

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
LOAME PAIVA BUENO

MODELAGEM VOLUMÉTRICA PARA FRUTÍFERAS DO CERRADO

CERES – GO
2019

LOAME PAIVA BUENO

MODELAGEM VOLUMÉTRICA PARA FRUTÍFERAS DO CERRADO

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Renato Souza Rodovalho.

**CERES – GO
2019**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

BL795m BUENO, LOAME PAIVA
MODELAGEM VOLUMÉTRICA PARA FRUTÍFERAS DO CERRADO /
LOAME PAIVA BUENO;orientador Renato Souza
Rodvalho. -- Ceres, 2019.
16 p.

Monografia (em Bacharelado em Agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2019.

1. Volume . 2. Arboreto . 3. Cubagem. I. Souza
Rodvalho, Renato , orient. II. Título.

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 19 dia(s) do mês de Novembro ano de dois mil e 19, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Loane Paiva Bueno, do Curso de Agronomia, matrícula 201510320021042, cujo título é "Modelagem volumétrica para frutíferas do Cerrado".

A defesa iniciou-se às 09 horas e 00 minutos, finalizando-se às 10 horas e 32 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho Aprovado com média 7,3 no trabalho escrito, média 6,3 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 7,1 de pontos, estando o(a) estudante(a) Apta para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante(a) deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.


Assinatura Presidente da Banca


Assinatura Membro 1 Banca Examinadora


Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: Loane Paiva Bueno
Matrícula: 20151032002+0422
Título do Trabalho: Modelagem Volumétrica para Frutíferos do cerrado

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 05/12/19
O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres 05/12/19
Local Data

Loane Paiva Bueno

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Rafael S. Rodrigues
Assinatura do(a) orientador(a)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Distribuição das árvores amostradas aleatoriamente das espécies do cerrado no arboreto do IF Goiano Campus Ceres . Legenda: □ Jenipapeiro; + Jatobazeiro; Δ Barueiro; ◇ Pequizeiro e ○ Cagaiteira. Elaborado, 2019.....	8
Figura 2 (A). Valores residuais e valores estimados da equação de Spurr. Figura 2 (B). Valores residuais e valores estimados da equação de Scolforo & Silva.	12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Modelos volumétricos de madeira ajustados aos dados experimentais obtidos para espécies do cerrado.	6
Tabela 2. Espécies arbóreas e correspondente volume de madeira em m ³ em um hectare de cerrado.	9
Tabela 3. Resultados da análise de regressão do ajuste das equações passo a passo.	9
Tabela 4. Resultados da análise de regressão do ajuste das equações passo a passo.	10

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
CONCLUSÃO.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

MODELAGEM VOLUMÉTRICA PARA FRUTÍFERAS DO CERRADO

VOLUMETRIC MODELING FOR CERRADO FRUIT

LOAME PAIVA BUENO¹, JULIO THOMAZ RODRIGUES MENDANHA²,
RENATO SOUZA RODOVALHO³.

¹Acadêmica de Engenharia Agrônômica; Loame Paiva Bueno; Instituto Federal
Goiano- Campus Ceres, loamepaiva@gmail.com.

²Engenheiro Agrônomo, Julio Thomaz Rodrigues Mendanha, ; Instituto Federal
Goiano- Campus Ceres, julio.thomaz74@gmail.com .

³Dr. Engenheiro Agrícola; Renato Souza Rodovalho; Instituto Federal Goiano-
Campus Ceres, renato.rodvalho@ifgoiano.edu.br

Resumo: Realizou-se trabalho científico em área experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, objetivando-se determinar equação volumétrica frutíferas do cerrado na área. Assim, identificou-se e coletou-se dados de cinco espécies escolhidas totalizando 88 árvores, com DAP igual ou superior a 5 cm. As variáveis dendrométricas consideradas na árvore em pé foram DAP e altura total. Na determinação de unidades cúbicas mediu-se a altura do fuste e os diâmetros na altura de 0,05 m do solo e altura da primeira bifurcação do fuste. Testou-se 18 modelos volumétricos. O cálculo de volume de madeira com casca, pela fórmula de Smalian, obteve volume total 0,86 m³ por hectare. A equação volumétrica que melhor adequou-se foi a de Spurr, resultou em maior significância do coeficiente de determinação ajustado $R_{aj}^2 > 0,95$, e menores erros e desvios estimados ($S_{xy}=19\%$, $EM= -0,00036$; $EMa= -0,93$; $DG\%= -0,21$).

Palavras-chave: Arboreto. Cubagem. Volume.

Abstract: Scientific work was carried out in an experimental area of the Goiano Federal Institute-Campus Ceres, aiming to determine the volumetric equation for the Cerrado wood in the region. Thus, we identified and collected data from five species chosen totaling 88 trees, with DAP equal to or greater than 5 cm. The dendrometric variables considered in the standing tree were DAP and total height. In the determination of cubic units measured the height of the spindle and the diameters at the height of 0.05 m of the soil and height of the first bifurcation of the fuste. Twelve volumetric models were tested. The volume of wood with bark, by the formula of Smalian, obtained total volume 0.86 m³ per hectare. The volumetric equation that best suited was Spurr, resulted in greater significance of the adjusted coefficient of determination $R_{aj}^2 > 0.95$, and smaller errors and estimated deviations ($S_{xy}=19\%$, $EM= -0,00036$; $EMa= -0,93$; $DG\%= -0,21$).

keywords: Arboretum. Cubing. Volume.

