

ALDENIR TEIXEIRA DA GAMA

**DENSIDADE BÁSICA, VOLUMETRIA E PESO SECO DO
Stryphnodendron adstringens (Mart.) COVILLE: BASES PARA
ELABORAÇÃO DE PLANOS DE MANEJO SUSTENTADO NO NORTE DE
MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Coorientador: **Ernane Ronie Martins**
Orientador: **Christian Dias Cabacinha**

Montes Claros
2013

Gama, Aldenir Teixeira da.

G184d 2013 Densidade básica, volumetria e peso seco do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville): bases para elaboração de planos de manejo sustentado no Norte de Minas Gerais / Aldenir Teixeira da Gama. Montes Claros, MG: Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, 2013.
122 p.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

Orientador: Prof. Christian Dias Cabacinha.

Banca examinadora: Edmilson Santos Cruz, Letícia Renata de Carvalho, Christian Dias Cabacinha.

Inclui bibliografia: f: 110-114.

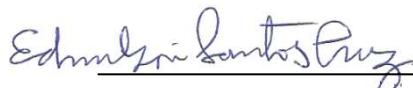
1. Barbatimão. 2. Cerrado. 3. Manejo sustentado. I. Cabacinha, Christian Dias. II. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 633.88

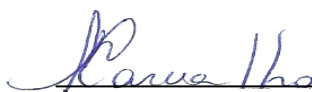
Elaborada pela Biblioteca Comunitária em Ciências Agrárias do ICA/UFMG

ALDENIR TEIXEIRA DA GAMA

DENSIDADE BÁSICA, VOLUMETRIA E PESO SECO DO
STRYPHNO DENDRON ADSTRINGENS (MART.) COVILLE: BASES PARA
ELABORAÇÃO DE PLANOS DE MANEJO SUSTENTADO NO NORTE DE
MINAS GERAIS



Prof. Edmilson Santos Cruz
(UFG)



Profª. Leticia Renata de Carvalho
(ICA/UFMG)



Prof. Christian Dias Cabacinha
Orientador (ICA/UFMG)

Aprovada em 17 de dezembro de 2012.

Montes Claros
2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por mais uma vitória alcançada e por todas as bênçãos recebidas ao longo da minha caminhada.

Ao professor Christian Cabacinha pela orientação e apoio na concretização deste trabalho.

Aos professores e membros da banca, Edmilson e Letícia pela contribuição na correção do trabalho.

A CAPES-REUNI pela bolsa de estudos.

Ao amigo Cabacinha pelos nossos encontros regados de alegria e a felicidade de reencontrá-lo aqui em Montes Claros, compartilhando desse momento tão importante na minha vida. Obrigada pelo carinho, amizade e dedicação sempre.

Ao Marcos Vinícius, Ivo Perceu, Ricardo Tuller, Márcia, Leandro, Messulan, André, Victor (Vitim), Mathias, Ronie, Antônio Vitor (batata), Ana Carolina, Izabela, Naruna, Daniela, Pedro, Barral, Caio e Raquel pelo apoio tanto em campo quanto no laboratório, vocês foram fundamentais para a execução do trabalho e pela amizade.

Aos professores Antônio Kleber (Tchê), Daniel, Letícia, Nilza, Cristina e Max pelo convívio.

Ao Seu Olímpio, Patrícia, Laise e Livinha pelo pela hospedagem e pelo acolhimento. À comunidade da Bela Vista, Seu Dominginhos, que tão bem nos receberam.

À Anna Crystina, Germana, Priscila, Daiane, Welha, Josiane e demais companheiras e companheiros de turma pela companhia ao longo do mestrado.

Ao apoio dos amigos e amigas que compartilharam desta caminhada comigo, muito obrigada.

Aos meus pais Antenor e Raimunda por todo amor e incentivo. Às minhas irmãs e meus cunhados pelas palavras de apoio e dedicação e aos meus sobrinhos pelo carinho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1- Mapa do município de Botumirim - MG, destacando a área estudada na fazenda Bela Vista..... **23**

Figura 2- Discos e cunhas retirados das árvores de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) para determinação da densidade básica: (A): Discos retirados; (B): Disco seccionado..... **27**

CAPÍTULO 2 - VARIAÇÕES DA DENSIDADE BÁSICA DA CASCA E DA MADEIRA DO BARBATIMÃO (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville)

Gráfico 1- Densidade média da casca e densidade média da madeira. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade..... **38**

Gráfico 2- Variação da densidade básica da casca ao longo do fuste para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... **40**

Gráfico 3- Variação da densidade básica da madeira ao longo do fuste para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... **41**

Gráfico 4- Distribuição da densidade básica da casca em g.cm^{-3} por classe diamétrica para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... **42**

Gráfico 5- Distribuição da densidade básica da madeira em g. cm^{-3} por classe diamétrica para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... **43**

Gráfico 6- Densidade básica média da casca em g. cm^{-3} para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... **44**

Gráfico 7- Densidade básica média da madeira em g.cm^{-3} nas classes diamétricas para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... **45**

CAPÍTULO 3 - ESTIMATIVAS VOLUMÉTRICAS E HIPSOMÉTRICAS PARA A *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville NO NORTE DE MINAS GERAIS

- Gráfico 1-** Dispersão dos resíduos percentuais para volume total com casca de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Kopersky-Gehardt, (B) Dissescu- Meyer, (C) Hohenadl- Krenm, (D) Berkhout, (E) Husch, (F) Brenac..... **57**
- Gráfico 2-** Dispersão dos resíduos percentuais para volume total com casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Spurr, (B) Schumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoate, (F) Naslund..... **60**
- Gráfico 3-** Dispersão dos resíduos percentuais para volume total com casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (G) Takata; (H) Spurr log; (I) Meyer; (J); Schumacher- Hall log..... **61**
- Gráfico 4-** Dispersão dos resíduos percentuais para volume total sem casca de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG.: (A) Kopersky-Gehardt, (B) Dissescu- Meyer; (C) Hohenadl- Krenm; (D) Berkhout; (E) Husch; (F) Brenac..... **64**
- Gráfico 5-** Dispersão dos resíduos percentuais para volume total sem casca de dupla entrada para o barbatimão(*Stryphnodendron adstringens* Mart. (Coville)), Botumirim, MG: (A) Spurr, (B) Schumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoate, (F) Naslund..... **67**
- Gráfico 6-** Dispersão dos resíduos percentuais para volume total sem casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart. (Coville), Botumirim, MG: (G) Takata, (H) Spurr log, (I) Meyer, (J) Schumacher - Hall log..... **68**
- Gráfico 7-** Dispersão dos resíduos percentuais para volume de casca de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG.: (A) Kopersky-Gehardt, (B) Dissescu- Meyer, (C) Hohenadl- Krenm, (D) Berkhout, (E) Husch, (F) Brenac..... **71**
- Gráfico 8-** Dispersão dos resíduos percentuais para volume de casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG.: (A) Spurr, (B) Schumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoate, (F) Naslund..... **74**

Gráfico 9- Dispersão dos resíduos percentuais para volume de casca de dupla entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (G) Takata, (H) Spurr log, (I) Meyer, (J) Schumacher-Hall log.....	75
Gráfico 10- Resíduos percentuais em relação à altura para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Linha reta; (B) Parabólica; (C) Curts; (D) Stofel; (E) Prodan; (F) Petterson.....	78
Gráfico 11- Resultado do teste de médias para percentual de casca para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> Mart. (Coville), Botumirim, MG.....	82

CAPÍTULO 4 - ESTIMATIVAS DE PESO SECO PARA A *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville

Gráfico 1- Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de simples entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Kopersky-Gehardt; (B) Dissescu- Meyer, (C) Hohenadl- Krenm; (D) Berkhout; (E) Husch; (F) Brenac	96
Gráfico 2- Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de casca de dupla entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.: (A) Spurr, (B) Shumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoate, (F) Naslund.....	99
Gráfico 3- Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de casca de dupla entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (G) Takata, (H) Spurr log, (I) Meyer, (J) Schumacher-Hall log.....	100
Gráfico 4- Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de madeira de simples entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Kopersky- Gehardt; (B) Dissescu- Meyer, (C) Hohenadl- Krenm; (D) Berkhout; (E) Husch; (F) Brenac.....	103
Gráfico 5- Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de madeira de dupla entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	106
Gráfico 6- Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de madeira de dupla entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	107

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1- REFENCIAL TEÓRICO

- 1- Modelos volumétricos de simples entrada..... 20
- 2- Modelos volumétricos de dupla entrada..... 20
- 3- Distribuição das árvores de *Stryphnodendron adstringens* cubadas por classes de diâmetro (cm) e altura (m) na Fazenda Bela Vista, Botumirim, MG..... 26
- 4- Modelos de relação hipsométrica..... 30

CAPÍTULO 2 - VARIAÇÕES DA DENSIDADE BÁSICA DA CASCA E DA MADEIRA DO BARBATIMÃO (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville)

- 1- Síntese dos dados de densidade básica (g.cm^{-3}) do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... 37

CAPÍTULO 3 - ESTIMATIVAS VOLUMÉTRICAS E HIPSOMÉTRICAS PARA A *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville NO NORTE DE MINAS GERAIS

- 1- Síntese das variáveis dendrométricas mensuradas do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... 54
- 2- Equações ajustadas de simples entrada para volume total com casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... 58
- 3- Equações ajustadas de dupla entrada para volume total com casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... 62
- 4- Equações ajustadas de simples entrada para volume total sem casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... 65
- 5- Equações ajustadas de dupla entrada para volume total sem casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... 69
- 6- Equações ajustadas de simples entrada para volume de casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... 72
- 7- Equações ajustadas de dupla entrada para volume de casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG..... 76

8-	Equações ajustadas para altura para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	79
CAPÍTULO 4 - ESTIMATIVAS DE PESO SECO PARA A <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville		
1-	Modelos de simples entrada para estimar peso seco para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	88
2-	Modelos de dupla entrada para estimar peso seco para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	89
3-	Síntese dos dados de peso seco (g) ao longo do fuste para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	91
4-	Síntese dos dados de peso seco (g) de casca ao longo do fuste para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	93
5-	Equações ajustadas para peso seco de casca para modelos de simples entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	97
6-	Equações ajustadas para peso seco de casca para modelos de dupla entrada para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	101
7-	Equações ajustadas de simples entrada para peso seco de madeira para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	104
8-	Equações ajustadas de dupla entrada para peso seco de madeira para o barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville), Botumirim, MG.....	108

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO	12
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 O Manejo Florestal Sustentado.....	13
2.2 O Barbatimão	12
2.3 Volumetria	13
2.3.1 Modelagem da Volumetria	13
2.4 Densidade Básica e Peso Seco.....	13
3 PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS	13
3.1 Caracterização da Área Estudada	13
3.2 Inventário Florestal.....	12
3.3 Cubagem Rigorosa	12
3.4 Densidade Básica, Peso Seco e Volume de Casca	27
3.5 Modelos para Estimativas de Volume, Altura e Peso Seco.....	29
CAPÍTULO 2 - VARIAÇÕES DA DENSIDADE BÁSICA DA CASCA E DA MADEIRA DO BARBATIMÃO (<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville)	27
RESUMO	27
ABSTRACT	27
1 INTRODUÇÃO	27
2 MATERIAL E MÉTODOS	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.1 Valores Médios das Densidades Básicas ao Longo Do Fuste do Barbatimão (<i>Stryphnodendron Adstringens</i> (Mart.) Coville)	28
3.2 Comportamento da Densidade Básica do Barbatimão (<i>Stryphnodendron Adstringens</i> (Mart.) (Coville)	38
3.2.1 Experimento 1	38
3.2.2 Experimento 2	38
3.2.3 Experimento 3	39

4	CONCLUSÃO	38
	CAPÍTULO 3 - ESTIMATIVAS VOLUMÉTRICAS E HIPSOMÉTRICAS PARA A <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville NO NORTE DE MINAS GERAIS	39
	RESUMO	47
	ABSTRACT	48
1	INTRODUÇÃO	39
2	MATERIAL E MÉTODOS	39
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1	Volume total com casca e sem casca.....	56
3.2	Volume de casca.....	70
3.3	Relações hipsométricas.....	77
3.4	Percentual de casca.....	80
4	CONCLUSÃO	83
	CAPÍTULO 4 - ESTIMATIVAS DE PESO SECO PARA A <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	84
	RESUMO	84
	ABSTRACT	85
1	INTRODUÇÃO	86
2	MATERIAL E MÉTODOS	88
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
3.1	Ajustes de equações para peso seco.....	95
3.1.1	Peso seco de casca.....	95
3.1.2	Peso seco de madeira.....	102
4	CONCLUSÃO	109
	REFERÊNCIAS	110
	ANEXO A	110

CAPÍTULO 1 - REFENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro, bioma localizado no planalto central é considerado a savana mais rica do mundo em biodiversidade. Entretanto, com a expansão da agricultura desde a década de 60, esse bioma vem sofrendo fortes ameaças comprometendo grande parte de sua área original. A elevada riqueza de espécies, o alto grau de endemismo e a intensa destruição de habitats colocaram o Cerrado na lista de hotspots mundiais, ou seja, na lista de áreas prioritárias à conservação da biodiversidade no mundo (MITTERMEIER *et al.*, 2005).

Fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais (KLINK; MACHADO, 2005), são as principais consequências observadas desta ocupação desordenada do cerrado.

Com o objetivo buscar alternativas que possam conciliar as necessidades sociais, econômicas e ecológicas com a conservação da biodiversidade a partir do conhecimento técnico, de parâmetros relacionados à organização estrutural das espécies nas comunidades florestais, da capacidade produtiva destas espécies em relação aos produtos a serem manejados, critérios legais e fundamentos que busquem manter a estrutura da floresta a ser manejada balanceada, os planos de manejo sustentado são concebidos.

Atualmente, a prática do manejo florestal está centrada na colheita de espécies potenciais para indústria de madeira processada e para a fabricação de móveis no norte do país e na região da Amazônia Legal, e em planos para a produção de madeira para energia na Caatinga e no Cerrado. Existem poucas experiências de manejo focadas nos múltiplos produtos, isto é, no aproveitamento de todos os componentes da árvore e para espécies específicas. Em termos de pesquisa, pode-se citar a experiência de Pérez *et*

al. (2004) que avaliaram diferentes sistemas de manejo para a candeia (*Eremanthus erithropappus*) no sul do estado de Minas Gerais, mas existem muitas espécies da flora brasileira potenciais para essa prática, como é o caso do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*).

Stryphnodendron adstringens Mart. Coville (barbatimão) é uma espécie distribuída amplamente pelo Cerrado brasileiro. Ela é muito utilizada por suas propriedades medicinais e tanantes além de gerar fonte de renda aos agricultores familiares que fazem uso desse recurso. A coleta da casca da *S. adstringens* é feita de forma desordenada, sem critério de escolha dos indivíduos, o que coloca a espécie sob risco de extinção, caso a expansão agrícola e urbana se intensifique e nenhum programa de conservação seja realizado (BORGES FILHO; FELFILI, 2003). Além disso, faltam na literatura informações básicas a respeito da distribuição desta espécie, da volumetria, da produção em peso seco para o planejamento adequado de sua colheita de forma racional em remanescentes de Cerrado, servindo como orientação para os planos de manejo florestal sustentado da espécie.

O volume e, ou, o peso seco total, comercial ou de partes da árvore são variáveis de grande interesse a serem estimadas em florestas sujeitas à prática de manejo florestal sustentado. Se elas forem estimadas com precisão, os planos de manejo florestal para a conservação da flora nativa, por exemplo, também podem ser realizados com precisão (RUFINI, 2008).

A obtenção de estimativas precisas de produtividade em formações vegetais é um pré-requisito importante no estabelecimento de ações de manejo. Contudo, para a vegetação do Cerrado tais estimativas são escassas, principalmente devido à grande diversidade de espécies, à alta variabilidade existente entre indivíduos de uma mesma espécie, além da grande variação na forma do tronco e copa dos indivíduos (REZENDE *et al.*, 2006).

Por meio das variáveis dendrométricas, pode-se avaliar o potencial produtivo, gerando informações sobre a volumetria, o peso seco, a densidade básica da *Stryphnodendron adstringens* Mart. Coville de forma a subsidiar a

elaboração de planos de manejo para o uso sustentado da espécie em áreas de cerrado *sensu stricto* no norte de Minas Gerais.

O presente trabalho teve por objetivos analisar o comportamento da densidade básica ao longo do fuste da madeira e casca do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e nas diferentes classes diamétricas, buscando-se comparar a densidade básica da casca e da madeira, estudar o comportamento da densidade básica em diferentes posições ao longo do fuste e estudar o comportamento da densidade básica do barbatimão nas diferentes classes diamétricas; Avaliar as estimativas de volume e de altura, gerando equações que possam ser utilizadas na elaboração de planos de manejo sustentado dessa espécie e comparar a produção de casca nas diferentes classes diamétricas; Modelar o peso seco da casca e madeira e avaliar seu comportamento nas diferentes classes diamétricas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Manejo Florestal Sustentado

Para Scolforo (1998) o manejo florestal está centrado no conceito da utilização de forma sensata e sustentada dos recursos florestais (madeira, casca, folha, raízes, frutos, flores), de modo que as gerações futuras possam usufruir pelo menos dos mesmos benefícios da geração presente.

