

Organizadores
Plauto Simão De-Carvalho
Sabrina do Couto de Miranda
Adriana Aparecida Ribon



TÓPICOS EM CONSERVAÇÃO E MANEJO DO CERRADO

Preservação, educação e produção sustentável

VOLUME 3



Plauto Simão De-Carvalho

é docente de nível superior na Universidade Estadual de Goiás (UEG) com enfoque na formação de recursos humanos nos cursos de Ciências Biológicas e Agronomia; também é Membro Permanente no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PPEC/UEG) com pesquisas voltadas para a formação de professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem e Aprendizagem Significativa.

E-mail:

plauto.decarvalho@gmail.com;

plauto.carvalho@ueg.br.



Sabrina do Couto de Miranda

é docente de nível superior na Universidade Estadual de Goiás (UEG). Atua nos cursos de graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura) e Agronomia (Bacharelado). Além disso, também se dedica à pesquisa na área de formação de professores e desenvolvimento de recursos educacionais vinculada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UEG-Anápolis (<http://www.ppec.ueg.br>).

E-mail: sabrina.couto@ueg.br



Adriana Aparecida Ribon

é professora efetiva (Professora Adjunta Pós Doutor Nível I) na área de Ciências dos Solos da Universidade Estadual de Goiás (UEG)-Campus Palmeiras de Goiás. Atua no MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, no Câmpus da UEG de São Luís dos Montes Belos. Também é Professora Colaboradora do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo na UNESP-Câmpus de Jaboticabal. Coordena o Grupo de ensino em Pedologia e Desenvolvimento de Plantas e Educação em Solos para todos. E-mail: adriana.ribon@ueg.br

"Esta obra reflete a perspectiva contemporânea da colaboração profissional multidisciplinar que envolve múltiplas habilidades e abordagens, seja especificamente nas idiossincrasias de cada capítulo, seja pela emergência de novas visões pela coletânea dos trabalhos apresentados. Esta coletânea materializa-se pelo exercício da perspectiva do *éthos* humano na qual a *conservação* e estudo da *biodiversidade*, a *produção agroindustrial* e a *educação* são dimensões indissociáveis. Convidamos os leitores a aproveitarem ao máximo esta obra que congrega importantes estudos científicos voltados à conservação e manejo do Cerrado."



@editorkelps

TÓPICOS EM CONSERVAÇÃO E MANEJO DO CERRADO:

Preservação, educação
e produção sustentável

Organizadores

Plauto Simão De-Carvalho
Sabrina do Couto de Miranda
Adriana Aparecida Ribon

**TÓPICOS EM CONSERVAÇÃO
E MANEJO DO CERRADO:**
Preservação, educação
e produção sustentável

Volume 03

Goiânia-GO
Kelps, 2021

Copyright © 2021 by Tópicos em conservação e manejo do cerrado

EDITORA KELPS

Rua 19 nº 100 – St. Marechal Rondon
CEP 74.560-460 – Goiânia-GO
Fone: (62) 3211-1616
E-mail: kelps@kelps.com.br
homepage: www.kelps.com.br

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Victor Marques

CIP – Brasil – Catalogação na Fonte

Dartony Diocen T. Santos CRB-1 (1º Região)3294

T674 Tópicos em conservação e manejo do cerrado: preservação, educação e produção sustentável (Vol. 3). / Plauto Simão De-Carvalho; Sabrina do Couto de Miranda; Adriana Aparecida Ribon (orgs.). – Goiânia: Kelps, 2021.

292 p.: il.

ISBN: 978-65-5859-388-1

1. Bioma - Cerrado. 2. Sustentabilidade. 3. Produção - Agrícola.
4. Educação. I. Título.

CDU: 377+631

DIREITOS RESERVADOS

É proibida a reprodução total ou parcial da obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, sem a autorização prévia e por escrito dos autores. A violação dos Direitos Autorais (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Impresso no Brasil
Printed in Brazil
2021

PREFÁCIO

Este livro é fruto do engajamento de um grupo de professores da Universidade Estadual de Goiás (UEG) para o trabalho colaborativo para contribuir com uma ambiência favorável para unificar profissionais das áreas de biologia, agronomia e ciências ambientais no desenvolvimento de soluções científicas e tecnológicas para problemas humanos e ambientais.

Outrossim, esta obra reflete a perspectiva contemporânea da colaboração multidisciplinar, que envolve múltiplas habilidades e abordagens seja especificamente nas idiosincrasias de cada capítulo, seja pela emergência de novas visões pela coletânea dos trabalhos aqui apresentados. Portanto, esta coletânea materializa-se pelo exercício da perspectiva do *éthos* humano na qual a *conservação* e estudo da *biodiversidade*, a *produção agroindustrial* e a *educação* são dimensões indissociáveis.

Convidamos nosso leitor a conhecer os trabalhos dos diferentes autores desta obra na concepção de Tópicos em Conservação e Manejo do Cerrado: preservação, educação e produção sustentável. O Cerrado é um bioma com alta diversidade de flora e fauna, detendo 5% da biodiversidade do planeta. Esta biodiversidade hoje é encontrada nos remanescentes de áreas nativas, nas unidades de conservação, particularmente em Áreas de Proteção Ambiental, as conhecidas APAs, que permitem a ocupação humana e o uso sustentável dos recursos naturais com legislação específica. As APAs são extremamente importantes, não só na perspectiva conservacionista, mas também para a percepção ambiental, de serviços ambientais e modelos sustentáveis

de desenvolvimento humano por serem áreas mais próximas das pessoas. No Capítulo 01 os autores mostram a importância florística e o potencial de uma APA em Cezarina-Goiás, bem como os desafios para que sua função ambiental e social seja alcançada.

Neste mosaico homem-natureza, a vegetação nativa também pode ser encontrada nas margens das rodovias. No Capítulo 02 os autores realizaram estudo sistematizado de análise e comparação de áreas de beira de estrada com vegetações conservadas. O estudo reforça que a vegetação em beira de estrada representa importante remanescente de Cerrado, com valores próximos de 25% de riqueza da vegetação arbórea conhecida para o Cerrado. Este interessante estudo corrobora o papel importante que a faixa vegetada de rodovias desempenha para a conservação da biodiversidade do Cerrado. As rodovias próximas à Unidade de Conservação, em especial, deveriam ter uma maior atenção dos órgãos ambientais, pois possuem alta biodiversidade de flora, podendo ser uma ótima estratégia para conservação do Cerrado, além de criar uma área de amortecimento no entorno das rodovias. Esta temática envolve problemas complexos como atropelamento da fauna, fragmentação de habitat e incidência de fogo, bem como o modelo de uso da terra e conservação.