INTRODUÇÃO

O bioma do cerrado está em segundo colocado quando se mensuram biomas brasileiros, perdendo apenas para o amazônico, ocupando área de 2.039.386 Km² (cerca de 24% do

território nacional). Cobre cerca de 97% do estado de Goiás, contendo de 5% da biodiversidade do mundo, visto como a savana mais rica (SANTOS, 2018).

É de grande interesse conhecer e acompanhar o desenvolvimento deste bioma, pois é grande guarnecedor de serviços ecossistêmicos potenciais como o fornecimento de água, armazenamento de carbono e conter grande diversidade biológica (OVERBECK *et al.*, 2015). Porém graças às atividades antrópicas o cerrado brasileiro encontra-se em ameaça, ações como o agronegócio e a urbanização crescentes (FERNANDES *et al.*, 2016; MICCOLIS *et al.*, 2014).

Pinheiro *et al.* (2018) amostraram 11.498 indivíduos arbóreos de 44 famílias diferentes, sendo 64,7% dos indivíduos nativos do cerrado. Uma das espécies mais abundantes foi o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), com 11,7% do total de árvores. Das 99 espécies nativas do Cerrado, 44,5% são utilizadas na alimentação humana, 77,8% consideradas úteis para a fauna e 82,8% possuem propriedades medicinais (GUARIM NETO *et al.*, 2003; LORENZI, 2002; 2013; 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2010; KUHLMANN, 2012; SILVA *et al.*, 2015; KUHLMANN e RIBEIRO, 2016). O Pequizeiro, barueiro, jatobazeiro e jenipapeiro foram inclusos nas três categorias e suas importâncias.

O jenipapeiro (*Genipa americana*), pode chegar entre 10 e 12 metros de altura, o caule chega a cerca de 60 cm de diâmetro, possui copa grande e arredonda com ramos numerosos e fortes, sempre glabros, de casca lisa, espessa, com cor cinzento esverdeado e manchas cinza-claro. As folhas são opostas, pecioladas e simples, com tamanho grande 20-42 cm de comprimento e 9-16 cm de largura, glabra em ambas as faces. As inflorescências se dão em racemos axilares ou terminais, as flores possuem cinco pétalas de cor amarelo-ouro e são hermafroditas (ESTRELLA, 1995; CORREA, 1969; PRANCE, 1975).

O jenipapeiro é de origem da América Central, encontrado no Brasil inteiro (GOMES, 1982). O fruto contém alto teor de ferro e pode usado no tratamento de asma, anemia e distúrbios intestinais. Seu uso traz benefícios a saúde, reduz o risco de doenças crônicas e icterícias (SEIFRIED *et al.*, 2007; SANTANA NETA, 2014; REZENDE, 2010).

As regiões Norte e Nordeste do Brasil, pelas condições climáticas, produzem grande número de frutos tropicais com perspectivas para exploração econômica (ARCKOLL, 1997). De acordo com Hansen *et al.* (2008) existem diversos genótipos de jenipapeiro

com potencial econômico, possibilitando a exploração dos frutos para o consumo *in natura* e industrialização.

O jatobazeiro (*Hymenaea courbaril*), pertencente a família Fabaceae, sua árvore pode chegar entre 30 a 45 m de altura, fuste cilíndrico entre 30 e 50 cm, normalmente reto com copa ampla, o tronco é de cor acinzentada, folhas compostas, alternas, pecioladas, bifoliada, coriáceas, falciformes ou ovais. Seu fruto possui alto valor nutritivo (CARVALHO-FILHO *et al.*, 2003; GORCHOV *et al.*, 2004), contém substâncias antimicrobianas, chamadas de terpenos capazes de repelir saúvas, lagartas e matar fungos. O gênero é altamente valorizado pelas características de resistência da madeira, utilizada na construção de canoas e obras civis. Possuindo diversos usos na medicina popular, contra gripe, bronquite, vermes e infecções (OLIVEIRA, 2006; PRANCE, 2010).

Costa *et al.*, (2016) realizaram análise econômica do jatobazeiro, e indicaram viabilidade de implantação da agroindústria rural de pequeno porte e estabelecimento de plantios de jatobá, incluindo venda de sementes, comercialização da polpa e ainda serviços ambientais.

O barueiro (*Dipteryx alata*), é nativo do cerrado brasileiro (SANO *et al.*, 2004). Pertence a família Fabaceae, é de grande porte, com altura média de 15m a 25m, podendo chegar até 70 cm de diâmetro. A copa é densa, pode ser alongada ou arredondada, o ritidoma é de cor amarelada, a casca vai de creme ou cinza-claro, contém estrias transversais de formato irregular que descamam (SANO *et al.*, 2004; CARRAZZA e ÁVILA, 2010). Suas folhas são de formato oblongo, alternas, exceto as folhas primordiais, as nervuras são medianamente planas, ascendentes (ALMEIDA *et al.*, 1998; SILVA-JÚNIOR, 2005).

Uma árvore adulta de barueiro produz faixa de 150 kg de fruto por safra produtiva (CARRAZZA e ÁVILA, 1975). De acordo com a CONAB (2015-2019), o valor gasto para produção é de R\$ 15,94 reais por quilo de amêndoas de baru. A venda das amêndoas é feita por pequenos agricultores como forma complementar à renda (FREDO, 2013). A amêndoa é bem aceita, possui alto teor calórico e é consumida de forma *in natura* ou para produção de doces, geleias, sucos, sorvetes e licores (SILVA *et al.*, 2001).