O uso sustentado da biodiversidade do cerrado contribui para a conservação dos recursos naturais, como a água, o solo e a própria biodiversidade, uma vez que a valorização dessa biodiversidade constitui-se em um forte motivo para conservá-la.

Milhões de pessoas residentes nas áreas rurais satisfazem uma considerável parte de suas necessidades básicas e renda a partir da colheita de produtos florestais não madeireiros (PFNMs), na maioria dos casos, o impacto ecológico da colheita de espécies é desconhecido, apesar do interesse de PFMNs para o desenvolvimento sustentável (ENDERS; GORCHOV; BERRY, 2006). Esses produtos cumprem um papel crucial na vida diária de populações tradicionais, como fontes importantes de insumos, tais como: alimentos, remédios, forragem, fertilizantes, energia, fibra, resina, goma, materiais de construção, entre outros (SANTOS *et al.*, 2003).

Para implementar o manejo florestal em bases sustentadas, é fundamental conhecer a estrutura, a dinâmica e as espécies que formam a vegetação da área a ser manejada (SCOLFORO; MELLO; OLIVEIRA FILHO, 1996) e também a produção esperada do produto de interesse a ser colhido. Devem ser adotados sistemas de manejo que possam combinar informações de inventário florestal e outras informações mais específicas de uso de espécies (KIRBY; POTRIN, 2007). Esses estudos podem incentivar o seu uso e manejo adequados, visando à valorização desses recursos e combatendo o extrativismo predatório.

Segundo Machado (2008), o manejo de PFMNs não possui legislação adequada no âmbito federal que contemple as particularidades dos recursos

florestais com um conjunto de procedimentos relativos à implementação de planos de manejo e aos controles de exploração, transporte, armazenamento e comercialização de produtos e subprodutos não madeireiros.

2.2 O Barbatimão

Segundo Almeida *et al.* (1998), o gênero *Stryphnodendron* é praticamente exclusivo da América do Sul, tendo sido identificadas 25 espécies, e todas as espécies descritas são encontradas no Brasil, distribuindo-se amplamente nos estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Tocantins e no Distrito Federal. É uma espécie de grande utilidade na medicina caseira, estando incluída entre as dez mais citadas pelas comunidades do Cerrado (SOUZA; FELFILI, 2006).

No gênero *Stryphnodendron* encontram-se algumas espécies tóxicas à pecuária, dentre as quais se inclui a *Stryphnodendron obovatum* Benth, conhecida como barbatimão de folha miúda. Essa espécie tem ampla distribuição nos campos, cerrados e cerradões das regiões centro- oeste e sudeste do Brasil.

Algumas espécies do gênero, como *Stryphnodendron polyphyllum* Mart., conhecida como barbatimão-da-mata, são utilizadas na recuperação de áreas degradadas. Sua distribuição estende-se desde os cerrados do Brasil Central até o Paraná e Mato Grosso do Sul, ocorrendo também no norte e nordeste do Brasil (LORENZI, 2000).

Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville pertence à família Fabaceae, é uma árvore com ocorrência predominante em cerrados com ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o Pará, atravessando o planalto central até o norte do Paraná, encontrado com mais frequência em fitofisionomias de cerrado típico, campo-sujo e cerradão (ALMEIDA *et al.*, 1998; FELFILI *et al.*, 1999). Segundo Lorenzi (1992), essa espécie se desenvolve lentamente em campos abertos, sendo suas vagens utilizadas pelo gado, o que contribui para uma melhor dispersão de suas sementes, que

germinam no esterco. Possui também, propriedades intoxicantes, tanto pelas folhas como pelas favas, provocando aborto e intoxicações em bovinos.

O tronco da *Stryphnodendron adstringens* possui casca grossa com fendas no fuste e, nos galhos mais novos, a casca torna-se rústica, sendo o diâmetro de tronco variável entre 15cm e 30cm. Pode ser utilizada para a extração da madeira, que é pesada, dura e resistente à ação da água e do sol. A casca do barbatimão possui alto teor de tanino e é utilizada na medicina popular devido à sua ação adstringente (LORENZI, 1992). Por decocção da casca há produção de matéria corante vermelha empregada artesanalmente na tintura de algodão e na produção de tinta de escrever. Na medicina popular é usada no combate a úlceras, inflamações, hemorróidas, afecções escorbúicas, leucorreias, hérnias, diarreias, impingem e oftalmias.

Suas cascas são extraídas de forma totalmente extrativista e desordenada, sem critério de escolha dos indivíduos, o que coloca a espécie sob risco de extinção, caso a expansão agrícola e urbana se intensifiquem e nenhum programa de conservação seja realizado (BORGES FILHO; FELFILI, 2003).

2.3 Volumetria

Conhecer o potencial volumétrico de espécies é de extrema importância para o estabelecimento de planos de manejo, visando à colheita sustentada e a conservação das mesmas. Estimando-se estes volumes com precisão, os planos de manejo, as análises de investimento e as tomadas de decisão também serão precisas (RUFINI *et al.*, 2010).

A partir do conhecimento do volume pode-se conhecer a produção de madeira de uma população ou comunidade florestal e assim planejar toda a atividade de colheita de acordo com a real necessidade de madeira, sem gerar volumes excedentes que implicam em desperdício de madeira, prejuízos para o investimento florestal e danos desnecessários à floresta a ser manejada.

A quantificação do volume das árvores é feita por dois métodos. O primeiro método inclui a necessidade de cubagem rigorosa com a árvore abatida (método destrutivo), que se baseia na medição do diâmetro e da altura em seções ao longo do fuste das árvores. O segundo método inclui a quantificação de dados das árvores em pé (método não destrutivo), a partir da identificação de pontos nos fustes onde o diâmetro é medido e o volume quantificado a partir de relações geométricas. Entretanto esse segundo método, embora altamente preciso e não necessitar do abate das árvores, não é ainda muito utilizada por ser trabalhosa e dependente de habilidade no manuseio de instrumentos óticos, tais como o relascópio de Bitterlich e o pentra prisma de Wheller.

Partes das árvores se assemelham a determinados sólidos geométricos. A base da árvore se assemelha a um neiloide ou a um cilindro, a porção intermediária se assemelha a um parabolóide e a ponta se assemelha a um cone, dentre outras (SCOLFORO, 2004). Pela dificuldade de se identificar o início e o fim de cada figura geométrica ao longo do tronco, Gomes (1957) desenvolveu metodologias para fazer a cubagem rigorosa, permitindo contornar o problema da irregularidade da forma e gerar boa estimativa do volume total da árvore.

Entende-se por cubagem rigorosa a medição de sucessivos diâmetros ao longo do tronco da árvore, em que o volume real da mesma é calculado somando-se os volumes das seções do tronco (GOMES, 1957). Esse mesmo autor comenta que as medições diamétricas sejam feitas a 0,30; 1,30; 3,30; 5,30 e assim sucessivamente, de 2 em 2 metros, porém as distâncias entre medições diamétricas podem ser alteradas em função da forma e da rigorosidade do processo de cubagem.

Scolforo e Figueiredo Filho (1993) recomendam as seguintes distâncias de medições para *Eucalyptus* e *Pinus*: 0,05; 0,07; 1,30; 2,30 m com comprimentos de seções entre 1m e 2 m, permitindo que se controle ao máximo o efeito da conicidade e que as seções sejam regulares. Já para árvores nativas, Scolforo, Mello e Almeida Lima (1994) estabeleceram as seguintes distâncias de medições dos diâmetros: 0,30; 0,70; 1,30; 2,00 m e

assim sucessivamente, de metro em metro, até a altura desejada para a cubagem.

A frequência dos dados da cubagem está diretamente relacionada com a variação em diâmetro e forma das árvores do povoamento. Para melhor atender a essa variação, as árvores devem abranger todas as classes de diâmetro à altura do peito a partir de um diâmetro mínimo especificado, considerando intervalos de classes diamétricas (CAMPOS; LEITE, 2002).

Os métodos de cubagem rigorosa podem ser divididos em absolutos e relativos (SCOLFORO, 1998; CABACINHA, 2003). Os métodos absolutos são aqueles em que o comprimento total da seção (tora) não tem vínculo com o comprimento total da árvore. Fazem parte do método absoluto as fórmulas de Smalian, Huber, Newton e Hossfeld. Nos métodos relativos, as posições de mensuração são tomadas de maneira a representar um percentual do comprimento da árvore, permitindo a comparação dos volumes individuais de árvores de tamanho diferente, porém, com a mesma forma.

Machado *et al.* (2006) compararam os métodos de Huber e Newton para a bracatinga (*Mimosa scabrella*) e concluíram que o método de Huber foi o que apresentou o melhor desempenho.

2.3.1 Modelagem da Volumetria

Por ser uma variável de difícil obtenção, o volume é frequentemente estimado a partir de equações de volume amplamente utilizadas na literatura florestal, que estabelecem uma relação matemática entre o volume (variável dependente) e o diâmetro e ou diâmetro e altura (variáveis independentes). Segundo Scolforo (2005), os modelos volumétricos são divididos em modelos de simples entrada, modelos de dupla entrada e modelos de tripla entrada. Nos modelos de simples entrada (TAB. 1), o diâmetro deve estar fortemente correlacionado com a altura, ou seja, o diâmetro explica bem o desenvolvimento da altura.

TABELA 1
Modelos volumétricos de simples entrada

Autor	Modelo
Kopezky-Gehrhardt	$V = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \varepsilon$
Dissescu-Meyer	$V = \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \varepsilon$
Hohenadl-Krenm	$V = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \varepsilon$
Berkhout	$V = \beta_0 dap^2 + \varepsilon$
Husch	$LnV = \beta_0 + \beta_1 Lndap + \varepsilon$
Brenac	$Ln = \beta_0 + \beta_1 Lndap + \frac{1}{dap} + \varepsilon$

Nota: V = volume; dap = diâmetro 1,30 m do solo; ht = altura total; β'_s = parâmetros a serem estimados; Ln = logaritmo neperiano; ε = erro de estimativa
Fonte: SCOLFORO, 2005.

Nos modelos de dupla entrada (TAB. 2), o volume é obtido em função do diâmetro e da altura. Esses modelos são recomendáveis quando existe uma maior heterogeneidade na relação altura-diâmetro. Nesse caso, o diâmetro não está fortemente correlacionado com a altura, ou seja, o diâmetro não explica bem o desenvolvimento da altura.

TABELA 2
Modelos volumétricos de dupla entrada

Autor	Modelo
Spurr	$V = \beta_0 + \beta_1 dap^2 ht + \varepsilon$
Schumacher-Hall	$V = \beta_0 + dap^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$
Honner	$V = \frac{dap^2}{\beta_0 + \beta_1 \frac{1}{ht}} + \varepsilon$
Ogaya	$V = dap^2 (\beta_0 + \beta_1 ht) + \varepsilon$
Takata	$V = \frac{dap^2 ht}{\beta_0 + \beta_1 dap} + \varepsilon$
Stoate	$V = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 ht + \beta_3 ht + \varepsilon$
Naslund	$V = \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 ht + \beta_3 dap ht^2 + \beta_4 ht^2 + \varepsilon$
Spurr(log)	$LnV = \beta_0 + \beta_1 Ln(dap^2) + \varepsilon$
Meyer	$V = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \beta_3 dap ht + \beta_4 dap^2 ht + \beta'_s + \varepsilon$
Schumacher-Hall(log)	$LnV = \beta_0 + \beta_1 Lndap + \beta_2 Lnht + \varepsilon$

Nota: V = volume; dap = diâmetro 1,30 m do solo; ht = altura total; β'_s = parâmetros a serem estimados; Ln = logaritmo neperiano; ε = erro de estimativa.
Fonte: SCOLFORO, 2005.

Nos modelos de tripla entrada, o volume é estimado em função do diâmetro, da altura e de uma medida que expressa a forma da árvore (f). Esse tipo de modelo não é recomendável, já que a forma da árvore é uma variável difícil de ser quantificada, e quando se faz cubagem rigorosa, esta já é controlada. Por esse motivo a variável forma usualmente não é significativa nos modelos.

Existem muitos trabalhos científicos de estimativa volumétrica e outras variáveis de interesse para espécies plantadas no Brasil. Entretanto, estudos dessa natureza para as fitofisionomias brasileira, sobretudo para o Cerrado são escassos e muitos apresentam equações de volume, biomassa entre outras variáveis genéricas, isto é, ajustadas para uma miscelânea de espécies; e isso se deve à dificuldade de se estabelecer bases de dados de cubagem consistentes para a modelagem de tais variáveis por espécie de interesse comercial. Como exemplos recentes de tais estudos podem-se citar os realizados por Thompson (2009) ajustando modelos para volume, biomassa seca e estoque de carbono para o carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*) na Reserva Ecológica e Experimental da Universidade de Brasília; Rufini (2008) ajustando modelos para volume, peso de matéria seca, produção de tanino e cortiça para espécies do cerrado na bacia do rio São Francisco e Rio Grande/Alto Parnaíba; Camolesi (2007) ajustando modelos para volume, número de moirões, peso seco e rendimento de óleo bruto para a candeia (*Eremanthus erythropappus*) em três municípios de Minas Gerais e Scolforo (2004), ajustou modelos para volume de madeira e casca, peso seco, peso de óleo e quantidade de moirões para a candeia (*Eremanthus erythropappus*) no município de Aiuruoca.

2.4 Densidade Básica e Peso Seco

Definida como a massa seca por unidade de volume saturado (BOWYER; SHMULSKY; HAYGREEN, 2003), a densidade básica está associada às características do produto final como celulose, resistência físico-mecânicas do papel, produção e qualidade do carvão, etc (SCOLFORO, 2004). Dentre

as diversas propriedades da madeira, a densidade é a mais utilizada pela facilidade de ser determinada e por se correlacionar diretamente com as propriedades físicas e mecânicas da madeira e com a composição celular (BATISTA; KLITZKE; SANTOS, 2010).

Os métodos usados para a obtenção da densidade básica se dividem em métodos destrutivos e não destrutivos. No método destrutivo para a retirada das amostras, é necessário o abate das árvores, seja para a retirada dos discos ou para a retirada dos cavacos. Por sua vez, no método não destrutivo, apenas pequenas inserções e, ou, pequenas quantidades de amostras, são retiradas das árvores sem a necessidade de abate das mesmas, usando trados de incremento.

A densidade varia entre gêneros, entre espécies dentro de um mesmo gênero e entre as árvores dentro de uma mesma espécie. A variação dentro da espécie pode ocorrer em função da origem da semente, condições locais de clima e solo, sistema de implantação e condução da floresta, idade, ritmo de crescimento, etc. Em trabalhos recentes, Batista, Klitzke e Santos (2010) verificaram que a densidade básica média do *Eucalyptus grandis* de 0,45 g.cm⁻³, encontrando-se dentro do intervalo proposto por González (2006) e Silva *et al.* (2006), que também estudaram a madeira dessa espécie. Rufini (2008) observou que a densidade básica de *S. adstringens* no fuste de 0,40 g.cm⁻³ a 0,65g.cm⁻³, e nos galhos foi de 0,42 g.cm⁻³ a 0,60 g.cm⁻³.

A partir do produto da densidade básica da árvore cubada rigorosamente com o volume real, obtém-se a estimativa de peso seco, que é considerado uma unidade de medida de produção e produtividade florestal (FINKE HERRERA, 1989). Por existir uma relação entre densidade básica e volume verde pode-se então obter o peso seco diretamente das árvores que são quantificados o volume e a densidade básica ou por estimativa a partir de modelos matemáticos que descrevem a relação funcional entre o peso seco e o diâmetro e altura das árvores. Frequentemente os mesmos modelos volumétricos anteriormente citados são utilizados para estimar o peso seco substituindo a variável dependente volume pela variável peso seco.

3 PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da área estudada

O presente estudo foi realizado em uma área de cerrado *sensu stricto* localizada na fazenda Bela Vista situada no município de Botumirim, norte de Minas Gerais, distante 512 km de Belo Horizonte (FIG.1).

A fazenda Bela Vista, de propriedade particular, ocupa uma área de 170 hectares. Está situada a uma altitude de 892,22m e entre as coordenadas 16° 58' 4,05"S e 43°4'31,16"W. Tem com o solos predominantes o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico típico e Cambissolo háplico distrófico. O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, com temperatura média de 22,4 °C e precipitação média anual de 1.082 mm com estação pronunciada de seca de maio a meados de outubro.