Neste contexto de conservação é importante estudar os diferentes potenciais das espécies nativas arbóreas. O Capítulo 03 aborda a propriedade mais estudada para a caracterização de qualidade da madeira, a densidade. Os autores analisaram a densidade da madeira de espécies de árvores típicas de Cerradão, uma fitofisionomia florestal do bioma Cerrado. É uma importante abordagem para o desenvolvimento de novas pesquisas que busquem relacionar a densidade com a modelagem da biomassa e estoque de carbono. Segundo os autores, o método de amostragem utilizado é rápido, barato e não destrutivo, ressaltando a importância e relevância do trabalho.

No contexto da Biologia da Conservação, o Capítulo 04 discute que para a manutenção da riqueza de espécies do Cerrado é urgente o estabelecimento de corredores ecológicos entre as reservas

existentes e a criação de novas reservas. Durante as últimas décadas houve o amadurecimento em métodos de modelagem de distribuição geográfica. Assim, apesar de sabermos que para identificar áreas prioritárias para conservação são necessárias informações detalhadas sobre a distribuição das espécies, vastas áreas do Cerrado ainda são pouco amostradas. Portanto, é uma demanda urgente para pesquisas atuais e futuras.

No viés da conservação e uso sustentável, o Capítulo 05 discute a possibilidade de diminuir o uso de fertilizante nitrogenado e, conseqüentemente, os custos e os impactos ambientais, por meio da inoculação de sementes de forrageiras com rizobactérias promotoras de crescimento vegetal. O nitrogênio é o nutriente de maior demanda qualitativa para as forrageiras e grande responsável pela redução da capacidade de lotação animal nas pastagens. Assim, rizobactérias promotoras de crescimento vegetal é uma tecnologia promissora para uso em forrageiras.

No Capítulo 06 os autores discutem aspectos biológicos e produtivos de importantes forrageiras utilizadas em Pastagens no Cerrado. Os dados apresentados contextualizam propriedades rurais situadas na região do Rio dos Bois, bem como, propriedades na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, ressaltando a relevância e impacto do estudo realizado. Segundo os autores, para o maior desempenho da produtividade animal cabe ao produtor rural se abster do comodismo e realizar de maneira sustentável e consciente o manejo adequado das pastagens.

O livro traz três notas técnico-científicas, no Capítulo 07 os autores apresentam uma proposta de metodologia para amostragem de raízes em áreas nativas de Cerrado. A proposta visa uma padronização nos métodos de coleta o que facilitará comparações e reduzirá incertezas nas estimativas em larga escala. O Capítulo 08 discute que para o Cerrado as técnicas de restauração precisam ser cada vez mais adaptadas para o local a ser recuperado. Considerar as especificidades ecológicas é uma premissa para que a técnica aplicada

resulte em sucesso. Segundo os autores, diagnóstico prévio do ambiente ou dos ambientes a serem recuperados indicará o grau de resiliência do local, sendo necessário aplicar primeiramente as técnicas de menor custo para, em últimos casos, as técnicas de custos mais elevados. O Capítulo 09 trata do relato de nova ocorrência de uma espécie arbórea do Cerrado (*Cordia trichotoma*) para o município de Palmeiras de Goiás. Os autores apresentam algumas características relacionadas com a morfologia da folha, dos tricomas e nos lobos da corola que podem facilitar a identificação da referida espécie. Além disso, ressaltam a possibilidade de uso dessa espécie na arborização urbana como estratégia para sua conservação.

Por fim, o livro oferece ao leitor duas importantes “notas pedagógicas”. No Capítulo 10 os autores discutem a contribuição de uma cartilha didática para a aprendizagem sobre a fauna e flora da Caatinga. O trabalho envolveu licenciandos do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Ceará e, segundo os autores, os resultados demonstram que a cartilha é de qualidade e poderá ser utilizada por leitores a partir do 3º ano do Ensino Médio. O último Capítulo (11) trata da educação em solos e as contribuições da universidade em relação ao desenvolvimento de ações extensionistas. Neste sentido, os autores destacam que a Universidade tem um importante papel social no processo de sensibilização e conscientização da comunidade acadêmica sobre a importância da sustentabilidade ambiental.

Após o contexto apresentado, convidamos os leitores a aproveitarem ao máximo esta obra que congrega importantes estudos científicos voltados à conservação e manejo do Cerrado. Por fim, ressaltamos que os autores são inteiramente responsáveis pelas informações apresentadas em seus respectivos capítulos.

Atenciosamente,

Os organizadores.

SUMÁRIO

1. SEÇÃO – ARTIGOS

- 15 **Levantamento Florístico em Cerrado Sentido Restrito na APA Serra do Veado no Município de Cezarina/GO**
Fabiana Goulart Cardoso / Sabrina do Couto de Miranda
Weuler Alves Vasconcelos / Plauto Simão De-Carvalho
- 31 **Estrutura e Diversidade de Cerrado *Stricto Sensu* em Beira de Rodovias**
Vagner Santiago do Vale / Jovan Martins Rios
André Eduardo Gusson / Lilian Cristina da Silva Santos
João Paulo Costa / Jamir Afonso do Prado Júnior
- 65 **Densidade da Madeira de Espécies de Cerradão**
Vanessa Pereira Freitas / Carlos Roberto Sette Júnior
Matheus Peres Chagas / Weuler Alves Vasconcelos
Plauto Simão De-Carvalho / Sabrina do Couto de Miranda
- 83 **Princípios Básicos de Modelagem de Distribuição Geográfica e Consequências Ecológicas das Mudanças Climáticas para Espécies do Cerrado**
Rodrigo de Mello
- 121 **Rizobactérias Promotoras de Crescimento Vegetal em Forrageiras**
Dirk Daniel Dijkstra / Clarice Backes
Alessandro José Marques Santos / Adriana Aparecida Ribon
- 147 **Estratégias de Gestão Forrageira em Diferentes Sistemas de Produção de *Panicum Maximum* Cv. Mombaça e *Brachiaria Brizantha* Cv. Marandu nas Regiões do Oeste-Goiano e Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho**
Jéssika Horrana de Moraes / Sabrina do Couto de Miranda
Laerte Guimarães Ferreira / Athos Bonifácio Marinho
Plauto Simão De-Carvalho