A palavra pequi vem do tupi, que significa pyqui, py=casca e qui=espinho. O pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) é o mais abundante do gênero, a árvore pode chegar a 10 m de altura, tortuosa, possui casca grossa, com folhas largas e raízes profundas (CARRAZZA e ÁVILA, 1975). Batista e Souza (2019) comprovaram que o pequi tem grande potencial para uso na indústria de alimentos devido sua composição nutricional, fonte de fibras, proteínas, lipídios e compostos antioxidantes usados na indústria alimentícia e nutracêutica.

A cagaiteira (*Eugenia dysenterica*) possui porte médio, cerca de 10 m de altura, destaca-se em fase de floração pela sua exuberância visual, apresenta o tronco e ramos tortuosos e cilíndricos, pode atingir até 15 m de altura. A copa é alongada e densa, ramos quadrangulares e glabros com exceção dos botões, pedicelos folhas e ramos jovens que possuem pequenos pelos. As folhas são pequenas, com comprimento de 3 a 13 cm e largura de 1 a 8 cm, consideradas membranáceas, aromáticas, oposto-cruzadas com vários formatos, pubérulas quando jovens e glabras e brilhantes na face superior quando maduras (BRITO et al, 2003; FARIA JUNIOR, 2010; LOZENZI, 2002; MARTINOTTO, 2008).

A relevância de espécies florestais para o desenvolvimento econômico do país justifica o conhecimento do estoque florestal para que um planejamento a curto, médio e longo prazo possa ser realizado, adquirido através de um inventário florestal pré-corte em casos de curto prazo, os de longo prazo visam acompanhar uma dinâmica de determinada floresta (CABACINHA, 2003).

O volume é a principal variável de um inventário florestal, sendo indispensável testar vários modelos matemáticos para esta finalidade. O uso dos modelos variam de acordo com a espécie, região e o manejo, ao testar os modelos, realizar análises e critérios estatísticos pode-se determinar o que melhor reconhece cada situação (MIGUEL et al, 2014).

Determinar o volume de madeira é de grande interesse para se ter ciência da capacidade de carga de um arboreto em determinado ambiente. Através de modelos matemáticos pode-se determinar o volume de madeira acumulada e evolução deste arboreto ao longo o tempo (PELISSARI, 2011).

Para Leite *et al*, (2011) a estimativa volumétrica de madeira em povoamentos florestais é de fundamental importância e imprescindível para o planejamento e monitoramento de plantas comerciais, especialmente em estudos de crescimento e produção. A dendrometria se encarrega de determinar dimensões, idade, volume e peso de uma árvore (CAMPOS, 2014).

Oliveira *et al*, (2019) através do corte, cubagem e pesagem de 90 árvores compararam modelos estatísticos e estimaram a biomassa e o estoque de carbono de três compartimentos acima do solo (arbóreo, herbáceo-arbustivo e serapilheira) em Cerrado no oeste da Bahia.

Imaña-Encinas *et al*, (2009), determinaram equações de volume de madeira para o cerrado, demonstrando que a comunidade vegetal estudada teve marcante interferência antrópica, principalmente na classe diamétrica entre de 13 a 19 cm. Mostrou a existência de 51 espécies arbóreas na riqueza florística, dentre elas *Caryocar brasiliense* e *Hymenaea stigonocarpa*.

Assim objetivou-se neste trabalho avaliar equações volumétricas que represente a cubagem da madeira no arboreto do Instituto Federal Goiano Campus Ceres.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado em área experimental localizada no Instituto Federal Goiano, Campus Ceres. A área possui 0,91 hectares, implantada 20 de janeiro de 2012, localizada à 15° 20' 54'' S , 49° 36' 07'' W. O clima predominante da região é o tropical corresponde ao tipo Aw de acordo com a classificação de Köppen com pluviosidade média anual de 1601 mm e temperatura média 24.6 °C.

Os dados foram coletados de todas as espécies escolhidas dentro da área utilizando fita métrica flexível e uma trena. Cada árvore foi identificada, enumerada e demarcada com o uso de um receptor GPS modelo MAP64s, Garmim[®], datum Sirgas 2000, totalizando 5 espécies e 88 árvores amostradas. As variáveis dendrométricas consideradas nas espécies foram DAP (Diâmetro à altura do peito a 1,30m do solo) Db (Diâmetro da base à 5 cm do solo) e Dsup (Diâmetro à altura da primeira bifurcação) todas as medidas expressas em cm. Na determinação de unidades cúbicas dos galhos mediu-se diâmetro na base do galho, diâmetro na primeira bifurcação do galho e altura entre estes.

Na obtenção do valor volume real de madeira com casca (V) fez-se o uso do método de Smalian (LOETSCH *et al.*, 1973), convertendo os valores obtidos de diâmetro em áreas, o comprimento ou altura(h) do fuste e galhos, por intermédio da equação 1.

$$V = \left(\frac{A1+A2}{2} \right) h \quad (01)$$

Em que: V= Volume real; A1= Área seccionada 1; A2= Área seccionada 2; h = Altura.

Os modelos volumétricos ajustados aos dados experimentais de volume estão representados na tabela 1. As 18 equações volumétricas testadas foram obtidas de Loetsch *et al.*, (1973), Scolforo e Silva (1993) e Rezende *et al.*, (2006). Os demais coeficientes (β_x) foram determinados por análise de regressão, no programa Statistica 5.0 (STATISTICA, 2005).

O coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) foi definido pela seguinte fórmula:

$$R^2_{aj} = - \left[\frac{K-1}{N-K} \right] \cdot 1 - R^2 \quad (02)$$

Sendo:

K, o número de coeficientes da equação; N, o número de observações

Tabela 1. Modelos volumétricos de madeira ajustados aos dados experimentais obtidos para espécies do cerrado.