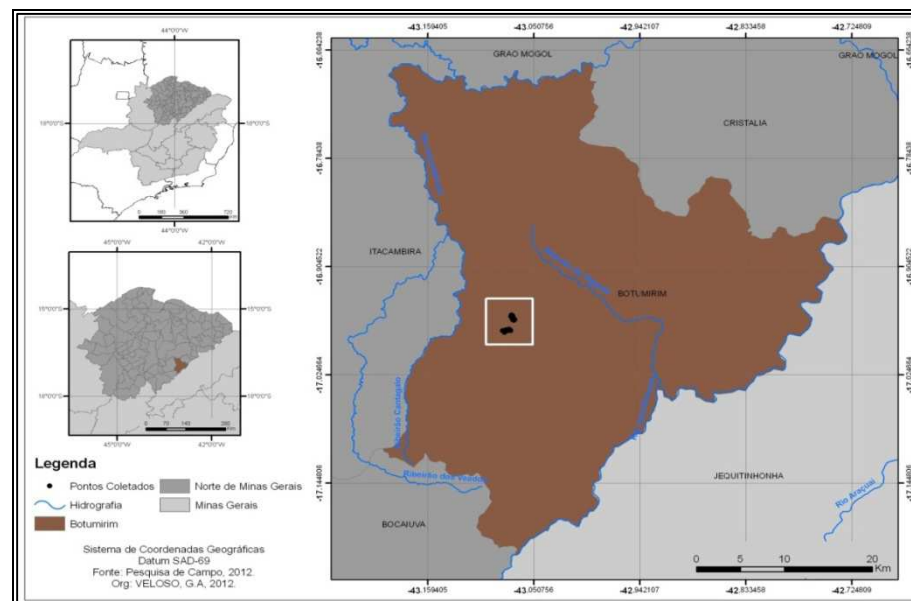


FIGURA 1 - Mapa do município de Botumirim - MG, destacando a área estudada na fazenda Bela Vista
Fonte: MEIRA, 2012.

3.2 Inventário Florestal

Para a realização deste estudo, foi disponibilizada uma área de 33,20 hectares na fazenda Bela Vista para a execução do inventário florestal. No inventário, foram amostradas 25 parcelas de 20 m x 20m, eqüidistantes 20 m lançadas em transectos distantes a 80 m entre si. Nas parcelas, todos os indivíduos de *S. adstringens* foram amostrados e mensurados suas alturas por meio de mira topográfica e seus diâmetros altura do peito (mensurado a uma altura de 1,30 m do solo) com suta.

O número de classes diamétricas foi estabelecido pela fórmula de Spigel (FELFILI; RESENDE, 2003): $IC = A / nc$, onde, IC é o intervalo de classes A é a amplitude e nc o número de classes, sendo que $nc = 1 + 3,3 \log(n)$, em que n é o número de indivíduos, sendo encontradas por meio desta fórmula oito classes diamétricas.

3.3 Cubagem Rigorosa

Definidas as classes diamétricas e a quantidade de árvores por classe diamétrica, iniciou-se o procedimento da cubagem rigorosa da *S. adstringens* visando obter o volume de cada árvore. Foram cubadas rigorosamente no mínimo oito árvores por classe diamétrica, seguindo recomendação de Scolforo (2004). Para o abate das árvores foi feito um requerimento para autorização da supressão da vegetação e porte de motosserra junto ao órgão de fiscalização do estado, o IEF.

Depois de serem abatidas as árvores, foram mensuradas a altura total (HT) com o auxílio de trena, a circunferência à 1,30 m do solo (CAP) medida com uma fita métrica e a altura do fuste (HF) da árvore selecionada por meio de trena. Posteriormente procedeu-se à cubagem rigorosa, medindo-se o diâmetro das árvores até o diâmetro mínimo de 2 cm, pois até esse diâmetro as cascas se desprendem facilmente da planta.

Para a cubagem das árvores foi adotado o método de Huber, em que se mensura o comprimento da seção e o diâmetro ou circunferência no centro da mesma seção, a fórmula utilizada para cálculo do volume foi:

$$V = 0,0000785398 * d_{int}^2 * l$$

Em que:

V = volume da seção considerada;

l = comprimento da seção, em metros;

d_{int}^2 = diâmetro, em centímetros, tomado no meio da seção considerada e 0,0000785398 é o resultado da divisão de π (3,141516...) por 40.000.

A soma do volume de cada seção da árvore fornece o valor do volume total com casca da árvore, até 2 cm de diâmetro, exclusive o toco.

Foram cubadas 100 árvores distribuídas nas diferentes classes de diâmetro e altura (TAB. 3).

TABELA 3
 Distribuição das árvores de *Strynodendron adstringens* (Mart.) Coville cubadas por classes de diâmetro (cm) e altura (m)
 na Fazenda Bela Vista, Botumirim, MG

Classes de Diâmetro	Classes de Altura								Total
	1,35 -- 2,05	2,05 -- 2,75	2,75 -- 3,45	3,45 -- 4,15	4,15 -- 4,85	4,85 -- 5,55	5,55-- 6,25	> 6,25	
3,00 -- 5,33	5	8	2	-	-	-	-	-	15
5,33 -- 7,65	-	2	6	3	-	-	-	-	11
7,65 -- 9,98	-	-	6	5	3	-	-	-	14
9,98-- 12,30	-	1	1	2	3	4	1	-	12
12,30-- 14,63	-	-	-	2	6	4	-	-	12
14,63-- 16,95	-	-	-	1	4	5	1	2	13
16,95 -- 19,28	-	-	-	-	2	2	5	5	14
> 19,28	-	-	-	-	1	-	4	4	09
TOTAL	5	11	15	13	19	15	11	11	100

Fonte: Da autora.

3.4 Densidade básica, peso seco e volume de casca

Foram retirados discos a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% do fuste comercial para determinar a densidade, peso seco e volume de casca. Os discos foram retirados e posteriormente seccionados, obtendo-se as cunhas (FIG. 2).

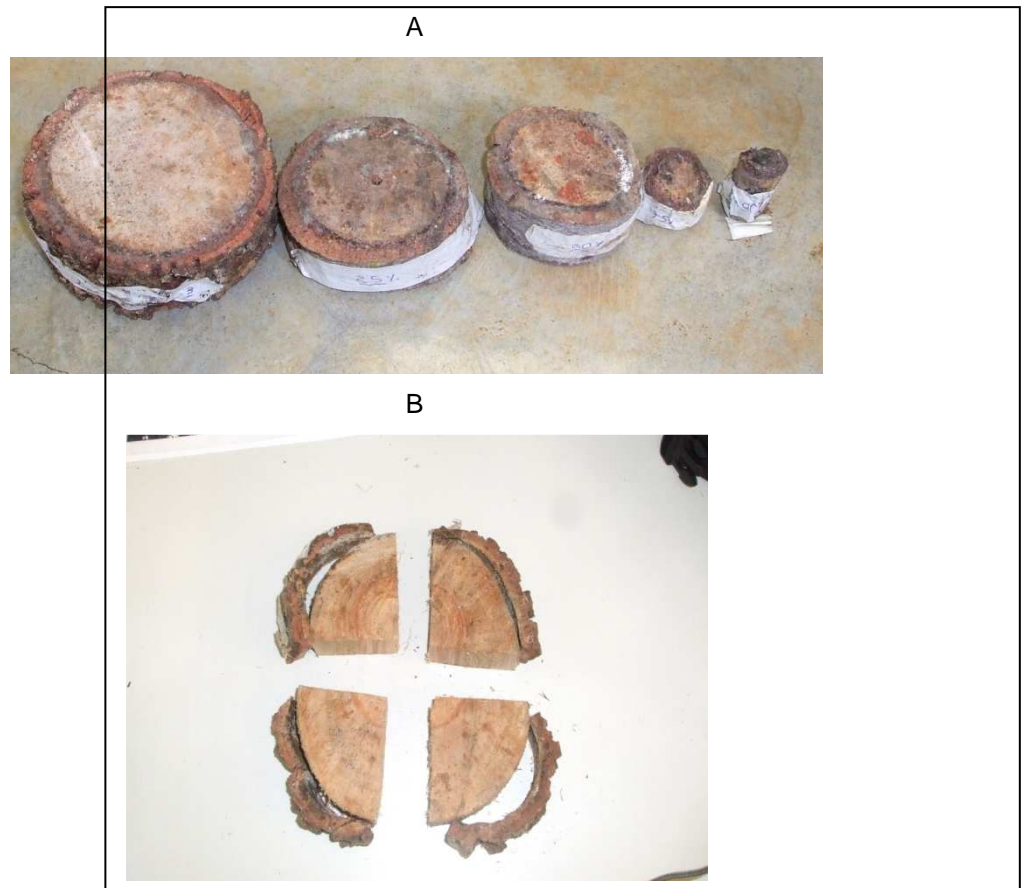


FIGURA 2 - Discos e cunhas retirados das árvores de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) para determinação da densidade básica: (A): Discos retirados; (B): Disco seccionado
Fonte: Da autora.

Após serem seccionadas, as cunhas foram levadas ao laboratório do Instituto de Ciências Agrárias onde foram realizadas as análises.

Para se determinar a densidade básica da madeira e casca, primeiramente o volume saturado das cunhas de madeira e das cascas foi

quantificado. Para isso as cunhas de madeira e as cascas foram mergulhadas em água por um período de 5 a 7 dias, até atingirem o ponto de saturação, de acordo com a norma NBR 1790 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). O ponto de saturação foi determinado quando a amostra atingiu a massa constante ou com no máximo, uma variação de 0,5%.

O volume saturado (V_{sat}) das amostras de casca e madeira foi obtido pelo método de deslocamento de água que se baseia no Princípio de Arquimedes, mergulhando-se as amostras na água em um bequer sobre uma balança de precisão, sendo o volume saturado das amostras igual ao volume de água deslocado ao mergulhá-las em água, e como a densidade da água é igual a 1, o volume de água deslocado foi igual à massa de água deslocada e portanto o volume saturado das amostras foi igual à massa registrada pela balança ao mergulhar a amostra.

Para determinar o peso seco, as amostras de casca e madeira foram levadas à estufa com temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Durante a secagem, as amostras foram pesadas cada 6 horas, até a ocorrência de uma variação, entre duas medidas consecutivas, menor ou igual a 0,5%, em relação à última massa medida, que foi considerada como sendo a peso seco da amostra (P_s).

Com a relação entre o peso seco e o volume saturado, foi obtida a densidade básica da casca e da madeira de cada proporção da árvore, conforme expressão a seguir:

$$D_{bas} = \frac{P_s}{V_{sat}}$$

Em que: D_{bas} = densidade básica em g.cm^{-3} ;

P_s = peso seco, em g

V_{sat} = volume saturado, em cm^3 .

A determinação do volume sem casca procedeu-se pela mensuração dos discos com e sem casca, a partir dos diâmetros com e sem casca nas

cinco diferentes posições dos discos foi feita uma análise de regressão gerando a seguinte equação para a obtenção do diâmetro sem casca:

$$ds/c = -0,770964165 + 0,893300814 * dc/c \quad R^2 = 99,33\%; \quad Syx = 0,2956 \text{ cm}$$

Onde:

ds/c : é o diâmetro sem casca; dc/c : é o diâmetro com casca.

Essa equação foi aplicada aos dados de cubagem rigorosa, obtendo-se assim o diâmetro sem casca nas diferentes seções das árvores amostras e posteriormente foi calculado o volume total sem casca. Já o volume de casca foi obtido pela diferença entre o volume total com casca e volume total sem casca.

3.5 Modelos para estimativas de volume, altura e peso seco

Foram ajustados seis modelos de simples entrada e dez modelos de dupla entrada, amplamente utilizados no setor florestal, que tem como variáveis independentes o diâmetro medido a 1,30 m de altura do solo (DAP) e a altura total da árvore (HT) para a determinação da estimativa do volume total com casca, do volume total sem casca e do volume de casca (ver 2.3.1 - TAB 1 e 2).

Foram também ajustados seis modelos hipsométricos para ser estimada a altura total (TAB.4).

TABELA 4
Modelos de relação hipsométrica

Autor	Modelo
Linha Reta	$ht = \beta_0 + \beta_1 + dap + \varepsilon$
Parabólico	$ht = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \varepsilon$
Stofel	$Lnht = \beta_0 + \beta_1 Lndap + \varepsilon$
Curtis	$Ln ht = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{dap} + \varepsilon$
Prodan	$ht = \frac{dap^2}{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 dap^2} + \varepsilon$
Petterson	$ht = \left[\frac{1}{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 dap^2} \right] + \varepsilon$

Nota: ht = altura total; dap = diâmetro 1,30 m do solo; β'_s = parâmetros a serem estimados; Ln = logaritmo neperiano; ε = erro de estimativa
Fonte: SCOLFORO, 2005.

Os mesmos modelos utilizados para os ajustes de volume também foram utilizados para modelagem do peso seco, substituindo a variável dependente volume pela variável dependente peso seco, mantendo como variáveis independentes o DAP e HT.

O critério de seleção dos modelos foi baseado no coeficiente de determinação ajustado em porcentagem (R^2 aj %), no erro padrão residual expresso em porcentagem (Syx %) e na análise gráfica de resíduos.

Essas duas estatísticas, coeficiente de determinação e erro padrão residual, não foram utilizadas isoladamente para o julgamento da precisão do modelo, pois podem fornecer informações distorcidas sobre o ajuste, sendo também utilizada a análise gráfica de resíduos, essa, decisiva na avaliação da qualidade do modelo, pois permite verificar se há ou não tendenciosidade na estimativa da variável dependente ao longo de toda a linha de regressão.

**CAPÍTULO 2 - VARIAÇÕES DA DENSIDADE BÁSICA DA CASCA E DA
MADEIRA DO BARBATIMÃO (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.)
Coville)**

RESUMO

A densidade é uma das propriedades mais importantes da madeira e mais estudada. É definida como a massa seca por unidade de volume saturado e está associada às características do produto final como celulose, resistência físico- mecânicas do papel, produção e qualidade do carvão, dentre outras. Atualmente, no que se refere a essa propriedade em relação às espécies nativas do cerrado poucos estudos foram realizados, sobretudo com o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). Para a determinação da densidade básica foram retirados discos de aproximadamente 3 centímetros de espessura à 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura do fuste comercial, estes discos foram acondicionados em sacolas e levados ao laboratório do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Os discos foram seccionados para, posteriormente proceder às análises de casca de madeira. Por ser a densidade básica representada pela unidade de peso seco pela razão com o seu volume saturado, foi obtido o volume saturado pelo método do deslocamento da água e o peso seco por sucessivas medidas até se tornar constante. Para os dados qualitativos foram realizadas análises estatísticas com o software SISVAR e foi utilizado o teste de Scott- Knott para comparação das médias. Para os dados quantitativos foi realizada a regressão. Encontraram-se valores de densidade básica de $0,40 \text{ g.cm}^{-3}$ para a casca e $0,43 \text{ g.cm}^{-3}$ para a madeira. A regressão que mais bem se ajustou para densidade básica da casca ao longo do fuste foi a cúbica, apresentando R^2 de 99,07% e para a madeira foi a regressão linear com R^2 de 98,32%. Observou-se que as classes diamétricas de 7,65-9,98 cm possuem maior densidade básica de casca, seguida das classes de 9,98 a 16,95 cm e que a maior densidade de madeira estão nas classes de 9,98-12,30 cm e de 14,63 a 19,28 cm. Já dentro das classes diamétricas, a densidade básica tanto da casca quanto para a madeira do barbatimão teve uma tendência decrescente da base para o topo.

Palavras-chave: Barbatimão. Volume saturado. Comportamento da densidade.

**CHAPTER 2 – VARIATIONS OF THE BASIC DENSITY OF BARK AND
WOOD OF THE BARBATIMÃO (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.)
Coville)**

ABSTRACT

The density is one of the most important properties of wood and most studied. It is defined as the dry mass per unit of saturated volume and is associated with the characteristics of the final product such as pulp, the physico-mechanical resistance of the paper, production and quality of coal, among others. Currently, with regard to this property in relation to the native species of the cerrado few studies have been conducted, especially with the barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). For the determination of the basic density were removed discs approximately 3 cm thick at 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of the height of the commercial fuste, these discs were placed in bags and taken to the laboratory of the Institute of Science Agricultural of the UFMG. The discs were sectioned to later proceed to the analysis of wood bark. Because the basic density represented by the unit of dry weight by the reason with its saturated volume, was obtained saturated volume by the method of water displacement and the dry weight by successive steps until becoming constant. For qualitative data were performed statistical analyzes with the software SISVAR and was used the Scott-Knott test to compare means. For quantitative data was performed the regression. It was found basic density values of 0.40 g.cm^{-3} for the bark and 0.43 g.cm^{-3} for the wood. The regression that better adjusted for basic density of bark along the fuste was the cubic, presenting R^2 of 99, 07% and for wood was the linear regression with R^2 of 98.32%. It was observed that diametric classes of 7.65 to 9.98 cm have higher basic density of bark, followed by classes from 9.98 to 16.95 cm and that the higher density of wood are in the class of 9.98 to 12.30 cm and from 14.63 to 19.28 cm. Already within the diametric classes, the basic density both the bark and for wood of the barbatimão had a decreasing trend from bottom to top.

Keywords: Barbatimão. Saturated volume. Density behavior.

1 INTRODUÇÃO

A densidade é uma das propriedades da madeira mais importante e mais estudada, podendo variar de $0,13 \text{ g.cm}^{-3}$ a $1,40 \text{ g.cm}^{-3}$ (BURGER; RICHTER, 1991). Está diretamente relacionada ao volume vazio dos poros e, conseqüentemente, com outras propriedades físicas e mecânicas da madeira.

Segundo Bowyer, Shmulsky e Haygreen (2003), a forma mais utilizada entre várias outras para expressar a característica física da matéria é a densidade básica, sendo essa definida como a massa seca por unidade de volume saturado.