2. SEÇÃO – NOTAS TÉCNICO-CIENTÍFICAS

183 Proposta Metodológica para Coleta e Classificação de Raízes

Douglas Borges Pereira / Myllena Lopes Mendonça
Sabrina do Couto de Miranda

195 Restauração de Áreas Degradadas no Cerrado

Jaqueline Pinheiro da Silva / Donalvam Moreira da Costa Maia
Sabrina do Couto de Miranda / Weuler Alves Vasconcelos
Carlos de Melo e Silva Neto

213 Nova Ocorrência de *Cordia Trichotoma* (Louro-pardo) Boraginaceae na Região de Palmeiras de Goiás (GO)

Plauto Simão De-Carvalho / Gleiciane Josefa da Silva Silvestre
Nayene Gomes Almeida Moura / Nicole Marques Godoi
Sabrina do Couto de Miranda

3. SEÇÃO – NOTAS PEDAGÓGICAS

225 Flora e Fauna da Caatinga: cartilha para os alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas no Ceará

João Neto da Silva / Marlos Dellan de Souza Almeida
Renata dos Santos Chikowski / Bruno Edson-Chaves

265 A Relação entre Universidade e Educação Ambiental na Educação em Solos

Ivanilda Cabral de Souza / Adriana Aparecida Ogera Ribon
Valcemia Gonçalves de Sousa Novaes / Alessandro Jose Marques Santos
Clarice Backes

4. SOBRE OS AUTORES

Alessandro Jose Marques Santos	283
Adriana Aparecida Ribon	283
André Eduardo Gusson	283
Bruno Edson Chaves	284

Carlos Roberto Sette Júnior	284
Carlos de Melo e Silva Neto.....	284
Clarice Backes.....	284
Dirk Daniel Dijkstra.....	285
Donalvam Moreira da Costa Maia.....	285
Douglas Borges Pereira	285
Fabiana Goulart Cardoso.....	285
Ivanilda Cabral de Souza	285
Jaqueline Pinheiro da Silva	285
Jamir Afonso do Prado Júnior	286
João Neto da Silva	286
João Paulo Costa	286
Jovan Martins Rios	287
Lilian Cristina da Silva Santos.....	287
Marlos Dellan de Souza Almeida	287
Matheus Peres Chagas.....	288
Myllena Lopes Mendonça.....	288
Plauto Simão De-Carvalho	288
Renata dos Santos Chikowski.....	289
Rodrigo de Mello	289
Sabrina do Couto de Miranda.....	289
Vagner Santiago do Vale	290
Valcemia Gonçalves de Sousa Novaes	290
Vanessa Pereira Freitas	291
Weuler Alves Vasconcelos.....	291

CAPÍTULO 03

DENSIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADÃO

Vanessa Pereira FREITAS
Carlos Roberto SETTE JÚNIOR
Matheus Peres CHAGAS
Weuler Alves VASCONCELOS
Plauto Simão DE-CARVALHO
Sabrina do Couto de MIRANDA

Introdução

O Cerrado é o bioma savânico com maior diversidade do planeta, originalmente, cobria cerca de 25% do território nacional, contudo em razão da elevada pressão antrópica a que vem sendo submetido e da alta riqueza biológica é considerado um dos *hotspots* mundiais, ou seja, um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta, estando entre as 25 áreas do mundo apontadas como críticas para a conservação (BRASIL, 2002). De acordo com Campelo (2017), estudos realizados no Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), do Instituto de Estudos Socioambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), apontam que 50% da cobertura original do Cerrado brasileiro foi convertida em pastagens e outros usos, o que está comprometendo a sua biodiversidade.

Localizado principalmente no Brasil Central, limita-se ao sul de sua distribuição com áreas periféricas dos estados de São Paulo e Paraná (DURIGAN, *et al.*, 2004; RIBEIRO; WALTER, 2008). A vegetação do Cerrado é formada por um mosaico heterogêneo de fisionomias

criando um gradiente altura-densidade composto por onze tipos fitofisionômicos gerais, abrangidos em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo) (EITEN, 1972; RIBEIRO; WALTER, 2008). As formações florestais podem ser caracterizadas como, predominantemente, compostas por espécies de porte arbóreo com formação de dossel, o qual pode ser contínuo ou descontínuo (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2010).

O Cerrado apresenta uma flora superior a 12.000 espécies de plantas nativas (MENDONÇA *et al.*, 2008), que do ponto de vista tecnológico são pouco estudadas, principalmente as que apresentam importância comercial (RESENDE; FURTINI NETO, 2007). A realização de estudos sobre a avaliação da qualidade da madeira de espécies arbóreas do bioma Cerrado é essencial para a correta e sustentável utilização do tronco das árvores para diversos fins, sem a degradação dos outros recursos e dos benefícios envolvidos (OLIVEIRA *et al.*, 1998; PINHO, 2003).

No decorrer dos anos houve carência de estudos sobre a madeira de espécies do Cerrado (PAULA, 2005) e, apesar de alguns estudos relacionados, ainda há poucas informações que retratam a qualidade da madeira de diversas espécies nativas deste bioma. Desta forma, a realização de estudos que abranjam a avaliação da madeira de espécies do Cerrado permite contribuir com a exploração econômica sustentável e o suporte à elaboração de políticas públicas de fomento ao manejo florestal sustentável de recursos madeireiros (FARIA, 2016), contribuindo para o desenvolvimento sustentável das regiões que compreendem o bioma Cerrado.

O levantamento de informações sobre os recursos florestais disponíveis, como o uso sustentável, manejo adequado, crescimento, biomassa, densidade, etc., demonstra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas científicas com espécies nativas, seja do Cerrado ou de outros biomas, para elaboração e execução de um Plano

de Manejo Florestal Sustentável (PFMS) (COSTA *et al.*, 2014). A exploração madeireira de forma indiscriminada de um número reduzido de espécies florestais representa risco de extinção destas, o que demonstra a necessidade de execução de projetos de pesquisa que possibilitem estudar e fornecer informações sobre diversos aspectos das espécies, incluindo a qualidade da madeira, de forma a estabelecer o uso racional e sustentável dos recursos madeireiros disponíveis (SCHULZE *et al.*, 2005).

