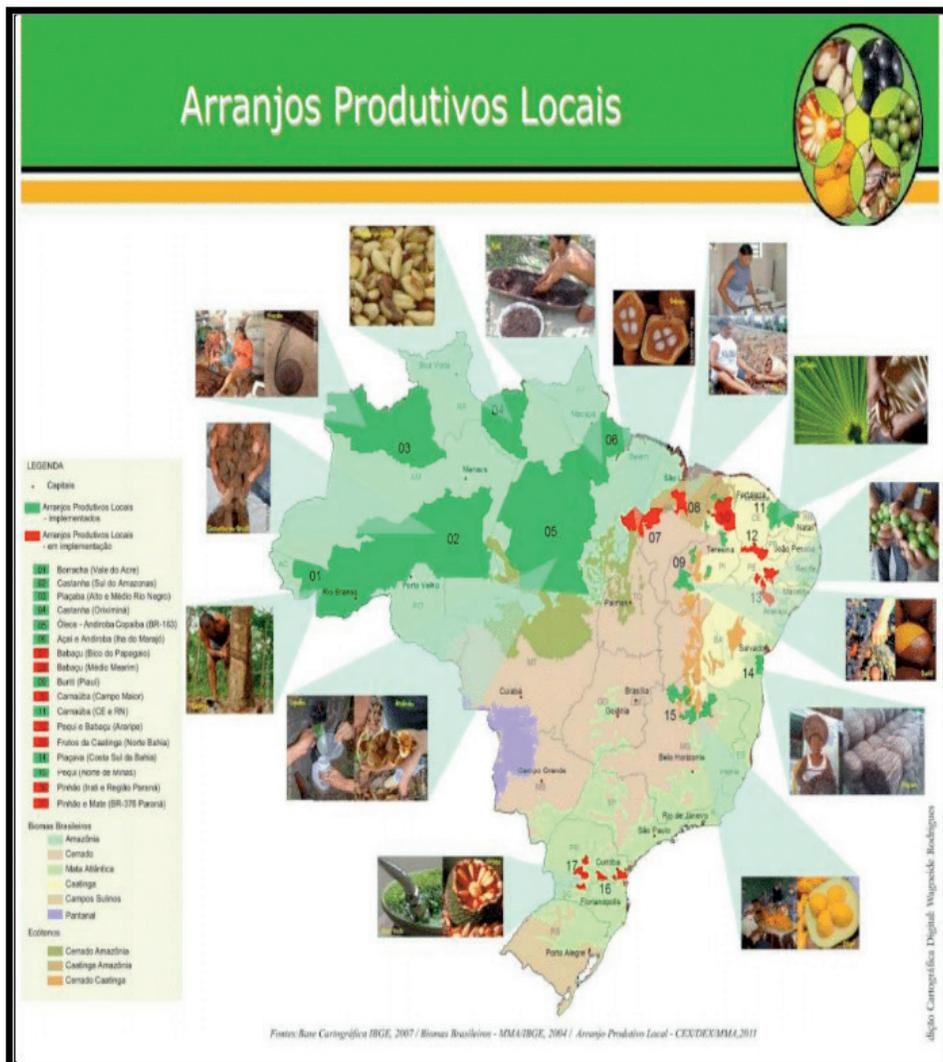
Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA / ACS) “Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidar uma Economia de Baixo Carbono - Projeto ABC”. Brasília (DF) Brasil; 2012. 173p. ISBN 978-85-7991-062-0

GUT, F. – “O Mercado e o Seqüestro do Carbono”. Revista SILVICULTURA. V. R. Comunicações Ltda. 19 (*75*): 42-48. São Paulo, 1998.

Inferências técnicas baseadas em pesquisas bibliográficas diversas (ausência ou inconsistências de dados primários).

ANEXO I

LISTA DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DO EXTRATIVISMO NO BRASIL



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (MMA).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes 91, 92, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107

Altura 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 69, 72, 73, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 123, 127

B

Biodiesel 63, 124, 125, 126, 127, 130, 135, 136, 137

Biomassa Florestal 124

Biometria 2, 13, 14, 122

C

Casa de vegetação 15, 17, 18, 30

Clones 10, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 117, 121, 122, 123

Colheita Florestal 11, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106

Crescimento 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 50, 55, 56, 57, 59, 60, 65, 66, 94, 113, 122, 123, 125

D

Declividade 91, 92, 99, 104, 110

Diâmetro 1, 5, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 109, 111, 113, 115, 116, 117

Dinâmica Populacional 9, 11, 81, 82, 83, 84, 88, 89, 90

E

Emissão de CO₂ 50

Energia Renovável 137

Enraizamento 10, 16, 17, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37

Equipamento de Proteção 100, 104

Ergonomia 100, 102, 104, 105

Espécie Nativa 2, 125

I

Incremento 70, 108, 112, 113, 119, 120, 121

Inseto-Praga 81

M

Melhoramento Genético 9, 2, 3, 13, 28, 29, 30

Mercado de carbono 65

Miniestaca 21, 22, 24

Modelos Volumétricos 111

Mudas 9, 10, 3, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 37

N

Norma Regulamentadora 92, 95, 102, 104

O

Operações Florestais 9, 91, 94

P

Plantios Clonais 9, 29

Produção Madeireira 108

Projetos Florestais 11, 50, 56

Propagação Vegetativa 9, 16, 17, 22, 28, 29, 30

Propágulo 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25

Q

Qualidade Fisiológica 10, 1

R

Recursos Hídricos 9, 38, 39, 47, 48, 56, 59

Resiliência 81, 85, 86, 88

Riqueza de espécies 86

S

Seca 38, 47

Sementes 9, 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 126, 132, 134, 135, 136, 137

Sequestro de carbono 9, 50, 53, 54, 55, 56, 59, 65, 67

Setor Florestal 28, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 100, 105, 107, 137

Sistemas Agroflorestais 55, 56, 60, 65, 67

T

Talhões 56, 100, 108, 110, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121

Teste de Germinação 1, 3, 4, 7, 11

V

Valoração Florestal 9

Volume 9, 11, 30, 42, 44, 45, 48, 52, 65, 108, 109, 111, 112, 113, 120, 121, 122, 123



Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021



Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021