A densidade básica está associada às características do produto final como, celulose, resistência físico-mecânicas do papel, produção e qualidade do carvão, etc (SCOLFORO, 2004). Dentre as diversas propriedades da madeira, a densidade é a mais utilizada, pela facilidade de ser determinada e por se correlacionar diretamente com as propriedades físicas e mecânicas da madeira e com composição celular (BATISTA, KLITZKE; SANTOS, 2010).

De acordo com Panshin e Zeeuw (1980), uma síntese dos principais modelos de variação da densidade da madeira no sentido longitudinal dentro das árvores pode ser dada por: primeiro, a densidade decresce uniformemente no sentido base-topo; segundo, a densidade decresce até o meio do tronco e a partir desse ponto cresce até o topo; terceiro, a densidade decresce da base para o topo, embora desuniformemente.

Conforme Lopes e Garcia (2002), a densidade básica, além de ser um indicativo da qualidade da madeira, constitui-se em um excelente índice para a análise de viabilidade de seu emprego em diversas finalidades, e reveste-se de especial importância por ser uma característica passível de melhoramento genético e considerada altamente herdável.

Todavia o estudo das potencialidades das espécies nativas do Cerrado brasileiro ainda é incipiente, sobretudo para espécies de uso não madeireiro. Sabe-se que a densidade básica varia entre gêneros, entre espécies pertencentes ao mesmo gênero, bem como entre árvores da mesma espécie.

Contudo, este estudo buscou analisar a variação da densidade básica ao longo do fuste da madeira e casca do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) e nas diferentes classes diamétricas no município de Botumirim norte de Minas Gerais. Especificamente, buscou-se comparar a densidade básica da casca e da madeira; estudar o comportamento da densidade básica em diferentes posições ao longo do fuste; e estudar o comportamento da densidade básica do barbatimão nas diferentes classes diamétricas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Realizada a cubagem rigorosa das árvores, foram retirados 5 discos de aproximadamente 3 centímetros de espessura à 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura do fuste comercial de cada árvore e levados para o laboratório do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Estes discos, posteriormente foram seccionados e foi retirado $\frac{1}{4}$ de cada disco para serem utilizados como amostras.

Para a obtenção da densidade básica (ver capítulo 1 - 3.4).

Para a análise dos dados da densidade básica, foram utilizados dados balanceados com um total de 40 árvores distribuídas em oito classes diamétricas sendo cada árvore com cinco amostras de discos retirados a 0%; 25%, 50%, 75% e 100% da altura do fuste comercial.

Foram realizados três diferentes experimentos, em que a densidade básica foi analisada de acordo com a localização na árvore (casca e madeira) e posição (0%; 25%, 50%, 75% e 100%) no fuste comercial. Os dados foram inicialmente testados quanto às pressuposições da análise de variância para normalidade de resíduos e homogeneidade de variâncias e, atendidas as pressuposições precedeu-se à análise dos experimentos. No Experimento 1 foram utilizados dados de densidade básica da casca e da madeira, sendo realizada a análise de variância seguida pelo teste de comparação de médias de Scott - Knott a 5% de probabilidade. No Experimento 2, foi realizada a análise de regressão com a finalidade de descrever o comportamento para densidade básica da casca e da madeira. No Experimento 3, foram utilizados dados para a análise da densidade básica da casca e da madeira, sendo realizada a análise de variância seguida pelo teste de comparação de médias de Scott - Knott a 5% de probabilidade para saber em quais classes diamétricas ocorrem maiores valores de densidade básica, tanto para casca quanto para madeira do barbatimão.

Para a análise dos Experimentos foi utilizado o software SISVAR (2000) (ANEXO A).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Valores médios das densidades básicas ao longo do Fuste do Barbatimão (*Stryphnodendron Adstringens* (Mart.) Coville)

A TAB. 1 apresenta a síntese dos dados de densidade básica da casca e da madeira em g.cm^{-3} ao longo do fuste comercial.

TABELA 1
 Síntese dos dados de densidade básica (g.cm^{-3}) do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) (Coville), Botumirim, MG

		Posições do Fuste									
		0%		25%		50%		75%		100%	
	Localização	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M
DB	Max	0,98,	0,80	0,48	0,74	0,79	0,54	0,47	0,54	0,77	0,79
	Min	0,25	0,27	0,18	0,28	0,33	0,26	0,19	0,15	0,26	0,12
	Méd	0,46	0,49	0,41	0,45	0,41	0,43	0,39	0,41	0,37	0,35
	Sd	0,08	0,08	0,05	0,08	0,06	0,06	0,04	0,07	0,07	0,09

Nota: DB: Densidade Básica; C: casca; M: madeira; Máx: valores máximos; Mín: valores mínimos; Méd: valores médios; Sd: desvio padrão
 Fonte: Da autora.

3.2 Comportamento da Densidade Básica do Barbatimão (*Stryphnodendron Adstringens* (Mart.) (Coville)

3.1.1 Experimento 1

Houve uma variação na densidade básica de $0,37\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a $0,46\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ para casca e de $0,35\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a $0,49\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ para a madeira. Foram encontrados valores médios para a densidade da casca e da madeira do barbatimão de $0,40\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ e $0,43\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, (GRAF. 1) esses valores, embora muito próximos numericamente, foram diferentes estatisticamente ($F=18,426$; $p<0,001$; $CV=7,38\%$).

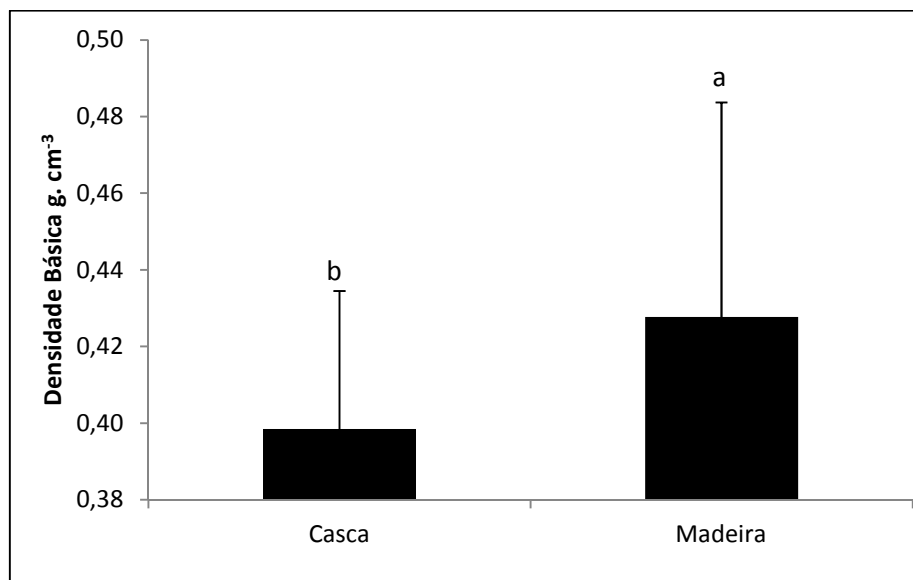


GRÁFICO 1 - Densidade média da casca e densidade média da madeira. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade
Fonte: Da autora.

Estudos realizados por Vale, Brasil e Leão (2002) em Brasília, DF com espécies do cerrado, encontraram uma variação de $0,17\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a $0,67\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ para densidade básica da casca e de $0,20\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a $0,78\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ para

densidade básica da madeira. Neste mesmo estudo, foram encontrados valores de $0,42 \text{ g.cm}^{-3}$ para casca e $0,55 \text{ g.cm}^{-3}$ para a madeira do barbatimão.

Vale, Dias e Santana (2010), estudando relações entre propriedades químicas, físicas e energéticas da madeira de cinco espécies do cerrado (*Pterodon pubescens*, *Dalbergia miscolobium*, *Sclerolobium paniculatum*, *Stryphnodendron adstringens* e *Vochysia thyrsoidea*), encontraram valores médios de densidade básica de $0,58 \text{ g.cm}^{-3}$ a $0,82 \text{ g.cm}^{-3}$ e especificamente para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), foi encontrada uma densidade básica média de $0,61 \text{ g.cm}^{-3}$.

Em outros trabalhos feitos também por Vale *et al.* (2011), encontraram valor para densidade básica da sucupira branca (*Pterodon pubescens*) de $0,83 \text{ g.cm}^{-3}$ ao estudar as propriedades físicas e mecânicas da madeira na Fazenda Água Limpa em Brasília.

Estudos feitos por Goulart *et al.* (2012) com três espécimes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) no município de Lavras, MG encontraram valores de densidade básica média para o fuste de $0,459 \text{ g.cm}^{-3}$.

Oliveira *et al.* (2012) encontraram valores para densidade básica da madeira de 340 espécies encontradas no cerrado mineiro de $0,615 \text{ g.cm}^{-3}$. Camolesi (2007) estudando a candeia (*Eremanthus erythropappus*) em três municípios de Minas Gerais encontrou valores de densidade da casca entre $0,38 \text{ g.cm}^{-3}$ a $0,54 \text{ g.cm}^{-3}$ e densidade da madeira variando entre $0,54 \text{ g.cm}^{-3}$ e $0,74 \text{ g.cm}^{-3}$.

As variações da densidade básica entre o resultado do presente trabalho com os demais trabalhos aqui citados ocorrem, pois, segundo Panshin e Zeeuw (1970), a densidade básica varia entre gêneros, espécie dentro do mesmo gênero e entre árvores de uma mesma espécie, pois é influenciada por fatores como componentes anatômicos e químicos da madeira, idade, condições edafoclimáticas, além de variar também ao longo do fuste no sentido radial de uma mesma árvore.

3.1.2 Experimento 2

Para as análises da variação ao longo do fuste, foi realizada uma regressão, por se tratar de um tratamento quantitativo. As regressões linear, quadrática e cúbica foram significativas ($p < 0,001$), porém, segundo Banzatto e Kronka (2006) deve-se determinar a equação de regressão de mais alto grau significativa, sendo, neste trabalho, determinada a equação de terceiro grau.

Observa-se no GRAF. 2 que o comportamento da densidade básica da casca ao longo do fuste mostrou uma tendência de diminuir no sentido base/topo. Há uma diminuição brusca da posição 0% até à posição 25%, uma pequena variação entre as posições 25% e 75%, voltando a cair bruscamente até 100%.

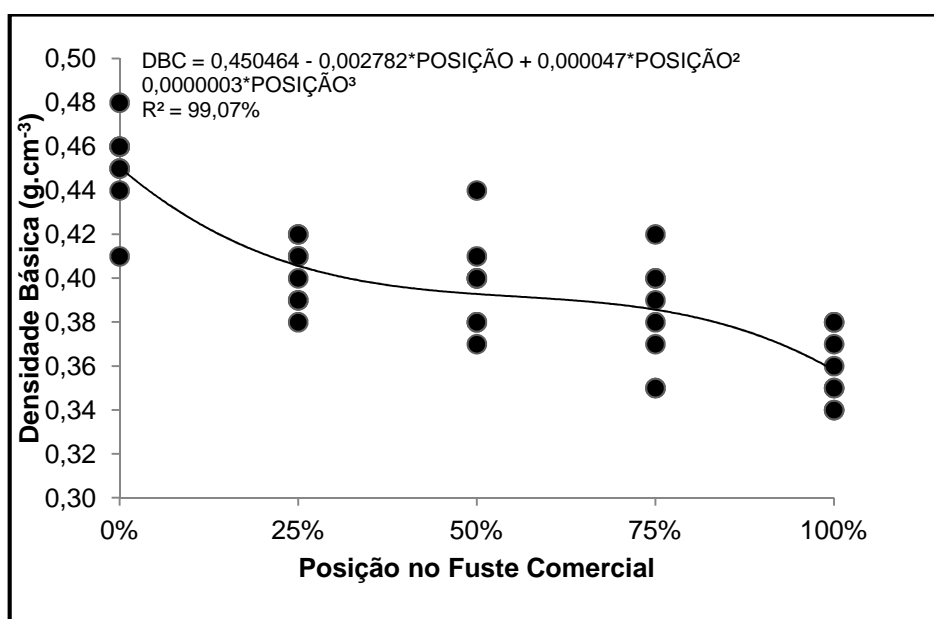


GRÁFICO 2 - Variação da densidade básica da casca ao longo do fuste para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG
Fonte: Da autora.

Para a densidade básica da madeira ao longo do fuste, somente a equação linear foi significativa ($P < 0,05$), apresentando tendência linear decrescente ao longo do fuste, reduzindo a densidade básica da base ao topo, como mostra o GRAF. 3. Vale *et al.* (2011) estudando as propriedades

físicas e mecânicas da madeira de sucupira (*Pterodon pubescens* Benth.) ao longo do fuste, encontrou uma tendência de queda mais acentuada a partir da base até a metade da altura mantendo-se mais ou menos constante até o topo. Em estudos feitos por Vale, Brasil e Martins (1999), com a *Acacia mangium*, foi encontrada uma tendência de diminuição ao longo do tronco até a metade da altura, a partir dessa altura houve tendência de aumento em direção ao topo da árvore, sem, entretanto atingir, no topo, os mesmos valores da base, gerando uma equação quadrática.

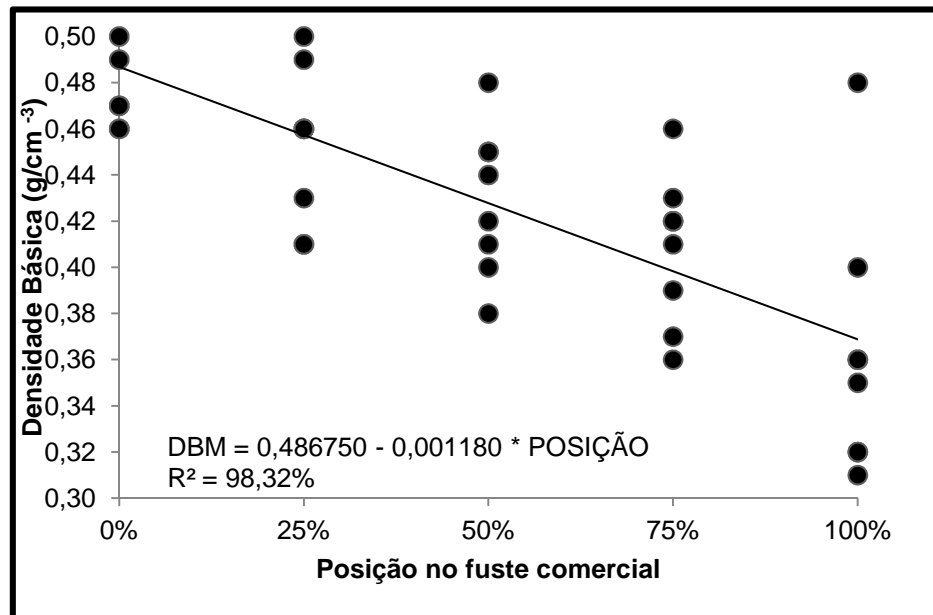


GRÁFICO 3 - Variação da densidade básica da madeira ao longo do fuste para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Fonte: Da autora.

3.1.3 Experimento 3

Neste terceiro experimento, foi realizada uma análise de variância considerando-se dois critérios. O primeiro critério incluiu as diferentes posições como um controle e o segundo as classes. Tanto para as posições quanto para as classes, a análise foi altamente significativa ($P < 0,0001$),

mostrando haver diferenças na densidade básica média entre as classes testadas.

Utilizando o teste de Scott - Knott para comparação das médias para densidade básica da casca, foi apresentado um CV de 2,83%, e observou-se que a classe diamétrica de 7,65-9,98 cm, foi a que apresentou maior média, diferenciando-se das demais. Não houve diferença estatística entre as classes diamétricas de 9,98 a 16,95 cm, sendo que essas se diferenciaram das demais. As classes diamétricas de 5,33-7,65, 16,95-19,28 e > 19,28cm não tiveram diferenças entre si, porém diferenciando-se das demais. A classe diamétrica de 3,00-5,33 cm foi a de menor média de densidade básica, diferenciando-se das demais classes diamétricas, como mostra o GRAF. 4.

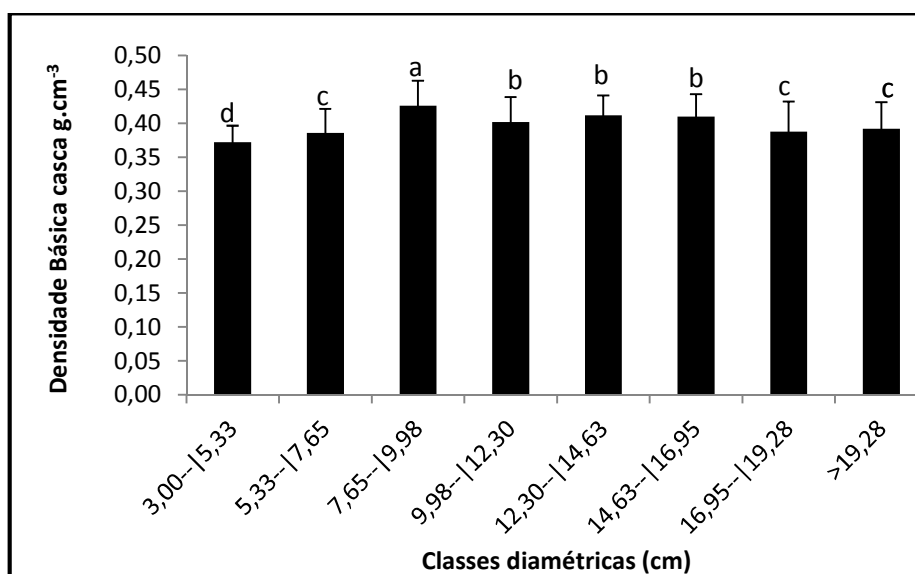


GRÁFICO 4 - Distribuição da densidade básica da casca em g.cm⁻³ por classe diamétrica para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG
Fonte: Da autora.