De acordo com Neves (2012), a densidade é uma das propriedades da madeira mais estudada para a caracterização de sua qualidade. Essa propriedade está relacionada com as outras e é responsável por diversas características, como energia e resistência (JORGE; PEREIRA, 1998). Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a densidade da madeira de espécies de Cerradão, formação florestal do Cerrado, com vistas ao preenchimento de lacunas nesta área do conhecimento.

Densidade da Madeira

Entender as variações de densidade da madeira em função das espécies e ambientes é uma ferramenta importante para transformar dados de volume de madeira em biomassa, além de fornecer dados que substanciam o conhecimento sobre os estoques de carbono terrestres regionalizados (CHAVE *et al.*, 2006; JATI; FEARNSSIDE; BARBOSA, 2014). A densidade da madeira é uma variável importante na modelagem da biomassa em árvores (BROWN *et al.*, 1989), podendo compor equações alométricas como variável independente.

A densidade da madeira sofre influência de diversos fatores, como a idade, local de origem da planta, procedência, espaçamento, crescimento entre gêneros e espécies. É importante conhecer essa variabilidade para potencializar a exploração da madeira e a aplicação de técnicas e métodos inovadores para facilitar os levantamentos do potencial madeireiro (VALÉRIO *et al.*, 2008).

Segundo Oliveira *et al.* (2005), caracterizar a madeira por meio da determinação de sua densidade ou massa específica e de sua variação dentro da árvore, tanto na direção radial, da medula para a casca, quanto no sentido base/topo, é primordial como subsídio ao entendimento de sua qualidade. A densidade básica é sempre uma medida da densidade aparente na madeira (TRUGILHO *et al.*, 1990), podendo ser determinada pela relação com o máximo teor de umidade, ou pela relação entre a massa seca a 0% de umidade (massa anidra) e o volume verde (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003). A densidade básica, definida como o peso seco da madeira dividido pelo seu volume fresco, é a medida mais apropriada de densidade para a estimativa da biomassa (FEARNSIDE, 1997). Caracteriza-se por ser uma das propriedades mais importante do lenho, variando de 0,13 a 1,40 g/cm³ (BURGER; RICHTER, 1991).

A biomassa arbórea está relacionada ao volume de madeira (obtido por meio da medição direta do diâmetro e altura), arquitetura e densidade da madeira. Essa variável pode ser quantificada por métodos destrutivos (método direto) ou alométricos (método indireto) (BROWN, 1997; CHAVE *et al.*, 2005). Os estudos de biomassa em sua maioria utilizam modelos alométricos para quantificar a biomassa aérea acima do solo, visto que a colheita e pesagem das árvores são destrutivas e caras (VIEIRA *et al.*, 2008).

Os modelos alométricos relacionam, de modo geral, a massa seca da árvore com as variáveis mensuráveis como o diâmetro à altura do peito (DAP), altura total da árvore e a densidade da madeira (ABDALA *et al.*, 1998; BROWN *et al.*, 1989; DELITTI *et al.*, 2006; KING, 1996).

A distribuição e o volume de biomassa florestal são fatores que controlam o estoque de carbono global, sendo utilizados também como base para o prognóstico futuro da mudança climática (DIXON *et al.*, 1994; SEDJO, 1992). Portanto, uma estimativa precisa da biomassa florestal e seu padrão de mudança no tempo é um pré-requisito no auxílio do entendimento da grande controvérsia acerca da função das florestas no ciclo do carbono (BROWN *et al.*, 1999; FAN *et al.*, 1998; SEDJO, 1992). Além disso, a quantidade de biomassa representa um indicador

importante para a avaliação e monitoramento da exportação de nutrientes após a exploração florestal, na procura de reduzir os impactos ambientais ocasionados por essa atividade (HIGUCHI *et al.*, 1998).

O estudo sobre o armazenamento de carbono em ecossistemas florestais resulta em informações fundamentais para compreender a troca deste elemento com a atmosfera, sendo um dado essencial na estimativa da sua absorção e emissão (fontes e drenos de carbono) (WANG; ZONGWEI, 1995). Entender sobre o estoque de carbono é importante para avaliar uma floresta como recurso natural, como também a relação entre mudanças climáticas e o acúmulo de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, visto que as florestas retiram o dióxido de carbono da atmosfera e o estocam na forma orgânica (SMITH *et al.*, 2004).