Equação	Modelo	Autor
3	$\log v = \beta_0 + \beta_1 \log(d^2 h)$	Spurr (log)
4	$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$	Dissescu-Meyer
5	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2$	Kopezky-Gehrhardt
6	$v = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 dh^2 + \beta_4 h^2$	Näslund
7	$V = \beta_{1+} \cdot D_b^2 + \beta_2 \cdot D_b^2 \cdot H$	Rezende <i>et al.</i> (2006)
8	$v = \frac{d^2 h}{\beta_0 + \beta_1 d}$	Takata
9	$v = \beta_0 d^{a1} h^{a2}$	Schumacher-Hall
10	$v = d^2 (\beta_0 + \beta_1 h)$	Ogaya
11	$v = \beta_0 d^{\beta_1}$	Berkhout
12	$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$	Hohenadl-Krenn
13	$\log v = \beta_0 + \beta_1 \log d$	Hummel
14	$\log v = \beta_0 + \beta_1 \log d + \beta_2 \frac{1}{d}$	Brenac
15	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h$	Spurr
16	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 h$	Stoate
17	$v = \frac{d^2}{\beta_0 + \beta_1 \frac{1}{h}}$	Honner
18	$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 dh + \beta_4 d^2 h + \beta_5 h$	Meyer (1941)
19	$v = \beta_0 + \beta_2 g$	Humell
20	$V = \beta_0 + \beta_1 CAP^2 H_i^2$	Socolforo e Silva(1993)

Fonte: Loetsch *et al.*, (1973), Scolforo e Silva(1993) e Rezende *et al.*, (2006). Adaptado.

Os critérios estatísticos para a seleção do modelo que representou adequadamente o volume de madeira das espécies do cerrado foram a magnitude do coeficiente de determinação ajustado (R^2) obtido por regressão, o menor valor do erro padrão da estimativa (S_{yx}), o erro médio absoluto (EM), o desvio global percentual (DG), a distribuição do comportamento dos resíduos e a significância dos parâmetros dos modelos ajustados a 5% de probabilidade pelo teste t. O erro padrão da estimativa foi obtido pela equação 21.

$$S_{yx} = \sqrt{QM_{res}} \quad (21)$$

Em que: QM_{res} correspondente ao Quadrado Médio do resíduo obtido na análise de variância.

Utilizou-se como quesito o maior valor de R_{aj}^2 dado por cada equação que obteve menor S_{yx} .

A determinação de EM e DG foram obtidas pelas equações 22 e 23 respectivamente (Prodan et al., 1997).

$$(EM) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (vi - vi') \quad (22)$$

$$DG\% = \frac{\sum_{i=1}^n vi - \sum_{i=1}^n vi'}{\sum_{i=1}^n vi'} \cdot 100 \quad (23)$$

Em que: vi = volume individual de cada árvore na amostra; vi' = volume médio estimado da árvore na parcela e n = número de árvores.

Assim, após a escolha da equação realizou-se análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey, obtendo-se o nível de significância da análise de regressão. Através do programa Statística 5.0 calculou-se o valor de p (parâmetros). Os gráficos concretizados pela relação tridimensional do volume, altura e diâmetro adquiridos também pelo Statística 5.0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas unidades dendrométricas de 5 espécies sendo o Jenipapeiro (*Genipa americana*) com 24 indivíduos, o Jatobazeiro (*Hymenaea courbaril*) com 14 unidades, o Barueiro (*Dipteryx alata*) com 24 indivíduos, o Pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) com 18 árvores e a Cagaiteira (*Eugenia dysenterica*) com apenas 8 indivíduos, totalizando 88 árvores na área em estudo conforme apresentado na Figura 1.