Para a densidade básica da madeira (GRAF. 5) nas diferentes classes diamétricas, as classes de 14,63 a 19,28 cm apresentaram uma maior densidade básica não se diferenciando entre si estatisticamente, e diferenciando-se das demais. As classes de 9,98-12,30 e > 19,28 cm não diferiram entre si e diferiram-se das demais. Já as classes de 3,00-5,33, 5,33-

7,65, 7,65-9,98 e 12,30-14,63 tiveram uma menor densidade básica, não diferenciaram entre si e diferenciaram-se das demais, apresentando CV= 5,45%.

O resultado apresentado tanto para densidade básica da casca quanto para densidade básica da madeira, analisada em função das classes diamétricas, não foi o suficiente para se definir ao certo o comportamento da densidade básica, sendo necessária analisar outras fontes de variação.

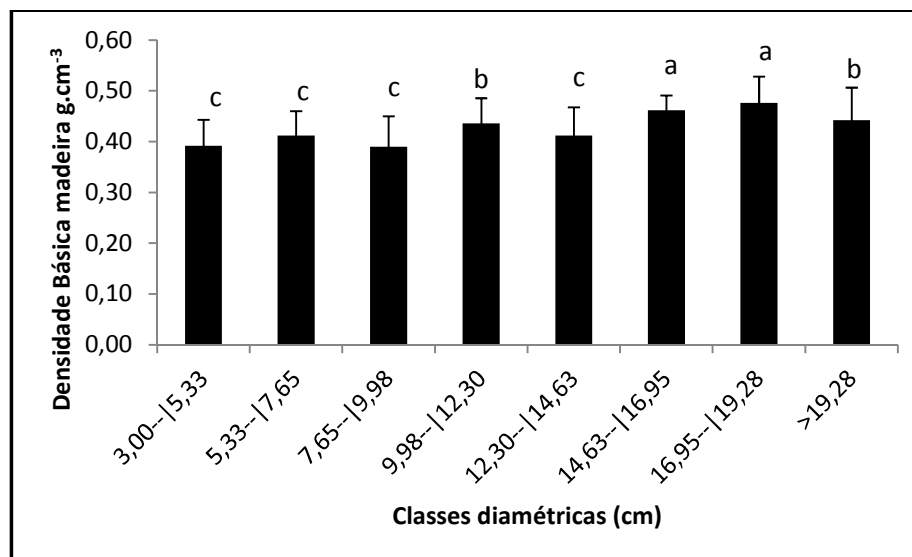


GRÁFICO 5 - Distribuição da densidade básica da madeira em g. cm⁻³ por classe diamétrica para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG
Fonte: Da autora.

O GRAF. 6 mostra que o comportamento da densidade básica média da casca em todas as classes diamétricas apresentou uma tendência de decréscimo da base para o topo, esse comportamento foi observado por Camolesi (2007) ao estudar a densidade básica da casca da candeia (*Eremanthus erythropappus*) em três municípios de Minas Gerais (Delfim Moreira, Aiuruoca e Ouro Preto).

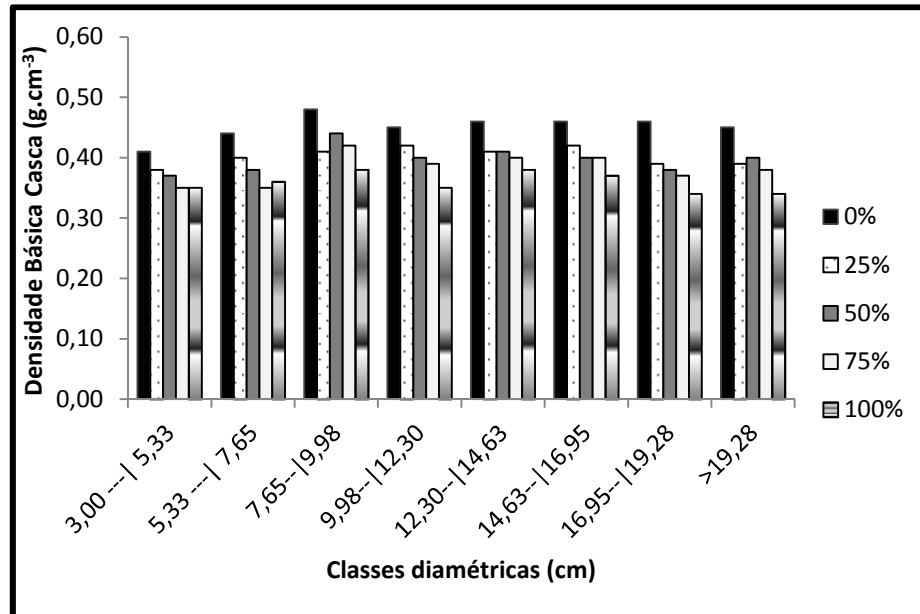


GRÁFICO 6 - Densidade básica média da casca em g.cm^{-3} para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG
 Fonte: Da autora.

No GRAF. 7 observa-se que há uma tendência de decréscimo da densidade básica da madeira dentro das classes diamétricas.

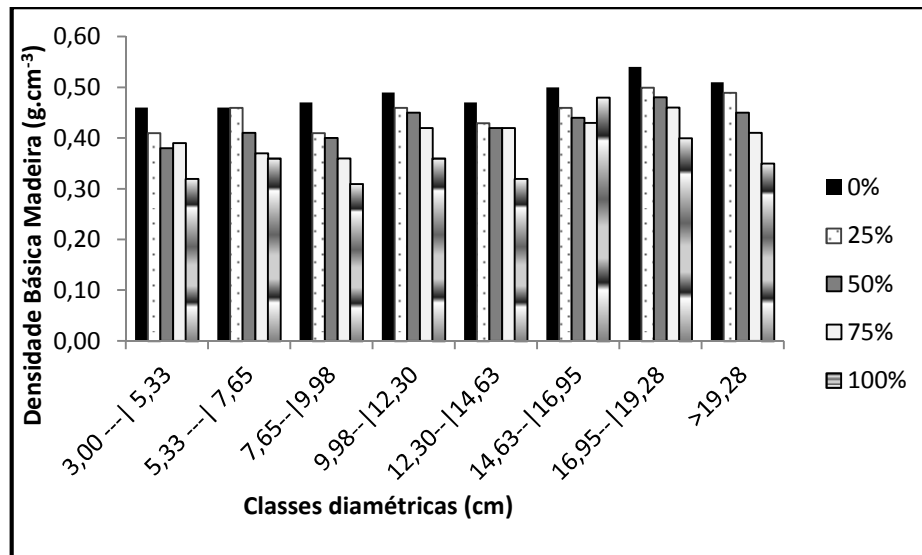


GRÁFICO 7 - Densidade básica média da madeira em g.cm⁻³ nas classes diamétricas para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG
Fonte: Da autora.

4 CONCLUSÃO

A densidade básica da casca e da madeira do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) são diferentes estatisticamente. A densidade básica da casca é de $0,40 \text{ g.cm}^{-3}$ e a densidade básica da madeira é de $0,43 \text{ g.cm}^{-3}$.

O comportamento da densidade básica da casca do barbatimão foi descrito pela regressão cúbica.

O comportamento da densidade básica da madeira do barbatimão foi descrito pela regressão linear decrescente.

A classe diamétrica de 7,65-9,98 cm apresentou maior densidade básica de casca e a classe compreendida entre 3,00 e 5,33 apresentou menor densidade básica.

As classes diamétricas de 14,63 a 19,28 cm possuem maior densidade básica de madeira.

Há uma tendência de decréscimo da densidade básica da casca e madeira dentro das classes diamétricas da base para o topo no fuste.

**CAPÍTULO 3 - ESTIMATIVAS VOLUMÉTRICAS E HIPSOMÉTRICAS PARA
A *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville NO NORTE DE MINAS
GERAIS**

RESUMO

Este estudo buscou avaliar as estimativas de volume e de altura para o barbatimão no Norte de Minas Gerais, com a finalidade de gerar equações que possam ser utilizadas na elaboração de planos de manejo sustentado dessa espécie a partir de modelos para estimar o volume total com casca, sem casca, o volume de casca e, também, as relações hipsométricas. Comparou-se também a produção de casca nas diferentes classes diamétricas. Foi realizado um inventário florestal que forneceu informações para a realização da cubagem rigorosa. Foram cubadas 100 árvores, separadas em oito classes diamétricas pelo método de Huber e testados 6 modelos volumétricos de simples, 10 modelos volumétricos de dupla entrada e seis modelos de relações hipsométricas. O maior DAP encontrado foi de 20,84 cm e o menor 3,34 cm, as alturas variaram de 1,88m a 8,48 m. Os modelos que mais bem se ajustaram para volume total com casca, volume total sem casca e volume de casca foram os de Husch e Spurr, na forma logaritmizada para os modelos volumétricos de simples e dupla entrada, respectivamente. Já para as estimativas de altura, o melhor modelo foi o de Stofel. Quanto à proporção de casca, foi encontrada uma maior porcentagem nos indivíduos das menores classes diamétricas.

Palavras-chave: Modelos volumétricos. Cerrado *sensu stricto*. Cubagem Rigorosa. Huber.

**CHAPTER 3 - VOLUMETRIC ESTIMATES AND HYSOMETRIC OF
Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville IN NORTHERN MINAS
GERAIS**

ABSTRACT

This study sought to evaluate the estimates of volume and height to the barbatimão in the North of Minas Gerais, in order to generate equations that can be used in the preparation of plans for sustainable management of this species from models to estimate the total volume with bark, without bark, the bark volume and also the hypsometric relations. It was also compared the production of bark in different diametric classes. It was conducted a forest inventory that provided information for the realization of the rigorous cubing. Were cubed 100 trees, separated into eight diametric classes by the method of Huber and tested 6 volumetric models of simple, 10 volumetric models of double entry, and six models of hypsometric relations. The largest DAP found was 20.84 cm and the smallest 3.34 cm, the heights ranged from 1.88 m to 8.48 m. The models that better adjusted for total volume with bark, total volume without bark and total volume of bark were Husch and Spurr, in logarithm form for the volumetric models of simple and double entry, respectively. Already for the height estimates, the best model was to Stofel. As for the proportion of bark, was found a higher percentage in the individuals of the smallest diametric classes.

Keywords: Volumetric models. Savanna. Rigorous scaling. Method Huber.

1 INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, com área original de 2 milhões de km², também é considerado um dos 34 hotspots do mundo (MITTERMEIER *et al.*, 2005). Atualmente, metade dessa área encontra-se desmatada devido à ocupação desordenada que ocorre no bioma. Consequências como fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e, possivelmente, modificações climáticas regionais são observadas (KLINK; MACHADO, 2005).

A crescente exploração das formações vegetais, sem conhecimentos prévios da autoecologia das espécies e das condições microclimáticas do habitat, tem afetado de forma drástica a biodiversidade dos ecossistemas, notadamente a do Cerrado, onde muitas espécies estão sendo extintas sem que ao menos suas potencialidades tenham sido avaliadas (MARQUES; JOLY, 2000).

De acordo com Enders, Gorchov e Berry (2006), a importância da preservação de espécies florestais está centrada no fato de que milhões de pessoas residentes nas áreas rurais satisfazem uma considerável parte de suas necessidades básicas e renda a partir da colheita de produtos florestais não madeireiros (PFNMs); na maioria dos casos, o impacto ecológico da colheita de espécies é desconhecido, apesar do interesse desses produtos para o desenvolvimento sustentável.

Para programar o manejo florestal em bases sustentadas, é fundamental conhecer a estrutura, a dinâmica e as espécies que formam a vegetação da área a ser manejada (MELLO; OLIVEIRA FILHO; SCOLFORO, 1996) e também a produção esperada do produto de interesse a ser colhido. Devem ser adotados sistemas de manejo que possam combinar informações de inventário florestal e outras informações mais específicas de uso de espécies (KIRBY; POTRIN, 2007).

A determinação da altura de uma árvore é uma variável difícil de se obter por ser uma operação onerosa e sujeita a erros, como alternativa para solucionar esse problema, tem-se a utilização de equações hipsométricas, que permitem estimar a altura por meio do seu diâmetro à altura do peito - DAP (SOARES, 2006).

A utilização de modelos matemáticos para se estimar altura e volume é uma prática adotada nas ações de manejo sustentado, pois a partir dessas variáveis pode-se conhecer a produção desejada do produto a ser colhido de uma população ou comunidade florestal, sem gerar excedentes na produção, garantindo assim a sustentabilidade da espécie.

Muitas equações matemáticas foram desenvolvidas para estimar o volume de povoamentos florestais e, apesar da eficiência de alguns modelos, estes nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições, sendo recomendável testá-los e, por meio de estatísticas adequadas, identificar o melhor para cada caso (THOMAS, 2006).

Existem poucas experiências de manejo focadas nos múltiplos produtos, isto é, no aproveitamento de todos os componentes da árvore e para espécies específicas. Em termos de pesquisa, pode-se citar a experiência de Pérez *et al.* (2004), que avaliaram diferentes sistemas de manejo para a candeia no sul do estado de Minas Gerais; mas existem muitas outras espécies da flora brasileira potenciais para esta prática, como é o caso do barbatimão.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as estimativas de volume e de altura para o barbatimão no Norte de Minas Gerais, gerando equações que possam ser utilizadas na elaboração de planos de manejo sustentado dessa espécie. Especificamente, buscou-se estimar os volumes total com casca, volume total sem casca e o volume de casca a partir de modelos volumétricos de simples e dupla entrada e a altura total com relações hipsométricas. Comparou-se também a produção de casca nas diferentes classes diamétricas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada a cubagem rigorosa dos indivíduos de barbatimão por classe diamétrica, sendo cubado rigorosamente um total de 100 árvores, distribuídas nas diferentes classes diamétricas (ver capítulo 1 - TAB. 3), de maneira a abranger todas as variações de forma da população estudada.

Antes de proceder à cubagem rigorosa foram mensuradas a altura total (HT), a altura comercial (Hcom) por meio de uma mira topográfica e o diâmetro medido a 1,30 m do solo (DAP). Depois de abatidas as árvores, foram utilizadas trenas para medir as alturas total e comercial e fita métrica para medir a circunferência medida a 1,30 m do solo (CAP). Separou-se em galhos finos, os galhos de 2 a 5 cm de diâmetro e em galhos grossos, galhos com diâmetros acima de 5 cm, cubaram-se os galhos até o diâmetro mínimo de 2 cm, isto devido às cascas se desprenderem-se facilmente até esse diâmetro. Para a cubagem das árvores foi adotado o método de Huber, em que se mensurou o comprimento da seção e a circunferência no centro da mesma seção.

Após a cubagem rigorosa, foram retirados discos a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% do fuste comercial, com cerca 3 cm de espessura medindo-se o diâmetro dos discos com e sem cascas (ver capítulo 1 - 3.4) para a determinação do volume total sem casca.

Foram ajustados 6 modelos volumétricos de simples, 10 modelos volumétricos de dupla entrada (ver capítulo 1 - TAB. 1 e 2) e 6 modelos de relação hipsométrica (ver capítulo 1 - TAB. 4) amplamente utilizados na literatura florestal. Os melhores modelos foram selecionados a partir dos seguintes critérios: dispersão gráfica dos resíduos, erro padrão da estimativa em porcentagem e o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) em porcentagem.

O erro padrão da estimativa ($S_{yx\%}$) foi estimado por:

$$S_{yx} = \sqrt{QM_{res}} \rightarrow S_{yx(\%)} = \frac{S_{yx}}{\bar{x}}$$

Onde: QMres = quadrado médio do resíduo obtido na análise de variância.

Coeficiente de determinação ajustado R^2_{aj} :

$$R^2_{aj} = \left\{ R^2 - \left[\frac{k-1}{N-K} \right] * (1 - R^2) \right\} * 100$$

Onde K= número de coeficientes da equação e N= número de observações.

Com o propósito de verificar se havia diferenças na quantidade de casca entre indivíduos de diferentes classes diamétricas na população de barbatimão estudada, calculou-se o percentual de casca para as diferentes classes diamétricas pela razão entre o volume de casca e o volume total com casca e multiplicou-se por cem.

Os dados referentes à porcentagem de casca para as diferentes classes diamétricas foram submetidos a uma análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade. Os dados foram balanceados para o mesmo número de repetições em todas as classes (nove árvores) para não haver perda de precisão na análise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TAB. 1 mostra a síntese dos dados da cubagem rigorosa das árvores nas oito classes diamétricas, suas respectivas alturas mínimas, médias e máximas, bem como os volumes totais com casca, sem casca e de casca. O maior diâmetro encontrado foi 20,84 cm e o menor 3,34 cm. As alturas das árvores variaram entre 1,88 m e 8,48 m, os volumes totais com casca variaram entre 0,0016 m³ e 0,2057 m³, os volumes totais sem casca variaram entre 0,0008 m³ e 0,1175 m³ e os volumes de casca variaram entre 0,0008 m³ e 0,1100 m³.