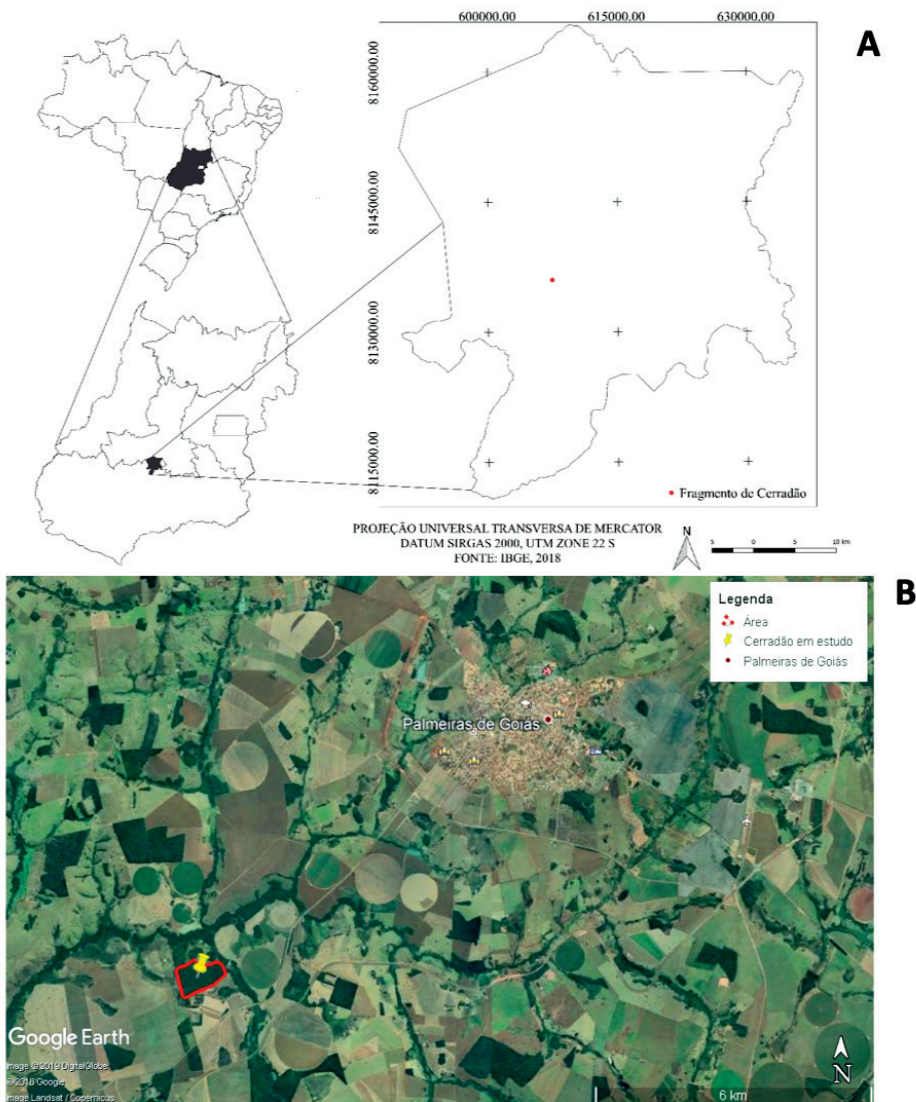
Atualmente, a fixação do carbono atmosférico passou também a ser apontado como importante benefício ofertado pelas florestas (MELO; DURIGAN, 2006). O desenvolvimento de modelos matemáticos é uma das alternativas para obter a estimativa do estoque de carbono (SANQUETTA *et al.*, 2004). Assim, estimativas do estoque de carbono ocorrem em função do conhecimento da biomassa aérea acima do solo.

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo abrange um remanescente de Cerradão localizado na mesorregião sul do estado de Goiás (Figura 1), com área de 52,6 hectares e perímetro de 3,0 km. Está localizada cerca de 12 km do município de Palmeiras de Goiás, na Fazenda Buritis (Figura 1), com latitude de 16° 51' 23.89" Sul e longitude de 49° 59' 29.95" Oeste, e altitude média de 571 m acima do nível do mar. O fragmento, de acordo com a classificação de Köppen (1948), possui clima do tipo Aw (clima tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno). Os solos são, principalmente, Latossolos.

Figura 1. Localização do fragmento de cerradão estudado no município de Palmeiras de Goiás, Goiás, Brasil. A=Mapa de localização do fragmento de Cerradão no município de Palmeiras de Goiás; B=Vista aérea do Fragmento de Cerradão e sua localização em relação ao município de Palmeiras de Goiás.



Fonte: Autores.

Seleção das árvores e coleta das amostras do tronco

Foram selecionadas cinco (5) espécies arbóreas, pertencentes a três famílias botânicas, consideradas frequentes em áreas de cerradão (Tabela 1). Para cada uma das espécies selecionadas, de modo aleatório, foram amostrados cinco (5) indivíduos com diâmetro da base mínimo, medido a 30 cm do solo, igual ou superior a 5 cm; estes foram georreferenciados (Figura 2). Foram extraídas, através de metodologia não destrutiva, duas (2) amostras radiais (medula-casca), na altura do DAP (1,30 m), de forma a atingir a medula e obter a totalidade da série temporal (GRISSINO-MAYER, 2003). Para tanto, utilizou-se um trado de incremento, totalizando 25 árvores e 50 amostras (Figuras 3). As amostras foram utilizadas para o cálculo da densidade básica. Também foram mensurados o diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total das árvores.

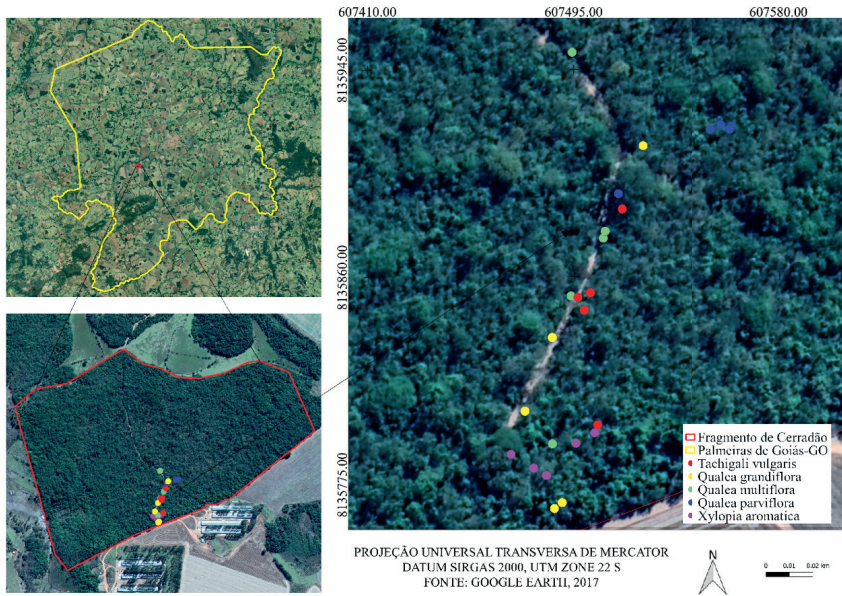
Tabela 1. Espécies de cerradão selecionadas para a determinação da densidade básica.

Família	Nome científico	Nome popular
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau-terra da folha grande
	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	pau-terra
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	pau-terra roxo
Fabaceae	<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima Vogel.	carvoeiro
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	pimenta-de-macaco

Fonte: Autores.

Após a coleta, as aberturas provocadas pela retirada das amostras no tronco receberam uma solução bactericida e antifúngica e, posteriormente, foram vedadas com cavilhas de madeira de forma a proteger as árvores (Figura 4). As amostras coletadas foram acondicionadas em suportes específicos e encaminhadas para o Laboratório de Qualidade da Madeira e Bioenergia da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Figura 2. Mapa de localização das árvores amostradas no fragmento de cerrado no município de Palmeiras de Goiás, Goiás, Brasil.