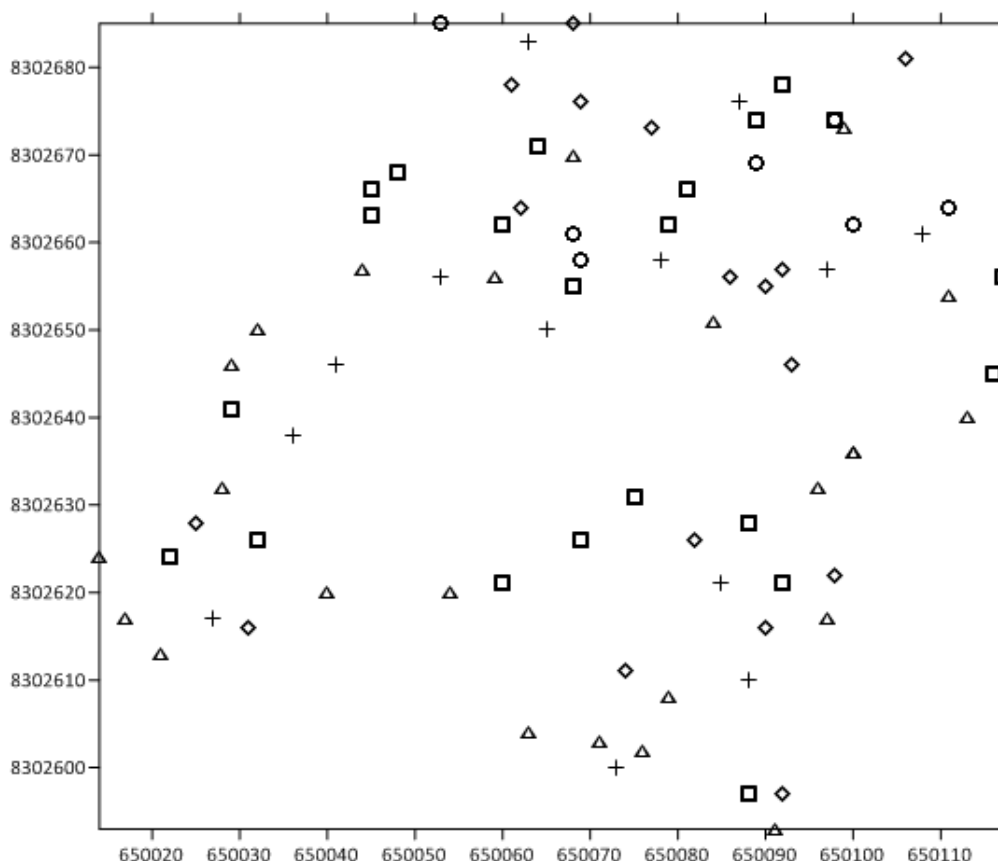


Figura 1. Distribuição das árvores amostradas aleatoriamente das espécies do cerrado no arboreto do IF Goiano Campus Ceres. Legenda: □ Jenipapeiro; + Jatobazeiro; Δ Barueiro; ◇ Pequizeiro e ○ Cagaiteira. Arquivo pessoal.

A média do volume de cada espécie está representada na tabela 2. A média volumétrica para o jenipapeiro foi de 0,168 m³ por hectare, para o jatobazeiro 0,228 m³ por hectare, o barueiro 0,181 m³ por hectare, o pequizeiro 0,241 m³ por hectare e o cagaiteiro com média de 0,040 m³ por hectare. A média geral volumétrica das espécies foi de 0,172 m³ por hectare. A somatória das médias de volume das espécies foi de 0,860 m³ por hectare.

Tabela 2. Espécies arbóreas e correspondente volume de madeira em m³ em um hectare de cerrado.

Espécie	Família	Número de indiv.	Média vol(m ³)/ha
<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	24	0,168581
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabáceas	14	0,228166
<i>Dipteryx alata</i>	Fabáceas	24	0,181464
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	18	0,241804
<i>Eugenia dysenterica</i>	Myrtaceae	8	0,04008
Total		88	0,860095

Arquivo pessoal.

As espécies apresentaram maior volume de madeira em ordem decrescente foram *Caryocar brasiliense* com 0,241m³/ha (correspondendo a 20,45 % da população), *Hymenaea courbaril* com 0,228 m³/ha (15,9%), *Dipteryx alata* com 0,181 m³/ha (27,27%), *Genipa americana* com 0,168m³/ha (27,27%) e por fim *Eugenia dysenterica* (9,09%) com 0,040m³/ha.

Os parâmetros para as equações 3, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 17 e 19 foram significativos a 5% de probabilidade no teste t (Tabela 3). Sendo portanto os modelos mais indicados para a representação da madeira (Imaña-Encinas, *et al.*, 2008).

Tabela 3. Resultados da análise de regressão do ajuste das equações passo a passo.

Equação	Parâmetros					
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
3	0,35614*	0,36320*				
4	-0,03951 ^{ns}	0,81876 ^{ns}	4,11850 ^{ns}			
5	0,01175 ^{ns}	7,15341*				
6	5,83787*	-1,04791 ^{ns}	0,19336*	-0,00944 ^{ns}		
7		0,22891*	0,56572*			
8	0,25023*	0,18534 ^{ns}				
9	0,19137*					
10	2,00269*	2,69027*				
11	5,20568*	1,78951*				
12	-0,03951 ^{ns}	0,81876 ^{ns}	4,11850 ^{ns}			
13	0,71647*	0,77717*				
14	-0,00065 ^{ns}	0,56230*	0,03714*			
15	0,01066*	0,63466*				
16	-0,01501 ^{ns}	-0,01501 ^{ns}	2,06974 ^{ns}	0,01529 ^{ns}		

17	0,11519*	-0,050307*				
18	-1,21316 ^{ns}	-1,27144 ^{ns}	7,50775 ^{ns}	0,50492 ^{ns}	0,13915 ^{ns}	-0,01513 ^{ns}
19	-0,13339*		0,88898*			
20	-0,00486 ^{ns}	-0,00432 ^{ns}	0,97942*			

*Significativos a 5% de probabilidade pelo teste t. ^{ns} não significativos a 5% de probabilidade pelo teste t. Arquivo pessoal.

Ao verificar os quesitos, maior valor de R² dado por cada equação que obteve menor Syx, e os coeficientes das equações, consolidou-se que para determinação do volume de madeira as propostas de Rezende *et al.*, (2006), Spurr são as mais adequadas.

Tabela 4. Critérios estatísticos para seleção do modelo.