TABELA 1
 Síntese das variáveis dendrométricas mensuradas do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville),
 Botumirim, MG

(Continua)

		CLASSES DE DIÂMETRO								
		3,00 -- 5,33	5,33 -- 7,65	7,65 -- 9,98	9,98 -- 12,30	12,30 -- 14,63	14,63 -- 16,95	16,95 -- 19,28	> 19,28	
VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS	DAP	Max	5,16	7,60	9,95	11,78	14,40	16,79	19,07	20,84
		Min	3,34	5,63	7,80	10,15	12,43	14,75	17,48	19,33
		Média	4,37	6,45	8,85	10,83	13,41	15,59	18,13	19,83
		Sd	0,55	0,72	0,74	0,49	0,73	0,67	0,52	0,47
	HT	Max	3,06	3,90	4,39	5,82	5,43	6,85	8,48	7,15
		Min	1,88	2,40	3,05	2,71	3,71	4,00	4,17	4,48
		Média	2,32	3,06	3,64	4,47	4,54	5,14	6,08	6,26
		Sd	0,38	0,46	0,47	0,97	0,49	0,89	1,20	0,79
	VTCC	Max	0,0073	0,0188	0,0369	0,0829	0,0805	0,1347	0,2057	0,2049
		Min	0,0016	0,0043	0,0136	0,0144	0,0366	0,0524	0,0750	0,1274
		Média	0,0039	0,0096	0,0228	0,0414	0,0601	0,0832	0,1385	0,1522
		Sd	0,0018	0,0044	0,0070	0,0169	0,0143	0,0247	0,0401	0,0227
	VTSC	Max	0,0031	0,0086	0,0164	0,0285	0,0407	0,0634	0,1175	0,1097
		Min	0,0008	0,0031	0,0077	0,0116	0,0236	0,0379	0,0562	0,0702
		Média	0,0018	0,0051	0,0113	0,0208	0,0325	0,0495	0,0797	0,983
		Sd	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0050	0,0081	0,0162	0,0122

(Conclusão)

	Max	0,0043	0,0102	0,0205	0,0544	0,0445	0,0713	0,1100	0,1001
VC	Min	0,0008	0,0009	0,0045	0,0028	0,0045	-0,0045	0,0117	0,0186
	Média	0,0021	0,0045	0,0115	0,0206	0,0276	0,0336	0,0588	0,0539
	Sd	0,0013	0,0030	0,0049	0,0132	0,0112	0,0213	0,0298	0,0214

Nota: DAP: diâmetro 1,30 m do solo; HT: altura total; VTCC: volume total com casca; VTSC: volume total sem casca; VC: volume de casca
Fonte: Da autora.

3.1 Volume total com casca e sem casca

Para os modelos volumétricos de simples entrada utilizados para volume total com casca, os gráficos de dispersão de resíduos mostraram uma tendência em subestimar os valores nas menores classes de diâmetro nos modelos de Kopezky-Gehrhardt e Dissescu-Meyer. O modelo que apresentou a melhor dispersão dos resíduos foi o de Husch (GRAF. 1E) mostrando uma melhor distribuição dos resíduos ao longo do eixo zero, apresentando também um menor erro padrão residual (TAB. 2).

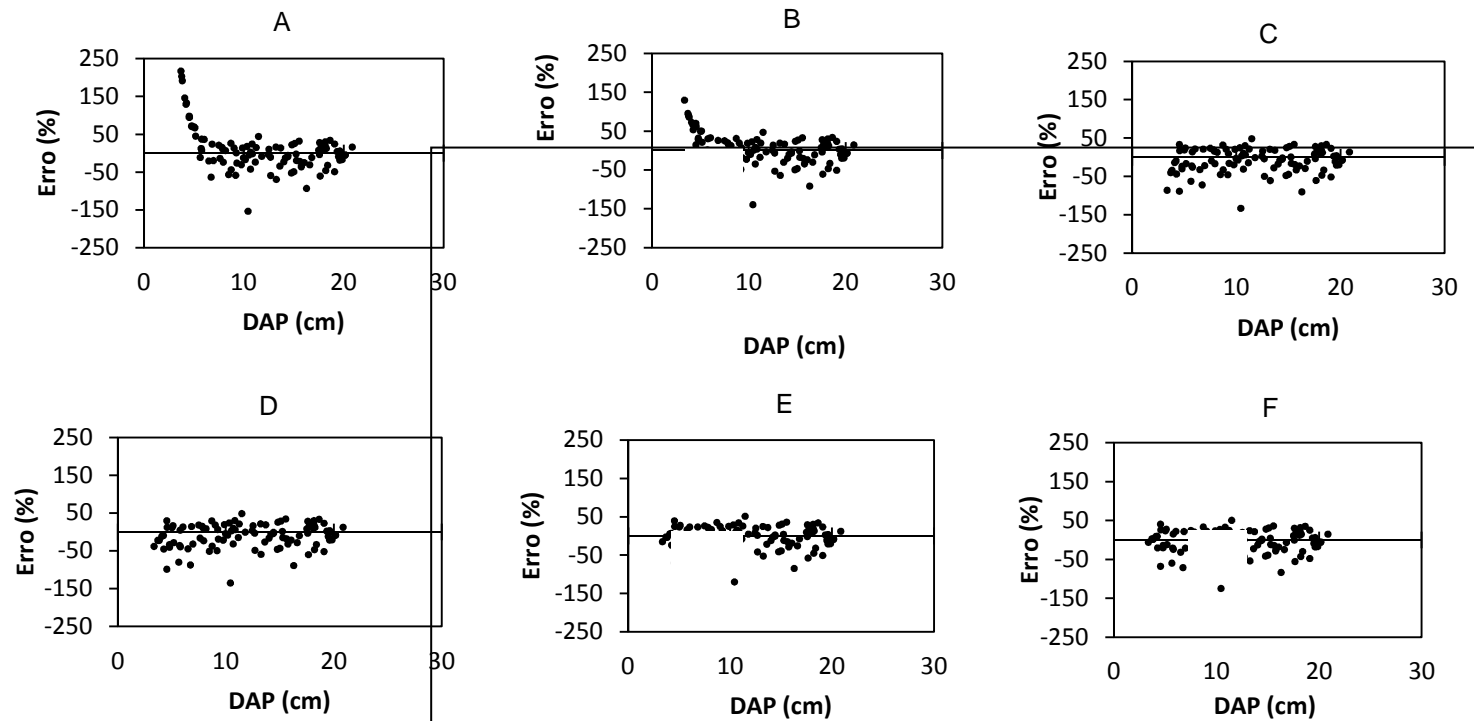


GRÁFICO 1 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume total com casca de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Kopersky- Gehrardt, (B) Dissescu- Meyer, (C) Hohenadl- Krenm, (D) Berkhout, (E) Husch, (F) Brenac
 Fonte: Da autora.

TABELA 2

Equações ajustadas de simples entrada para volume total com casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$
Kopezky – Gehrhardt	-0,00833	0,00041	-	-	-	-	87,21	32,69
Dissescu – Meyer	-	-0,00177	0,00049	-	-	-	94,25	32,41
Hohenadl – Krenm	0,00725	-0,00307	0,00053	-	-	-	87,35	32,50
Berkhout	0,00012	2,40117	-	-	-	-	87,50	32,31
Husch	-9,31538	2,50219	-	-	-	-	95,58	32,45
Brenac	-8,70830	2,31665	-1,55970	-	-	-	95,56	32,71

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação

Fonte: Da autora.

Nos modelos volumétricos de dupla entrada para volume total com casca o que melhor se ajustou aos dados foi o de Spurr na sua forma logaritmizada (GRAF. 3H). A dispersão dos resíduos foi semelhante às equações de Schumacher e Hall, Honner, Ogaya, Takata e Schumacher e Hall log. Houve uma pequena variação no erro padrão residual de 25,12% a 25,87% e no coeficiente de determinação que variou de 92,25% a 97,43% entre todos os modelos de dupla entrada avaliados (TAB. 3). Os modelos de Spurr na sua forma original e Stoate tiveram tendências, o primeiro em superestimar os volumes, e o segundo apresentou uma tendência em subestimar os volumes nas menores classes de diâmetro.

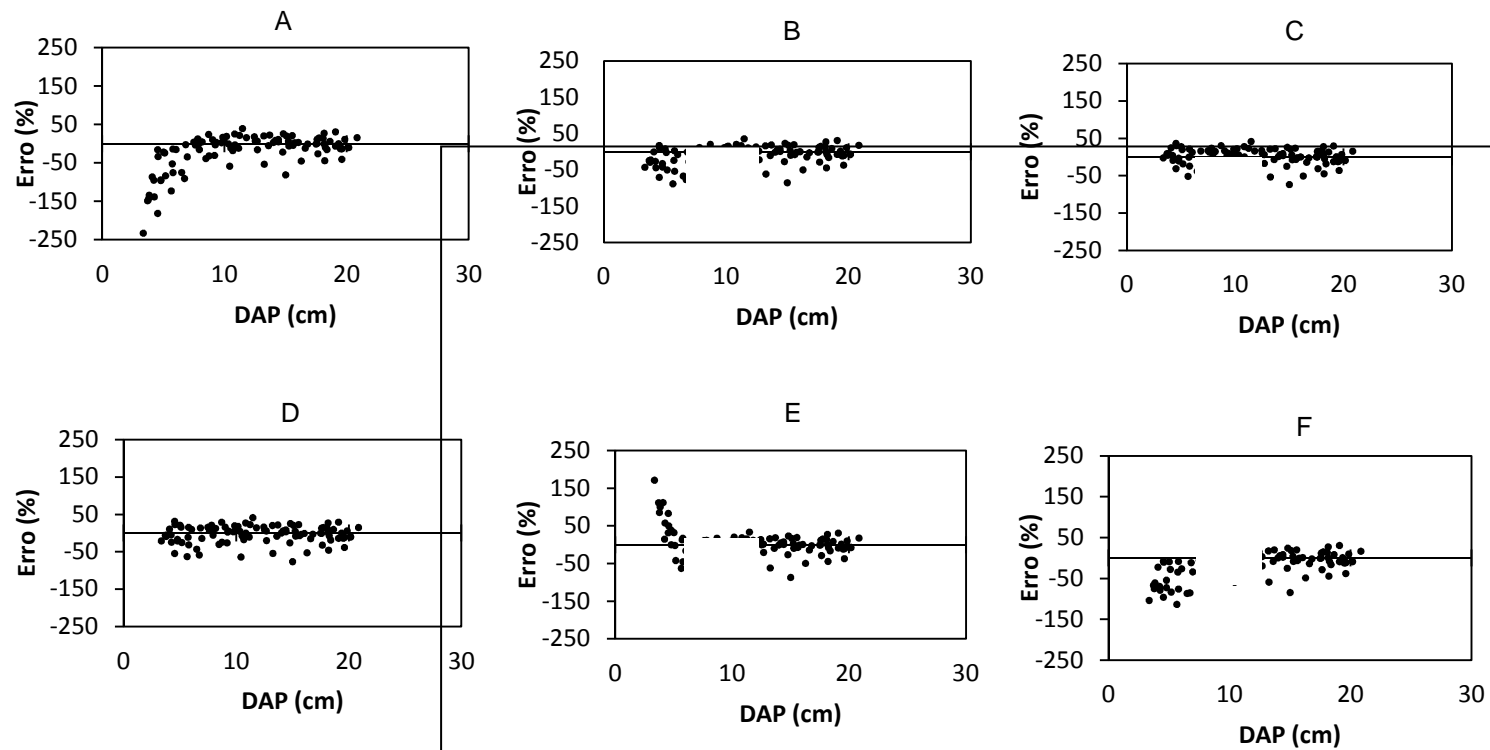


GRÁFICO 2 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume total com casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Spurr, (B) Shumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoate, (F) Naslund
 Fonte: Da autora.

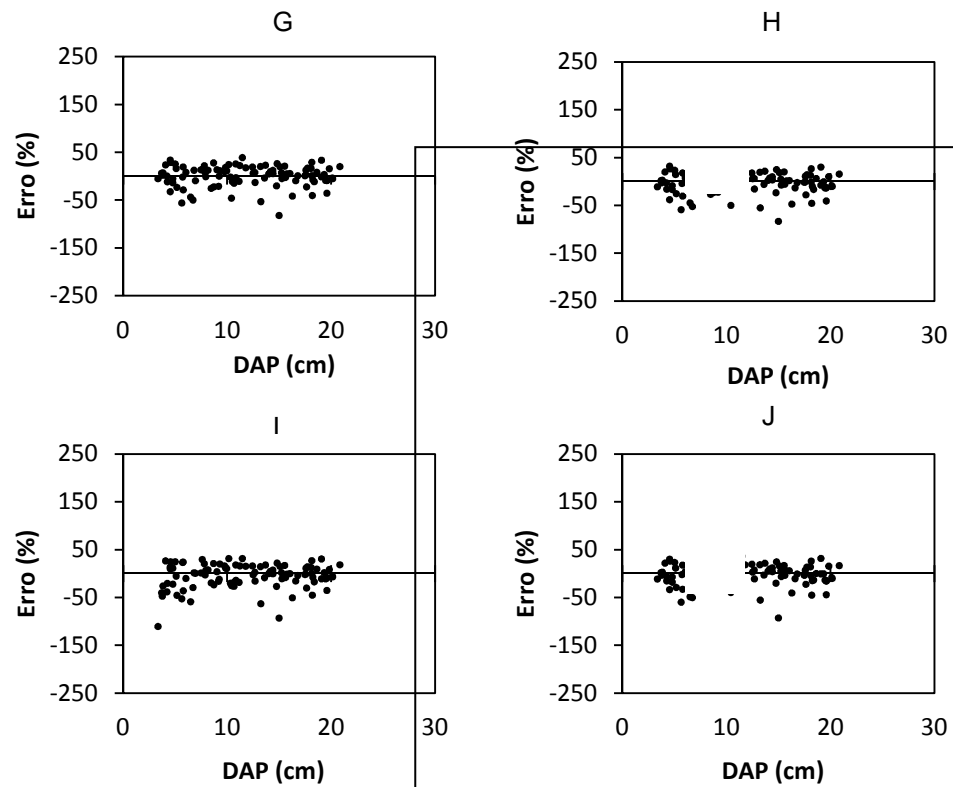


GRAFICO 3 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume total com casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (G) Takata; (H) Spurr log; (I) Meyer; (J); Schumacher- Hall log
 Fonte: Da autora.

TABELA 3

Equações ajustadas de dupla entrada para volume total com casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$
Shumacher e Hall	0,00015	1,77183	0,91211	-	-	-	92,44	25,12
Honner	535,49460	11934,74509	-	-	-	-	92,29	25,38
Ogaya	0,00007	0,00006	-	-	-	-	92,28	25,39
Takata	11938,7577	196,05745	-	-	-	-	92,25	25,44
Stoate	-0,01081	0,00007	0,00005	0,00415	-	-	92,4	25,20
Naslund	-	0,00003	0,00006	-0,00004	0,00056	-	96,49	25,31
Spurr (log)	-9,23466	0,94999	-	-	-	-	97,41	25,25
Meyer	0,01418	-0,00611	0,00034	0,00127	-0,00001	-0,00109	92,33	25,31
Schumacher e Hall (log)	-9,20109	1,77790	1,13037	-	-	-	97,43	25,87

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação
 Fonte: Da autora.

Para as estimativas de volume total sem casca de simples entrada, os modelos de Dissescu-Meyer e Kopezky-Gehrhardt apresentaram uma tendência em subestimar os valores nas primeiras classes diamétricas. Já os modelos de Berkhout e Hohenadl-Krenm tiveram uma tendência em superestimar os valores nas menores classes diamétricas. Os modelos de Husch e Brenac apresentaram uma melhor dispersão dos resíduos, portanto, foi selecionado o modelo de Husch (GRAF. 4E) por possuir o menor erro padrão residual (TAB. 4) quando comparado aos outros modelos.