Fonte: Google Earth, 2017.

Figura 3. Metodologia de extração de amostras de madeira do tronco das árvores por método não destrutivo: extração com trado incremento com 5 mm de diâmetro (A e B).



Fonte: Autores.

Figura 4. Árvore após o recebimento da solução bactericida e antifúngica e vedada com cavilhas de madeira.



Fonte: Autores.

Preparo das amostras e determinação da densidade básica da madeira

As amostras obtidas através do trado foram utilizadas para a determinação da densidade básica por meio do método do Máximo Teor de Umidade conforme especificado na NBR 11941 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003). As amostras foram imersas em água por um período de sete dias até que estivessem totalmente saturadas, posteriormente determinou-se a massa úmida de cada amostra. Imediatamente, as amostras foram colocadas em estufa ($103 \pm 2^\circ$) por um período de 48 horas para secagem até a obtenção de massa constante e, posteriormente foi aferida a massa seca. A densidade básica do lenho (g/cm^3) para cada amostra foi calculada através da equação:

$$d_b = \frac{1}{\left(\frac{m_1}{m_2}\right) - 0,346}$$

Em que: d_b = densidade básica da madeira (g/cm^3); m_1 = massa úmida da amostra (g); m_2 = massa seca em estufa ($103 \pm 2^\circ$) (g).

As análises estatísticas descritivas foram obtidas utilizando-se o programa BioEstat 5.0.

Resultados e Discussão

As espécies estudadas apresentaram valor médio de densidade básica da madeira de 0,51 g/cm³, com coeficiente de variação (CV) de 6,89%. A análise do CV mostra que o valor médio obtido é representativo, pois houve baixa variação entre os indivíduos das espécies amostradas. Os valores de altura e DAP das espécies estudadas variaram de 4,0 a 11,60 m e de 7,32 a 23,87 cm (Tabela 2), respectivamente. Assim, amostrou-se indivíduos de diferentes classes de altura e diâmetro, caracterizando-se a variação natural das espécies estudadas no remanescente de cerradão.

Tabela 2. Valores médios (mínimos e máximos) dos parâmetros biológicos analisados para cinco espécies de cerradão amostradas em Palmeiras de Goiás-GO. Onde CV=coeficiente de variação (%).

Espécie	Altura (m)	DAP (cm)	Densidade (g/cm ³)
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	7,78 (5,50-9,40)	19,05 (10,41-23,87)	0,50 (CV=7,77) (0,43-0,54)
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	5,60 (4,00-7,50)	9,35 (7,64-11,46)	0,52 (CV=7,64) (0,48-0,56)
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	5,58 (4,10-9,00)	11,94 (7,32-15,69)	0,52 (CV=9,03) (0,45-0,58)
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima Vogel.	10,14 (8,00-11,60)	13,53 (9,49-17,13)	0,50 (CV=4,45) (0,49-0,54)
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	8,72 (6,20-11,50)	17,14 (14,32-20,21)	0,49 (CV=5,54) (0,46-0,53)
Média geral	7,56 (4,0-11,6)	14,20 (7,32-23,87)	0,51 (0,43-0,58)

Fonte: Autores.

Os valores médios de densidade da madeira para as espécies estudadas variaram de 0,49 g/cm³ a 0,52 g/cm³ (Tabela 2). De acordo com a classificação de Melo, Coradin e Mendes (1990), a densidade básica das cinco espécies amostradas variou de leve a média, sendo

baseada nos seguintes limites de intervalo: madeira leve ($D_b \leq 0,50$ g/cm³), madeira média ($0,50$ g/cm³ < $D_b \leq 0,72$ g/cm³) e madeira pesada ($D_b > 0,72$ g/cm³). Assim, três espécies apresentaram densidade básica variando de 0,49 a 0,50 g/cm³, sendo classificadas como madeira leve: *X. aromatica* (0,49 g/cm³), *Q. grandiflora* (0,50 g/cm³) e *T. vulgaris* (0,50 g/cm³). Já as espécies *Q. multiflora* e *Q. parviflora* apresentaram valores médios 0,52 g/cm³ e, portanto, estão no grupo das madeiras com densidade básica média.

Ao trabalhar em área de cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal, Vale, Brasil e Leão (2002) realizaram a determinação da densidade básica a partir de amostras de discos obtidos a 25% da altura do tronco. Os valores encontrados foram de 0,69 g/cm³ (*Q. grandiflora* e *Q. parviflora*); 0,66 g/cm³ (*Q. multiflora*) e 0,72 g/cm³ (*T. vulgaris*), portanto superiores aos encontrados para as mesmas espécies neste estudo (Tabela 2). Contudo, as médias de densidade básicas das cinco espécies estudadas estão dentro da faixa de variação (0,20 a 0,78 g/cm³) encontrada por Vale, Brasil e Leão (2002).

Vale *et al.* (2010) determinaram em área de cerrado *sensu stricto* a densidade básica de cinco espécies lenhosas por meio da obtenção de discos nas posições de 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial do tronco, em que classificou a espécie *T. vulgaris* (0,78 g/cm³) como de madeira dura por apresentar densidade básica superior a 0,72 g/cm³. Os valores encontrados pelos autores relatados são superiores às médias obtidas neste estudo para as mesmas espécies (Tabela 2), tais variações podem estar associadas às diferenças nos métodos de amostragem, bem como, às condições ambientais (disponibilidade de nutrientes, condições hídricas, clima, entre outros) das fitofisionomias comparadas, uma formação savânica (cerrado *sensu stricto*) mais aberta, com alta incidência de luz e mais propensa ao fogo, e a outra uma formação florestal (cerradão), com dossel mais fechado, menor incidência de luz e menos propensa ao fogo.