Equação	Coeficientes				
	R ² aj	S _{yx}	EM	EMa(%)	DG%
Spurr (log)	0,67	0,51	0,0027	3,62	1,60
Dissescu-Meyer	0,48	0,64	-0,0000922	0,61	-0,051
Kopezky-Gehrhardt	0,47	0,65	0,00936	4,06	-0,00000072
Nåslund	0,71	0,48	-0,000448	2,03	-0,25
Rezende et al (2006)	0,96	0,56	-0,000304	-0,76	-0,17
Takata	0,65	0,52	0,00765	12,24	4,50
Schumacher-Hall	0	0,93	0,00291	3,03	1,70
Ogaya	0,68	0,50	0,00335	5,41	1,90
Berkhout	0,47	0,65	0,00144	0,17	0,81
Hohenadl-Krenn	0,48	0,64	-0,0000922	0,61	-0,051
Hummel	0,47	0,65	-0,00211	-0,02	-1,10
Brenac	0,48	0,64	0,00000131	0,01	0,00073
Spurr	0,95	0,19	0,000368	-0,93	0,21
Stoate	0,68	0,50	0,00151	2,86	0,85
Honner	0,51	0,62	0,00767	20,61	4,50
Meyer (1941)	0,68	0,50	0,000684	0,92	0,38
Humell	0,61	0,56	-0,000145	0,66*	-0,80
Socolforo e Silva(1993)	0,88	0,30	-0,000640	3,56	-0,36

*Significativos a 5% de probabilidade pelo teste t. ^{ns} não significativos a 5% de probabilidade pelo teste t. Arquivo pessoal.

Observando a tabela 4 a equação de Rezende et al, (2006) obteve maior significância do coeficiente de determinação ajustado $R_{aj}^2 > 96\%$, e menores erros e desvios estimados ($EM = -0,00030$; $EMa = -0,76$; $DG\% = -0,17$), com excessão do erro padrão da estimativa ($S_{xy} = 0,56$). Os coeficientes da equação foram significativos, observados na tabela 3.

Para Rezende *et al.*, (2006), erros entre 15 e 30% em ajustes dos dados de diâmetro e altura dos indivíduos arbóreos para volume e equações regionalizadas podem ser consideradas plenamente aceitáveis, por existir variabilidade natural na estrutura da vegetação.

A equação de Spurr resultou em maior significância do coeficiente de determinação ajustado $R_{aj}^2 > 0,95\%$, e menores erros e desvios estimados ($S_{xy} = 0,19$, $EM = -0,00036$; $EMa = -0,93$; $DG\% = -0,21$) como pode ser observado na tabela 4. Portanto a equação de Spurr é a que resultou o melhor ajuste para determinar volume de madeira do arboreto do IF Goiano.

Em trabalho realizado por Pelissari *et al.*, (2011), os modelos de Naslund modificado e Spurr, apresentaram os melhores ajustes para a estimativa do volume de *Pinis caribaea* var. *hondurensis* no município de Vilhena-RO.

Rezende *et al.*, (2006), comparou modelos matemáticos para estimar o volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília sendo o modelo de Spurr o mais adequado para os caracteres citados, com a seguinte expressão $v = 0,49129 + 0,02912 Db^2h$, apresentou coeficiente de determinação acima de 93% e erros padrões entre 25,03 e 28,09%.

Amorim (2018) realizou trabalho com espécies nativas em área experimental na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no Campus experimental da cidade de Cruz das Almas – BA. Demonstrou em seu trabalho que o modelo de Spurr obteve melhores resultados estatísticos e dispersão dos erros não tendenciosos de volume de madeira para as espécies *Anadantera macrocarpa* e *Genipa americana*, com coeficiente de determinação igual a 87,9% e erro médio 31,56%.

Venturoli e Morales (2014) realizaram cubagem rigorosa de um híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* pertencente à família Myrtaceae, que são de grande importância comercial, também adequou-se a proposta de Spurr gerando a seguinte equabilidade $v = -0,003579 + 0,00003723 Db^2h$ com coeficiente ajustado equivalente à 95% e erro padrão 17,78%.

Conforme os resultados da tabela 4 verificou-se que o modelo de Spurr foi o mais adequado para estimar o volume de madeira para as árvores do cerrado dispostas na tabela 2, demonstrou alta significância estatística entre as variáveis independentes e a variável dependente.

Outro critério de seleção de ajuste foi o gráfico da distribuição dos resíduos (figura 2). Analisando o gráfico dos resíduos (figura 2A) verificou-se coerente distribuição da nuvem de pontos, validando que o menor erro foi a equação de Spurr. Nas proximidades da linha zero dos dois lados pode-se notar que há normalidade e certo grau de homogeneidade da variação dos valores observados e valores estimados o que foi demonstrado também por Rezende *et al.*, (2006), Amorim (2018) para determinadas espécies e Pelissari (2011). Enquanto a distribuição dos resíduos pelo modelo de Scolforo & Silva (figura 2B) observa-se que existem dados experimentais mais distantes do eixo central indicando uma condição tendenciosa (Imaña-Encinas, *et al.*, 2008).

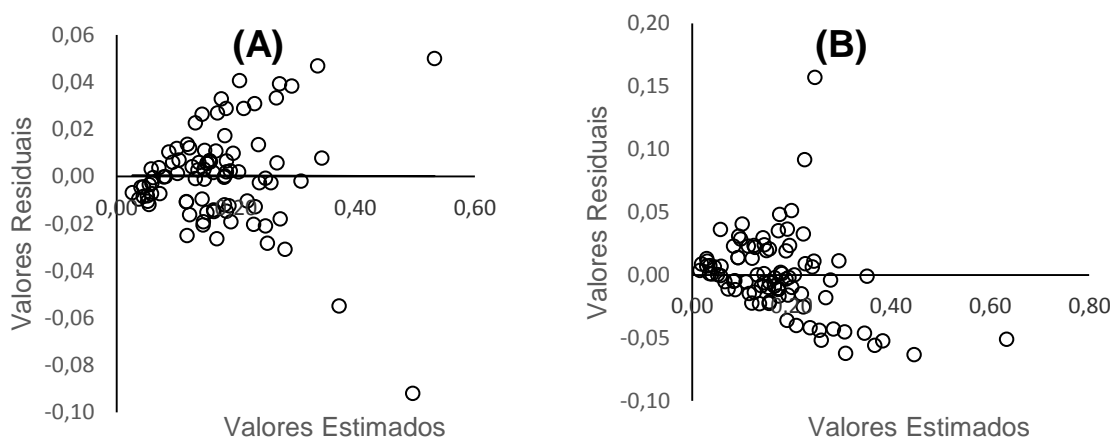


Figura 2. (A) Valores residuais e valores estimados da equação de Spurr; (B) Valores residuais e valores estimados da equação de Scolforo & Silva.