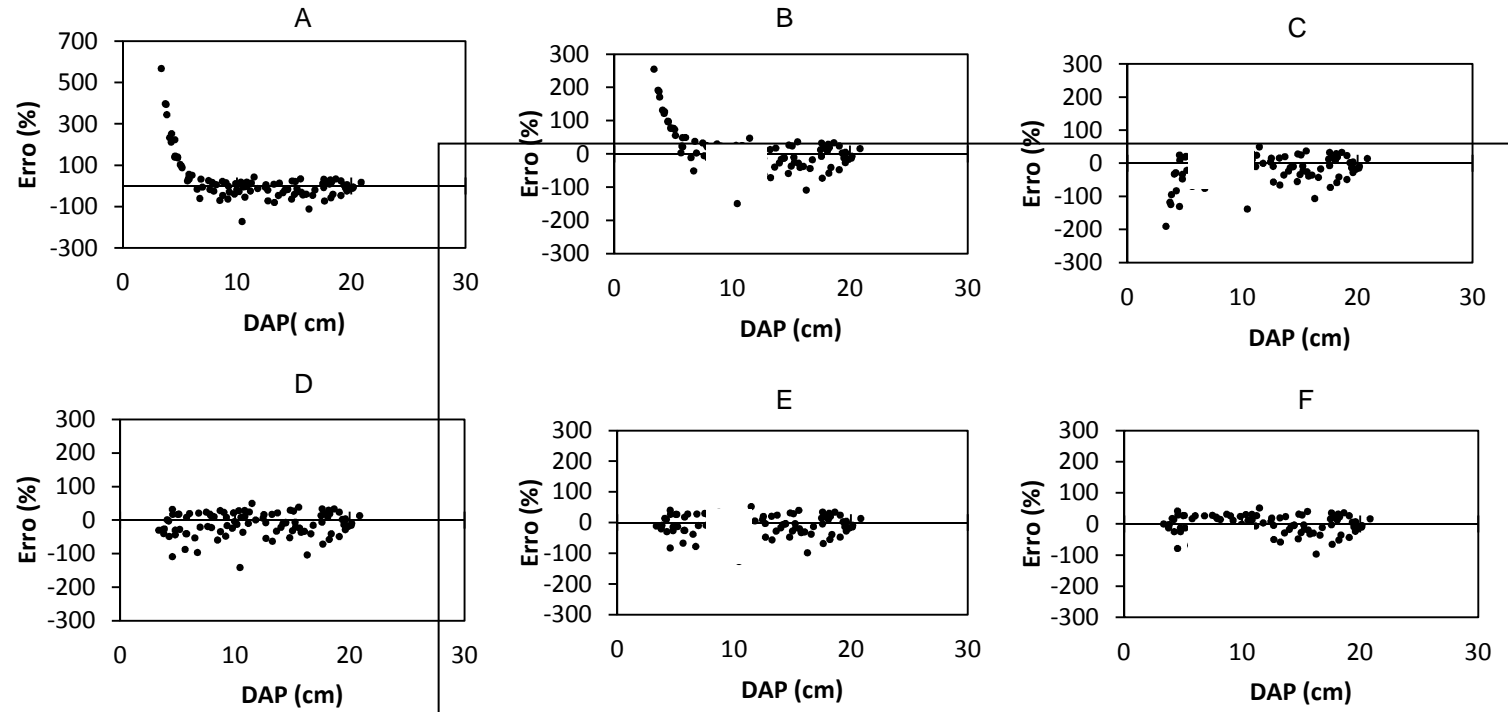


GRAFICO 4 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume total sem casca de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG.: (A) Kopersky- Gehrardt, (B) Dissescu- Meyer; (C) Hohenadl-Krenm; (D) Berkhout; (E) Husch; (F) Brenac
 Fonte: Da autora.

TABELA 4

Equações ajustadas de simples entrada para volume total sem casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$
Kopezky – Gehrhardt	-0,00646	0,00025	-	-	-	-	85,12	37,06
Dissescu – Meyer	-	-0,00140	0,00031	-	-	-	93,03	36,53
Hohenadl – Krenm	0,00727	-0,00271	0,00036	-	-	-	85,54	36,54
Berkhout	0,00005	2,56165	-	-	-	-	85,74	36,29
Husch	-10,25362	2,64670	-	-	-	-	95,23	36,44
Brenac	-9,49186	2,41388	-1,95713	-	-	-	95,22	36,88

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação

Fonte: Da autora.

Os modelos volumétricos de dupla entrada de Spurr log e Schumacher e Hall log para estimativas de volume total sem casca quanto à distribuição gráfica dos resíduos apresentaram-se semelhantes. Entretanto quando se comparou o erro padrão residual desses dois modelos, o de Spurr Log (GRAF. 6H) apresentou erro padrão residual de 27,87% e o Schumacher e Hall Log de 28,55% (TAB. 5), sendo selecionado como o melhor modelo o de Spurr na sua forma logaritmizada. Scolforo (2004) em estudos com a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish) no município de Aiuruoca Minas Gerais, utilizou o modelo de Schumacher e Hall na sua forma logaritmizada para galhos e fuste com e sem casca, embora todos os outros modelos não tivessem também mostrado tendenciosidade para estimar o volume. Já Rufini *et al.* (2010) estudando a volumetria de árvores do Cerrado em três regiões da bacia do rio São Francisco, verificaram que os modelos que melhor se ajustaram foram os de Schumacher e Hall log e Spurr log para estimar o volume total e volume de fuste com e sem casca.

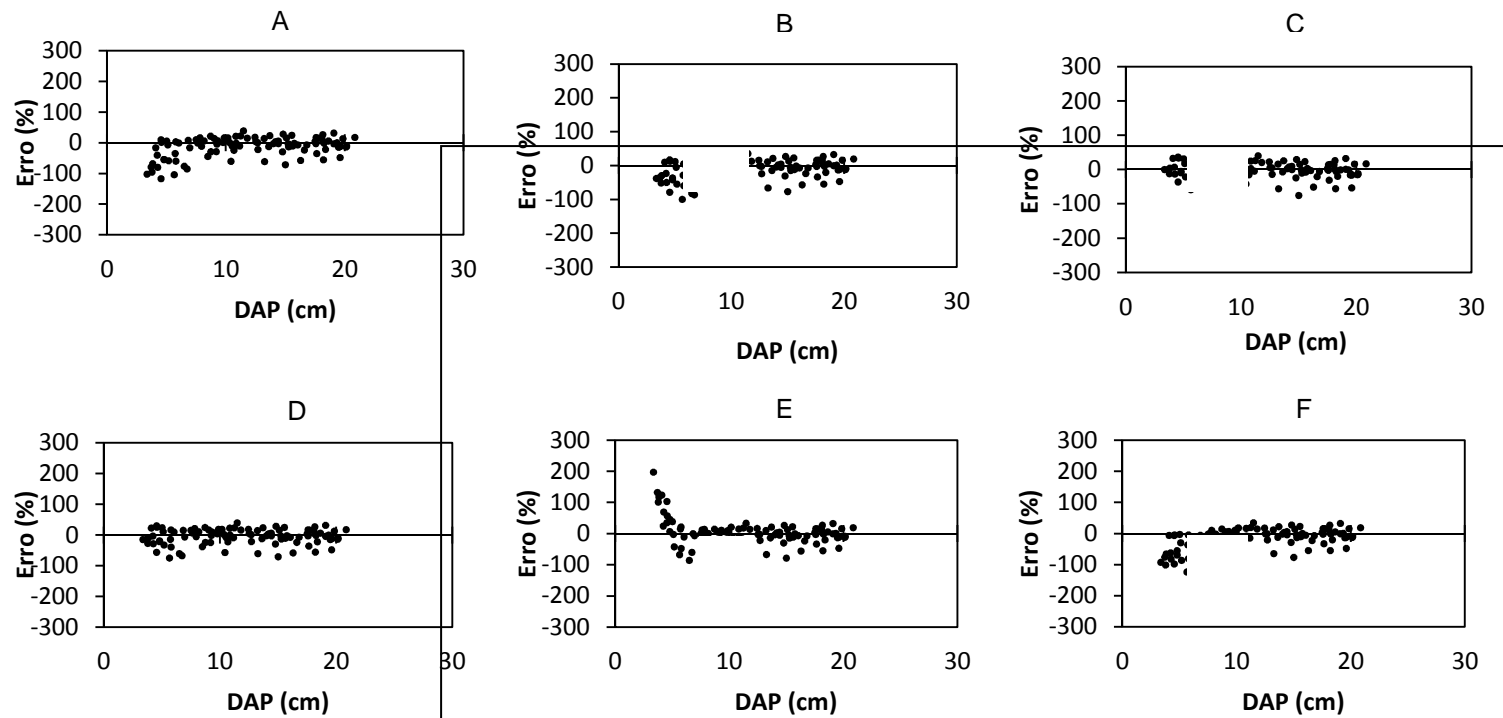


GRÁFICO 5 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume total sem casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart. (Coville)), Botumirim, MG: (A) Spurr, (B) Schumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoate, (F) Naslund
 Fonte: Da autora.

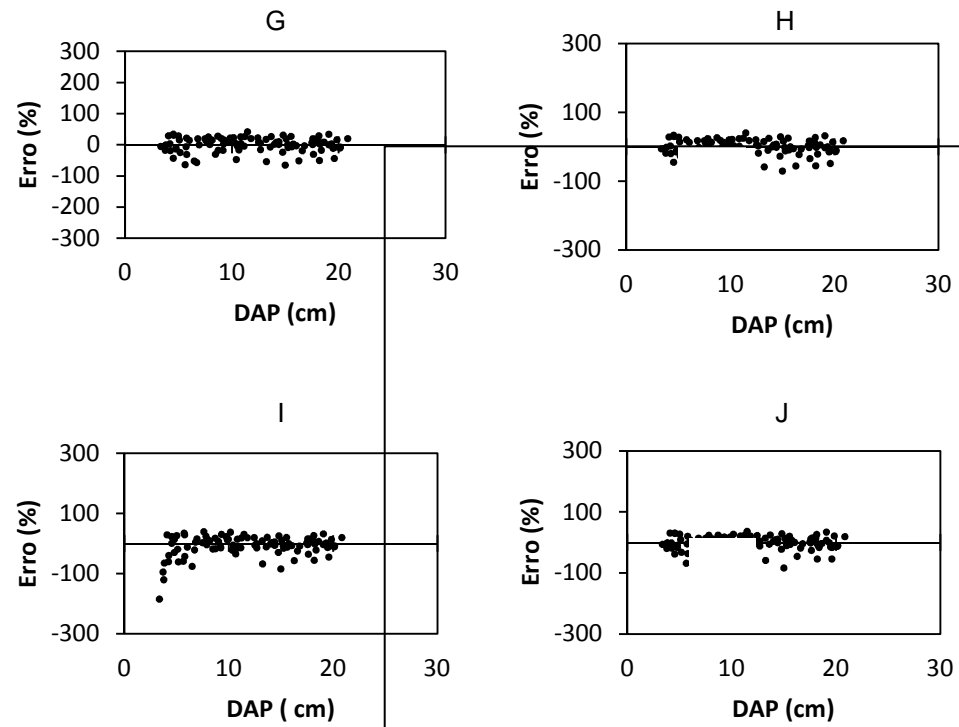


GRÁFICO 6 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume total sem casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville): (G) Takata, (H) Spurr log, (I) Meyer, (J) Schumacher - Hall log
 Fonte: Da autora.

TABELA 5
Equações ajustadas de dupla entrada para volume total sem casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	R^2_{aj}	S_{yx}
Spurr	0,00073	0,00004	-	-	-	-	91,63	27,80
Shumacher e Hall	0,00006	1,83397	1,037010	-	-	-	91,63	27,80
Honner	-598,98670	28529,98058	-	-	-	-	91,34	28,27
Ogaya	0,000006	0,00004	-	-	-	-	91,61	27,83
Takata	26072,10192	-7,82540	-	-	-	-	91,36	28,24
Stoate	-0,00536	0,000008	0,00004	0,00198	-	-	91,59	27,86
Naslund	-	-0,00001	0,00004	-0,00002	0,00026	-	95,92	27,93
Spurr (log)	-10,17458	1,00589	-	-	-	-	97,25	27,87
Meyer	0,00995	-0,00423	0,00020	0,00074	-0,0000003	-0,00032	91,54	27,95
Schumacher e Hall (log)	-10,12497	1,83135	1,27249	-	-	-	97,32	28,55

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação
Fonte: Da autora.

3.2 Volume de casca

Os modelos de simples entrada mostraram tendências em subestimar ou superestimar o volume de casca exceto para os modelos de Dissescu-Meyer, Hohenadl-Krenm e Husch que apresentaram uma dispersão residual melhor distribuída, sendo selecionado o modelo de Husch (GRAF. 7E) por apresentar o maior coeficiente de determinação (TAB. 6).

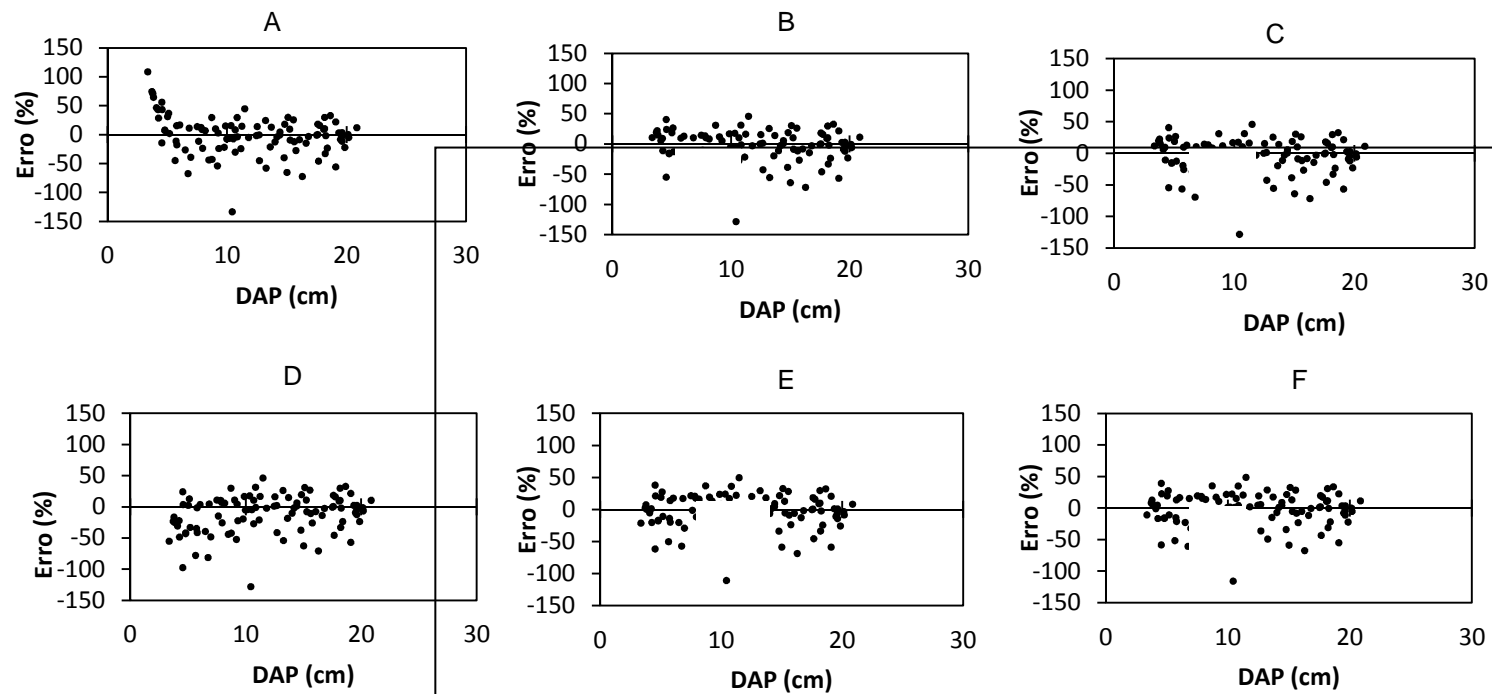


GRÁFICO 7 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume de casca de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG.: (A) Kopersky- Gehhardt, (B) Dissescu- Meyer, (C) Hohenadl- Krenm, (D) Berkhout, (E) Husch, (F) Brenac
 Fonte: Da autora.

TABELA 6

Equações ajustadas de simples entrada para volume de casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$
Kopezky – Gehrhardt	-0,00188	0,00016	-	-	-	-	89,15	28,14
Dissescu – Meyer	-	-0,00037	0,00018	-	-	-	95,41	28,11
Hohenadl – Krenm	-0,00002	-0,00037	0,00018	-	-	-	89,07	28,25
Berkhout	0,00009	2,18442	-	-	-	-	89,16	28,13
Husch	-9,72303	2,33194	-	-	-	-	95,77	28,34
Brenac	-9,073972	2,13357	-1,66756	-	-	-	95,77	28,41

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação

Fonte: Da autora.

Pela análise da dispersão dos resíduos para o volume de casca, observou-se que a maioria dos modelos de dupla entrada apresentou comportamento semelhante e uma boa distribuição dos resíduos exceto nos modelos de Spurr e Naslund que mostraram uma tendência em superestimar e Stoate com tendência em subestimar o volume de casca das árvores nas classes de menor diâmetro. Foi selecionada a equação ajustada a partir do modelo de Spurr log (GRAF. 9H) e (TAB. 7), gerando a equação para estimar o volume das cascas para o barbatimão.