Em estudo realizado por Silva (2014), a densidade básica média de um povoamento florestal, localizado em fitofisionomia de

cerradão, no domínio de Cerrado, no Estado de Tocantins, encontrou-se os seguintes valores de densidade básica para a base, meio e topo, respectivamente: 0,755 g/cm³, 0,734 g/cm³ e 0,717 g/cm³ para *Q. parviflora* e 0,586 g/cm³, 0,590 g/cm³ e 0,582 g/cm³ para *X. aromatica*. Os resultados encontrados ficaram próximos aos obtidos para *X. aromatica*, porém divergiram dos obtidos para *Q. parviflora*. Os valores médios de densidade das espécies estudadas na fitofisionomia de cerradão variaram de 0,352 a 0,845 g/cm³, corroborando assim os valores obtidos no fragmento de cerradão em Palmeiras de Goiás. Além disso, valores semelhantes aos encontrados neste estudo foram registrados para espécies de cerrado nos estudos de Vale *et al.* (2010), Costa *et al.* (2014), JATI *et al.* (2014), Faria (2016) e Silva *et al.* (2018), os quais oscilaram de 0,364 a 0,990 g/cm³.

O trado, apesar de apresentar a vantagem de ser um método não destrutivo, rápido e adequado para a coleta de grandes volumes de amostras, tem como desvantagem a possibilidade de gerar uma pequena representação do tronco, visto que a coleta é realizada em determinado nível da árvore; complexidade na retirada de amostras em árvores de diâmetros muito grandes ou muito pequenos, além da possibilidade de apodrecimento do tronco (DOWNES *et al.*, 1997) quando não realizado os devidos cuidados com o indivíduo amostrado. Apesar destes, trata-se um método interessante para análise de dados provenientes de amostragem não destrutiva.

Em estudo sobre a densidade básica em distintas fitofisionomias do bioma Cerrado no Estado de Minas Gerais, Oliveira *et al.* (2012) elucidaram que essa propriedade física pode variar em função de fatores topográficos, edáficos, clima sazonal, fenologia e tipo de dispersão das espécies, ocorrência de fogo, condições hídricas. Esse fato também é corroborado por Vale *et al.*, (1999), que afirmam que no interior de uma mesma árvore, assim como entre os indivíduos de uma mesma espécie, pode ocorrer variação da densidade devido aos fatores do meio (solo, topografia, clima, etc.), genéticos (espécies, gêneros, procedências, etc.) e silviculturais (espaçamento, fertilização, idade de corte,

entre outros). Assim, faz-se necessário aumentar o número de estudos e representações amostrais de espécies nativas de Cerrado em diferentes fitofisionomias e regiões, buscando-se conhecer as variações naturais inerentes à grupos representativos de plantas.

Considerações finais

As madeiras das espécies de cerradão estudadas foram classificadas em leves e média, os valores de densidade básica variaram de 0,49 a 0,52 g/cm³. Contudo, são necessários outros estudos para conhecimento dos atributos anatômicos da madeira das espécies estudadas, visando complementar as informações geradas. É importante mencionar que parâmetros referentes à composição química, parede celular das fibras, diâmetro dos vasos e porcentagem de área ocupada por estes são fatores que podem influenciar a densidade da madeira.

Este estudo serve de base para o desenvolvimento de novas pesquisas que busquem relacionar a densidade com a modelagem da biomassa e estoque de carbono. Além disso, possibilita inferir sobre o potencial madeireiro das espécies nativas do Cerrado através da sua caracterização física, visando subsidiar informações para o manejo florestal sustentável dos recursos florestais madeireiros.

É importante que sejam realizados novos estudos nesta área de conhecimento para aumentar a confiabilidade nos dados coletados. O método de amostragem utilizado neste estudo é rápido, barato e não destrutivo, contudo é necessário que haja maior representatividade da estrutura da madeira, o que evidencia a necessidade de aprimoramento das técnicas de coletas e padronização dos métodos de amostragem, visto que este bioma apresenta grande diversidade e variação de espécies que possuem distintas formas de crescimento e sofrem influência das características do meio (inclinação do terreno, tortuosidade da árvore), as quais interferem na forma de coleta evidenciando a necessidade do uso de métodos que atendam à biodiversidade do bioma e à fisiologia da planta.

Referências

ABDALA, G.C.; CALDAS, L.S.; HARIDASAN, M.; EITEN, G. Above and below-ground organic matter and root: shoot ratio in a cerrado in Central Brazil. **Brazilian Journal of Ecology**, v. 2, n. 1, p. 11-13, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941**: madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**. Projeto de estruturas de madeira. Anexo B – Ensaio de caracterização. Rio de Janeiro, 1997, 107 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer**. Forestry Paper 134: FAO, 1997. 55 p.

BROWN, S. L.; SCHOEDER, P.; KERN, J. S. Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 123, n. 1-3, p. 81-90, 1999.

BROWN, S.; GILLESPIE, A.J.R.; LUGO, A.E. Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, n. 4, p. 881-902, 1989.

BURGER, L. M; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.

CAMPELO, L. **Cerrado perde metade da vegetação nativa; agronegócio acelera o processo**. Brasil de fato. São Paulo, 8 fev. 2017. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2017/02/08/cerrado-perde-metade-da-vegetacao-nativa-agronegocio-acelera-o-processo/>. Acesso em: 18 out. 2019.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M.A.; CHAMBERS, J.Q.; EAMUS, D.; FOLSTER, H.; FROMARD, F.; HIGUCHI, N.; PUIG, H.; RIÉRA, B.; YAKAMURA, T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v. 145, p. 87-99, 2005.

CHAVE, J.; MULLER-LANDAU, H. C.; BAKER, T. R.; EASDALE, T. A.; STEEGE, H.T.; WEBB, C. O. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species. **Ecological Applications**, v. 16, p. 2356-2367, 2006.