CONCLUSÃO

O modelo de Spurr foi o mais indicado com base em critérios estatísticos para representar a cubagem da madeira para as espécies de o Jenipapeiro (*Genipa americana*), o Jatobazeiro (*Hymenaea courbaril*), o Barueiro (*Dipteryx alata*), o Pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) e a Cagaiteira (*Stenocalyx dysentericus*) da área experimental do IF Goiano campus Ceres-GO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

AMORIM, L. C.; **Potencial de Redes Neurais Artificiais e Regressão na Estimativa de Volume de Espécies Nativas**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, fevereiro, 2018.

ARCKOLL, D. B. **Some lesser-known Brazilian fruits unexploited commercial potential**. Den Haag. Proceedings. Den Haag: International Federation of Fruit Juice Producers, 1997. p. 27-34.

BATISTA, F. O. & SOUZA, R. S. **Compostos Bioativos em Fruto de Pequi (*Caryocar brasiliense camb*) E Baru (*Dipteryx alata vogel*) e seus usos potenciais: uma revisão**. Brazilian Journal of Development, vol.5 n. 7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-120>

BRITO, M.A.; PEREIRA E.B.C; PEREIRA A.V.; RIBEIRO J.F. **Cagaita; biologia e manejo**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agro pecuária CdPAdC, editor. Planaltina, DF. : EMBRAPA 2003.

CABACINHA, C. D.; **Um Método para a Realização do Inventário Florestal Suprindo a Cubagem Rigorosa**. Dissertação de Mestrado. UFLA. Lavras, 2003.

CAMPOS, O. J.; **Cubagem de árvores**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. 87 p. Florianópolis, SC, 2014.

CARRAZZA, L; ÁVILA, J. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Baru. 2. ed. Brasília: Ed. **Instituto Sociedade, População e Natureza**, 2010. 56 p, 1975.

CARVALHO FILHO, J.L.S.; BLANK, M.F.A.; BLANK, A.F; RANGEL, M.S.A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, lavras, v.9, n.1, p.109-118, 2003

CONAB, **Subvenção Direta ao Produtor Extrativista**. Disponível em :< http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camarassetoriaisematicas/documentos/camarasetoriais/ervamate/2019/09aro/app_conab.pdf/view> Acesso em: 26 de outubro de 2019.

CORREA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, 1969. v.4, p.515-519.

COSTA, C. B.; SOUZA, A. L.; CASTELLANI, D. C.; SILVA, M. L.; BORGES, E. E.L. Análise de Viabilidade da Produção de Sementes e Polpa de Jatobá (*Hymenaea* spp) na Região Sul De Goiás. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 1023-1036, jul.-set., 2016

ESTRELLA, E. **Plantas medicinales amazonicas: realidad y perspectivas**. Manaus: TCA, 1995. p.268

FARIA JÚNIOR J.E.Q. **O gênero Eugenia L.(Myrtaceae) nos estados de Goiás e Tocantins, Brasil** [Dissertation]. Brasília: Universidade de Brasília; 2010.

FERNANDES, G. W.; PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SCARIOT, A.; AGUIAR, L. M. S.; FERREIRA, G.; MACHADO, R.; FERREIRA, M. E.; DINIZ, S.; PINHEIRO, R. T.; COSTA, J. A. S.; DIRZO, R.; MUNIZ, F. **Cerrado: em busca de soluções sustentáveis**. Rio de Janeiro: Vozes, 2016.

FREDO, A. R. L. F. Baru (Fruto). In: **Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Proposta de Preços Mínimos: safra 2013/2014: produtos da sociobiodiversidade**. Brasília, 2013, p.106-132.

GOMES, R.P. Fruticultura brasileira. 8.ed. São Paulo: **Nobel**, 1982. p.278-281

GORCHOV, D.L.; PALMEIRIM, J.M.; JARAMILLO, M.; ASCORRA, C.F. Dispersal of seeds of *Hymenaea courbaril* (Fabaceae) in a logged rain forest in the Peruvian Amazonian. **Acta amazonica**, Manaus, v.34, n.2, p.251-259, 2004.

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R. G. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso:um estudo bibliográfico. **Acta Botanica Brasilica**, 17(4), 561-584, 2003.

HANSEN, D. S.; SILVA, S. A.; FONSECA, A. A. O.; HANSEN, O. A. S.; FRANÇA, N. O. Caracterização Química de Frutos de Jenipapeiros Nativos do Recôncavo Baiano Visando o Consumo Natural e Industrialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol.30, n. 4, Jaboticabal, 2008.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA,O. A.; PAULA, J. E.; IMAÑA A. R. Equações de Volume de Madeira para o Cerrado de Planaltina de Goiás. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 107-116, jan./mar. 2009.

KUHLMANN, M. **Frutos e sementes do Cerrado atrativos para a fauna: guia de campo**. Brasília, DF: Rede de sementes do Cerrado, 2012.