- COSTA, T. G.; BIANCHI, M. L.; PROTÁSIO, T. P.; TRUGILHO, P. F.; PEREIRA, A. J. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no Cerrado para produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 37-46, jan./mar. 2014.
- DELITTI, W.B.C, MEGURO, M.; PAUSAS, J. Biomass and mineralmass estimates in a cerrado ecosystem. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 531-540, 2006.
- DIXON, R.K.; HOUGHTON, R. A.; SOLOMON, A.M.; TREXLER, M.C. e WISNIEVSKI, J. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. **Science**, Washington, D. C., v. 263, p. 185-190, 1994.
- DOWNES, G.M.; HUDSON, I.L.; RAYMOND, C.A.; DEAN, G.H.; MICHELL, A.J.; SCHIMLECK, L.R.; EVANS, R.; MUNERI, A. **Sampling plantation eucalypts for wood and fibre properties**. Australia: CSIRO Publishing, 1997. 132 p.
- DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C., SIQUEIRA, M.F. **Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2004. 475 p.
- EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v. 38, n. 2, p.201-341, 1972.
- FAN, S.; GLOOR M.; MAHLMAN J.; PACALA S.; SARMIENTO J.; TAKAHASHI T. A large terrestrial carbon sink in north America implied by atmospheric and oceanic carbon dioxide models. **Science**, Washington, D. C., n. 282, p. 386-387, 1998.
- FARIA, M.C.G. **Potencial madeireiro de 22 espécies arbóreas do Cerrado: caracterização anatômica, física e energética**. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
- FEARNSIDE, P. M. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazônia. **Forest Ecology and Management**. v. 90, p. 59-87, 1997.
- FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. C. Composição florística e fitossociológica de cerrado sentido restrito no município de Água Boa – MT. **Revista Acta Botânica Brasileira**, v. 16, n.5, p.103-112, 2002.
- GRISSINO-MAYER, H. D. A manual and tutorial for the proper use of an increment borer. **Tree Ring Research**, v. 59, n. 2, p. 63-79, 2003.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, n. 28, p. 153-165, 1998.

JATI, S. R.; FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I. Densidade da madeira de árvores em savanas do norte da Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 44, n. 1, p. 79-86, 2014.

JORGE, F.; PEREIRA, H. Influência da silvicultura na qualidade da madeira. **Revista Florestal**, Lisboa, v. 11, n. 2, p.27-31, jul./dez. 1998.

KING, D.A. Allometry and life history of tropical trees. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, n. 1, p. 25-44, 1996.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948, 478 p.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 71, p. 149-154, 2006.

MELO, J.E.; CORADIN, V.R.; MENDES, J.C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. *In*: VI CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais [...]**. Campos do Jordão, 1990. v. 3, p. 695-705.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. Flora Vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P. & RIBEIRO, J.F. (Eds.) **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informação e Tecnologia, 2008. p. 421-1279.

NEVES, T. A. **Qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de *Eucalyptus* cultivados no sul de Minas Gerais**. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012.

OLIVEIRA, A. D.; LEITE, A. P.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R. S. Avaliação econômica da vegetação de Cerrado submetida a diferentes regimes de manejo e de povoamentos de eucalipto plantado em monocultivo. **Cerne**, Lavras, v.4, n.1, p.34-56, 1998.

OLIVEIRA, G. M. V.; MELLO, J. M.; TRUGILHO, P. F.; SCOLFORO, J. R. S.; ALTOÉ, T. F.; SILVA-NETO, A. J.; OLIVEIRA, A.D. Efeito do ambiente sobre a densidade

da madeira em diferentes fitofisionomias do estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 18, p. 345-352, 2012.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 115-127, 2005.

PAULA, J. E. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do Cerrado, visando sua utilização na produção de energia. **Cerne**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 90-100, 2005.

PINHO, G. S. C. **Efeito de diferentes métodos de corte de cipós na condução do manejo florestal visando à produção sustentada de madeira industrial, na floresta nacional do Tapajós/PA**. 2003. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília. 2003.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E. Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos de Cerrado. **Boletim eletrônico da EMBRAPA**. Doc 195, 2007. 30 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M. *et al.* (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 151-212.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; BALBINOT, R.; LEAL, M. C. B. S.; ZILIOOTTO, M. A. B. Proposta metodológica para quantificação e monitoramento do carbono estocado em florestas plantadas. In: SANQUETTA, C. R.; ZILIOOTTO, M. A. B. (Eds.) **Carbono: ciência e mercado global**. Curitiba: UFPR / ECOPLAN, 2004. p. 240-265.

SCHULZE, M.; VIDAL, E.; GROGAN, J.; ZWEEDE, J.; ZARIM, D. Madeiras nobres em perigo. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 36, n. 214, p. 66-69, 2005.

SEDJO R. A. Temperate Forest ecosystem in the global carbon cycle. **Ambio**, Stockholm, v. 21, p. 274-277, 1992.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010**. Brasília: SFB, 2010. 152 p.

SILVA, C. J. **Densidade básica e potencial energético de espécies lenhosas do Cerrado do estado de Tocantins**. 2014. 66 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SILVA, J. P. M.; CABACINHA, C. D.; ASSIS, A. L.; MONTEIRO, T. C.; ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; MAIA, R. D. Redes neurais artificiais para estimar a densidade básica de madeiras do cerrado. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 38, n. e201701656, p. 1-10, 2018.

SMITH, J. E.; HEATH, L. H.; WOODBURY, P. B. How to estimate forest carbon for large areas from inventory data. **Journal of Forestry**, p. 25-31, jul./ago. 2004.

TRUGILHO, P. F.; SILVA, D. A.; FRAZÃO, F. J. L.; MATOS, J. L. M. Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. **Acta Amazônica**, v. 20, p. 307-319, 1990.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; LEÃO, A. L. Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado. **Ciência Florestal**, v.12, n.1, p. 71-80, 2002.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; MARTINS, I. S. Variação axial da densidade básica da madeira de *Acacia mangium* Willd aos sete anos de idade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 85-92, 1999.

VALE, A. T.; DIAS, S. Í.; SANTANA, M. A. E. Relações entre propriedades químicas, físicas e energéticas da madeira de cinco espécies de cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 20, n. 1, p. 137-145, 2010.

VALÉRIO, A. F.; WATZLAWICK, L. F.; SILVESTRE, R.; KOEBLER, H. S. Determinação da densidade básica da madeira de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) ao longo do fuste. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 1, n. 1, 2008.

VIEIRA, S.A., ALVES, L.F., AIDAR, M., ARAÚJO, L.S., BAKER, T., BATISTA, J.L.F., CAMPOS, M.C., CAMARGO, P.B., CHAVE, J., DELITTI, W.B.C., HIGUCHI, N., HONORIO, E., JOLY, C.A., KELLER, M., MARTINELLI, L.A., MATTOS, E.A., METZKER, T., PHILLIPS, O., SANTOS, F.A.M., SHIMABUKURO, M.T., SILVEIRA, M.; TRUMBORE, S.E. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, n.2, p. 21-29, 2008.

WANG, X, ZONGWEI, F. The history of research on biomass and carbon storage of forest ecosystems. In: Wang rusong (eds.), *Hot Topics in Modern Ecology*. Beijing: China Science and technology Press, p. 335-347. 1995.