KUHLMANN, M.; RIBEIRO, J. F. Evolution of seed dispersal in the Cerrado biome: ecological and phylogenetic considerations. **Acta Botanica Brasilica**, 30(2), 271-282, 2016.

LEITE, H.G.; ANDRADE V.C.L. Um método para condução de inventários florestais sem o uso de equações volumétricas. **Revista Árvore**, 26 (3): 321- 328. 2002. doi: 10.1590/S0100-67622002000300007

LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**. Munich: BLV, 1973. v.2. 469p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 4. ed., Vol. 1, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 4 ed., Vol. 2, 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2 ed., Vol. 3, 2016.

MARTINOTTO C.; PAIVA R.; SOARES F.P.; SANTOS B.R.; NOGUEIRA R.C. **Cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.)**. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras; 2008. 1-21 p.

MEYER, A.; A correction term for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. **The Pennsylvania State Forest School: Research Paper**, v. 7, 1-7pp, 1941.

MICCOLIS, A.; ANDRADE, R. M. T.; PACHECO P. **Land-use trends and environmental governance policies in Brazil: Paths forward for sustainability**. Bogor, Indonesia: CIFOR. 2014.

MIGUEL, E. P.; LEAL, A. F.; ONO, H. A.; LEAL, U. A. S. Modelagem na predição do volume individual em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Rev. Bras. Biom**, v. 32, n. 4, p. 584- 598, 2014.

OLIVEIRA, C. P.; FRANCELINO, M. R.; DAER, M.; LELES, P.S.S.; ANDRADE, F. C. Comparação de Modelos Estatísticos para Estimativa da Biomassa de Árvores, e Estimativa do Estoque de Carbono Acima do Solo em Cerrado. **Ciência Florestal**. Vol. 29, n.1 Santa Maria, 2019.

OLIVEIRA, G. L.; OLIVEIRA, A. F. M.; ANDRADE, L. DE H. C. Plantas medicinais utilizadas na comunidade urbana de Muribeca, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, 24(2), 571-577, 2010.

OLIVEIRA, P.R.A. **Plantas Mediciniais: aprendendo tecnicamente: do plantio ao uso adequado as 100 plantas medicinalmente mais importante**. Gráfica Elisa, Rondonópolis, p. 163, 2006.

Overbeck, G. E.; Vélez-Martin, E.; Scarano, F. R.; Lewinsohn, T. M.; Fonseca, C. R.; Meyer, S. T.; Muller, S. C.; Ceotto, P.; Dadalt, L.; Durigan, G.; Ganade, G.; Gossner, M. M.; Guadagnin, D. L.; Lorenzen, K.; Jacobi, C. M.; Weisser, W. W.; Pillar, V. D. **Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems**. *Diversity and Distributions*, 21, 1455-1460, 2015.

PELLISSARI, A. L.; LANSSANOVA, L. R.; DRESCHER, R. Modelos Volumétricos para *Pinus* tropicais, em Povoamento Homogêneo, no Estado de Rondônia. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo; vol.31, n.67, p. 173-181, jul/set. 2011.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R.; **Espécies Arbóreas de uso Múltiplo e sua Importância na Conservação da Biodiversidade nas Áreas Verdes**

Urbanas de Palmas, Tocantins. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 49, p. 264-282, dezembro 2018.

PRANCE, G.T. **Árvores de Manaus.** 17.ed. Manaus: INPA, 1975. p.223-225.

PRANCE, G.T.; SILVA, M.F. **Árvores de Manaus.** Manaus: CNPq/INPA, p.312, 2010.

REZENDE, A. V.; VALE, A. T.; SANQUETTA, C. R.; FILHO, A.F.; FELFILI J. M.; Comparação de Modelos para a Estimativa do Volume, Biomassa e Estoque de Carbono da Vegetação Lenhosa de um Cerrado sensu stricto em Brasília, DF. Brasília, DF. **Scientia Florestalis.** N.71, p. 65-76, agosto 2006.

REZENDE, L. C. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia.** 2010. 118 f. Dissertação (programa de pós graduação em Química) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

SANO, S; RIBEIRO, J; BRITO, M. **Baru: biologia e uso.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 52p

SANTANA NETA, L. G. **Caracterização e avaliação do potencial de bioativos e atividade antioxidantes de Genipa americana L desidratado.** Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2014.

SANTOS, I. A.; **Economia Ecológica e Políticas Públicas: um olhar sobre o Cerrado brasileiro.** Uberlândia, 2018.

SCOLFORO, J. R. S.; SILVA, S. T. **O conceito de “floresta balanceada de Meyer” como opção para intervenção em cerrado sensu stricto.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. : SBS, Curitiba, v. 1, p. 378-381, 1993.

SEIFRIED, H. E. et al. A review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. **Journal of Nutritional Biochemistry**, V.18, p. 567- 579, 2007.

SILVA JUNIOR, M. C. 100 árvores do cerrado: guia de campo. Brasília: **Rede de Sementes do Cerrado.** 2005.

SILVA, A. F.; RABELO, M. F. R.; ENOQUE, M. M. Diversidade de angiospermas e espécies medicinais de uma área de Cerrado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 17(4), 1016-1030, 2015. doi: 10.1590/1983-084x/14_115

SILVA, D. B; SILVA, J. A; JUNQUEIRA, N. T. V; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do Cerrado.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 179 p.

VENTUROLI, F & MORALES M. M. **Volumetria de um Híbrido de Eucalyptus grandis x E. urophylla no Cerrado: Similaridades de Estimativas.** Agrotropica, Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, Brasil, 2014.