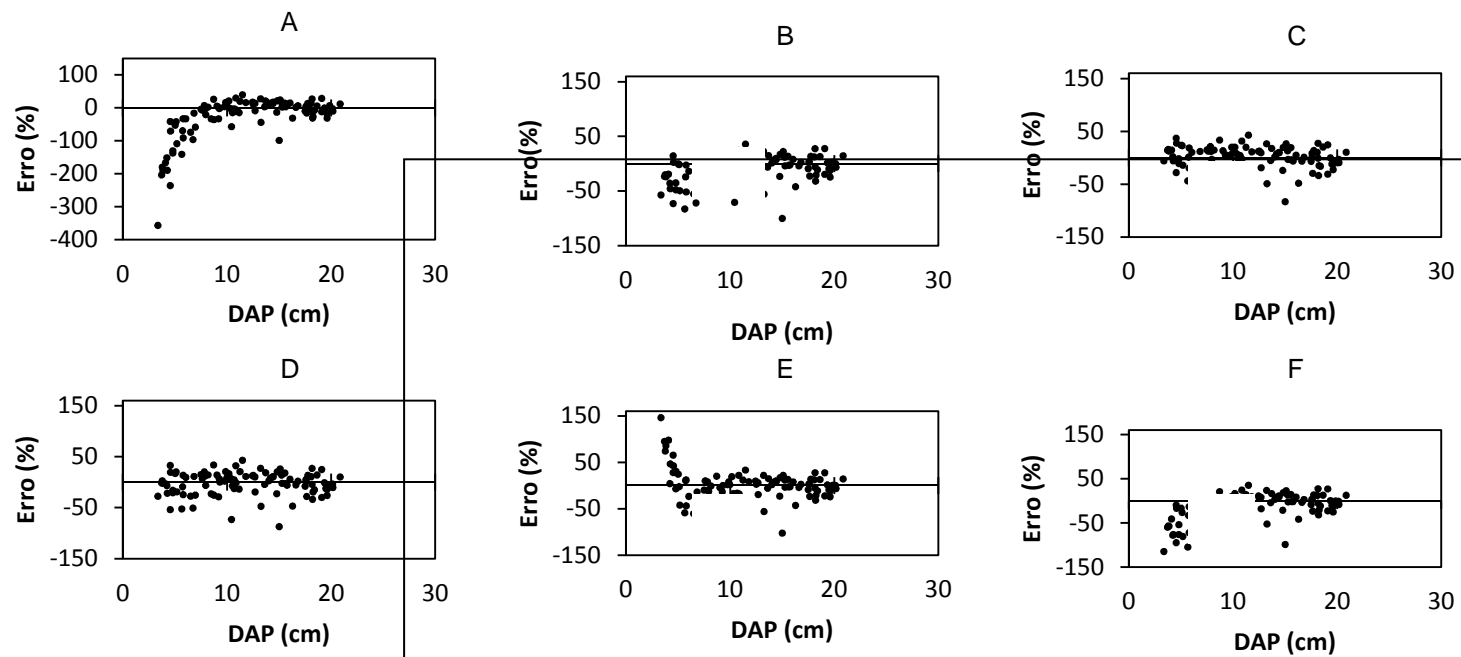


GRAFICO 8 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume de casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG.: (A) Spurr, (B) Shumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoate, (F) Naslund
 Fonte: Da autora.

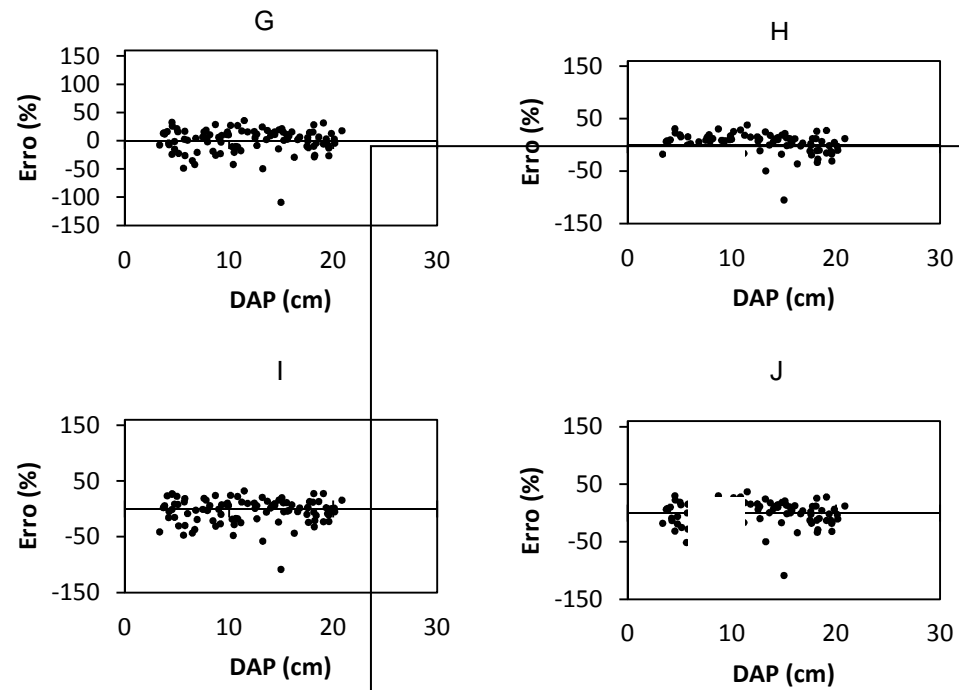


GRAFICO 9 - Dispersão dos resíduos percentuais para volume de casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (G) Takata, (H) Spurr log, (I) Meyer, (J) Schumacher-Hall log
 Fonte: Da autora.

TABELA 7

Equações ajustadas de dupla entrada para volume de casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$
Spurr	0,00323	0,00002	-	-	-	-	91,76	24,53
Schumacher e hall	0,00011	1,69061	0,73018	-	-	-	92,69	23,11
Honner	3230,81135	18234,44439	-	-	-	-	92,26	23,77
Ogaya	0,00006	0,00002	-	-	-	-	92,23	23,82
Takata	20768,99474	972,21009	-	-	-	-	92,18	23,90
Stoate	-0,00545	0,00006	0,00001	0,00217	-	-	92,61	23,23
Naslund	-	0,00004	0,00002	-0,00002	0,0003070	-	96,81	23,44
Spurr (Log)	-9,63865	0,88386	-	-	-	-	97,27	23,68
Meyer	0,00423	-0,00188	0,00014	0,00052	-0,0000008	-0,00078	92,52	23,37
Schumacher Hall (log)	-9,62774	1,72805	0,94247	-	-	-	97,25	24,04

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação

Fonte: Da autora.

3.3 Relações hipsométricas

Analisando primeiramente os gráficos de dispersão dos resíduos (GRAF. 8 e 9), foi observado que não houve diferença expressiva entre os modelos avaliados. A dispersão dos resíduos para todos os modelos ajustados apresentou certa tendência em superestimar as alturas nas classes diamétricas entre 10 e 20 cm. Dentre os modelos testados o que menos superestimou a altura foi o de Stofel de acordo com a análise dos resíduos (GRAF. 10D). O mesmo modelo foi também o que apresentou um menor erro padrão residual, de 17,56% e o maior coeficiente de determinação, de 80,98% (TAB. 8).

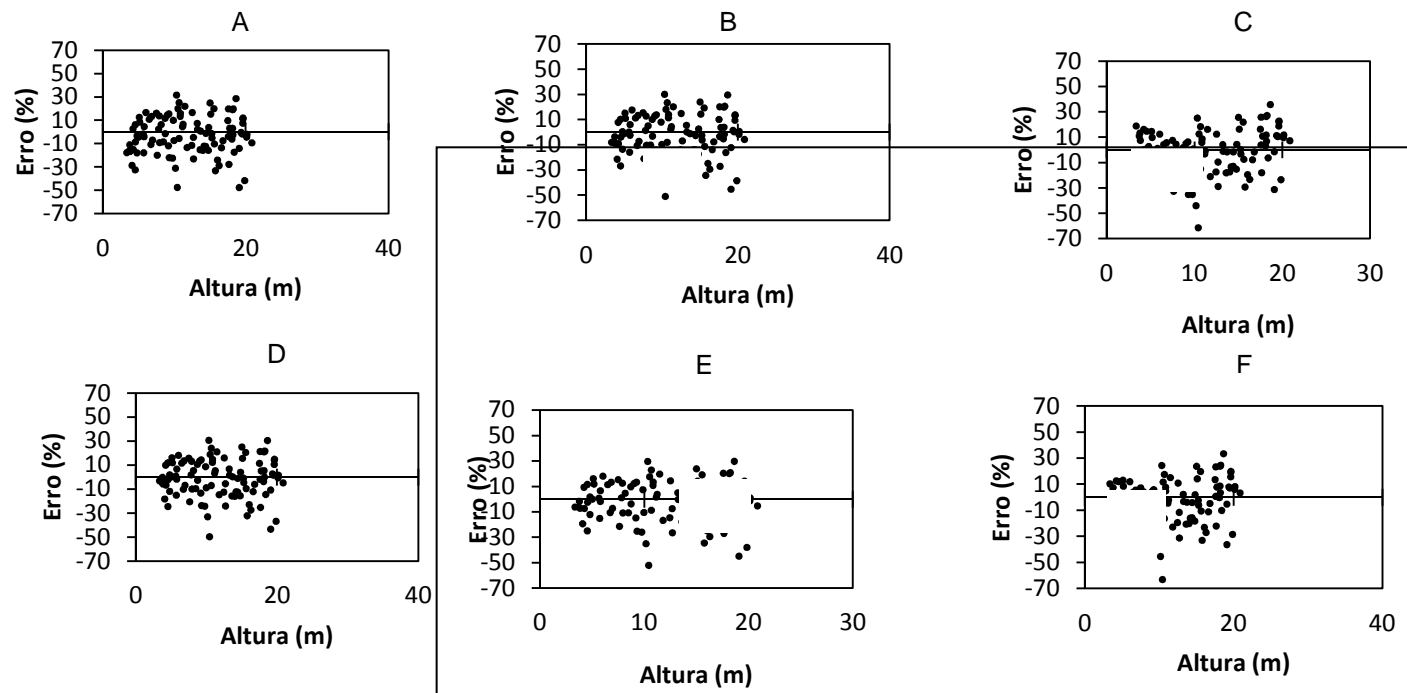


GRAFICO 10 - Resíduos percentuais em relação à altura para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Linha reta; (B) Parabólica; (C) Curtis; (D) Stofel; (E) Prodan; (F) Petterson
 Fonte: Da autora.

TABELA 8Equações ajustadas para altura para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

MODELO	β_0	β_1	β_2	$R^2_{aj}\%$	$Syx\%$
Linha Reta	1,40297	0,24918	-	73,82	17,66
Parabólico	0,95480	0,34199	-0,00390	73,91	17,63
Stofel	-0,10110	0,64075	-	80,98	17,56
Curtis	1,96810	-5,13524	-	77,67	19,07
Prodan	-2,12178	2,08304	0,06222	73,90	17,63
Petterson	0,50141	1,12176	-	71,35	18,47

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação

Fonte: Da autora.

O modelo de Stofel foi, portanto o modelo selecionado para as estimativas de altura do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) facilitando assim as operações em campo e reduzindo o custo do inventário florestal. Araujo *et al.* (2012) estudando dez modelos de relação hipsométrica para estimar altura em plantios homogêneos e com diferentes espaçamentos para a candeia (*Eremanthus erythropappus*) no município de Carrancas, Minas Gerais, observou que os modelos de Henricksen, Stofells, Assman, Trorey e Curtis são os mais eficientes para estimar a altura total da espécie. Boechat Soares, Paula Neto e Souza (2006), ajustaram duas equações hipsométricas para onze espécies florestais plantadas no campus da Universidade Federal de Viçosa, sendo elas a *Aspidosperma polyneurom* M. Arg. (peroba-rosa), *Myracrodruon urundeuva* Fr.All. (aroeira-do-sertão), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), *Lecythis pisonis* Camb. (sapucaia), *Aspidosperma parvifolium* A.CD. (guatambu), *Pterigota brasiliensis* Fr. All. (pau-prata), *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. (ipê-amarelo), *Paratecoma peroba* Kuhlmann (peroba-do-campo); *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bur. (ipê-preto), *Pterogyne nitens* Tull. (birlo) e *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (pau-marfim). Foi observado que o modelo hipsométrico 2 foi o que melhor se ajustou aos dados de nove espécies (peroba-do-campo, pau-prata, guatambu, birlo, ipê-preto, peroba-rosa, sapucaia, jatobá e pau-marfim) das onze avaliadas. Resultados como esses comprovam que a relação hipsométrica sofre influência de diversos fatores, como o sítio, a idade, o tamanho da copa, a espécie e a posição sociológica, sendo necessária em diferentes situações a determinação de modelos para cada caso.

3.4 Percentual de casca

A análise de variância mostrou diferença entre as classes diamétricas ($F= 23,631$; $p<0,01$; $CV=5,88\%$). O GRAF. 10 mostra o resultado do teste de médias onde as barras verticais mostram os valores médios da porcentagem de casca para cada classe diamétrica. As diferenças podem ser analisadas a partir das letras que acompanham as barras verticais. Observa-se que os indivíduos das primeiras classes diamétricas (de 3,00 cm a 9,98 cm)

apresentaram maior percentual de casca que as classes superiores (> 9,98 cm) diferenciando-se estatisticamente entre elas. Já as classes de 9,98 cm a 16,95 cm não diferiram entre si, mas diferiram das demais. E as classes de 16,95 cm a >19,28 cm não diferiram estatisticamente entre si, mas também diferiram das demais. Este resultado corrobora com o verificado por Rufini *et al.* (2010), em três regiões da bacia do rio São Francisco, em que as menores classes diamétricas apresentaram um maior percentual de casca para árvores de Cerrado e com Thompson (2009) que, estudando a *Sclerolobium paniculatum* (carvoeiro) encontrou maior percentagem de casca nas menores classes diamétricas. Isso indica que opções de manejo sustentado desta espécie a partir de cortes seletivos podem ser feitos removendo um maior número de indivíduos nas menores classes diamétricas por estas possuírem uma porcentagem maior de casca e um maior número de indivíduos. Porém, a retirada desses indivíduos se não for bem planejada, mantendo a floresta balanceada, pode provocar um impacto negativo na floresta remanescente por desbalancear o número de indivíduos entre as classes ao diminuir o ingresso dos indivíduos pequenos para as classes superiores.

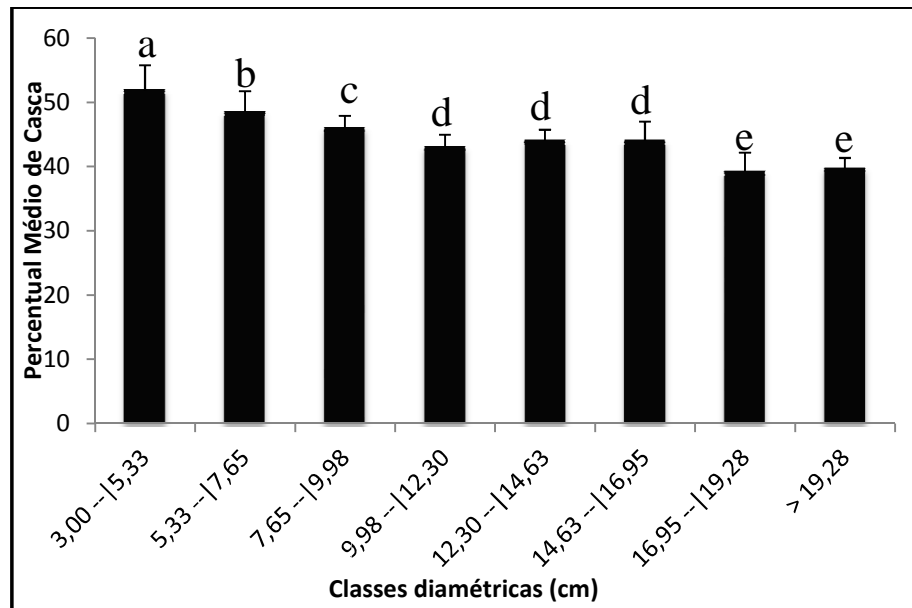


GRAFICO 11 - Resultado do teste de médias para percentual de casca para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart. (Coville)), Botumirim, MG
Nota: As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade
Fonte: Da autora.

4 CONCLUSÃO

Os melhores ajustes para volume total com casca, volume total sem casca e volume total de casca para modelos de simples e dupla entrada foram obtidos a partir dos modelos de Husch e Spurr na sua forma logaritmizada respectivamente. Já para as estimativas de altura, o modelo selecionado foi o de Stofel.

Há maior proporção de casca nas árvores de menor diâmetro e esta diminui com o aumento do diâmetro.

CAPÍTULO 4 - ESTIMATIVAS DE PESO SECO PARA A *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville

RESUMO

O barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) é uma espécie de grande importância tanto para comunidades rurais quanto para a indústria farmacêutica, por possuir tanino em suas cascas. A parte coletada, as cascas, é muitas das vezes feita de forma desordenada, sem critério de escolha dos indivíduos, o que pode levar a espécie à extinção. Estimar peso seco é necessário, pois através dessa variável é possível avaliar o potencial produtivo da espécie. Foram retirados discos das árvores em cinco diferentes posições (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) da altura do fuste comercial, essas amostras foram seccionadas e levadas ao laboratório do Instituto de Ciências Agrárias. Foi utilizado $\frac{1}{4}$ do disco para proceder às análises, as amostras foram colocadas para saturar, até atingirem peso constante e posteriormente levadas à estufa à temperatura de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Os resultados encontrados no presente estudo foram que os modelos selecionados foram de Brenac, para modelos de simples entrada e Spurr na sua forma logaritmizada para peso seco de casca para modelos de dupla entrada e os modelos de Husch e Spurr log para peso seco de madeira de simples e dupla entrada respectivamente, as classes diamétricas 7 e 8 apresentaram maior peso seco de casca, a classe diamétrica 7 apresentou maior peso seco de madeira.

Palavras-chave: Classes diamétricas. Estimativas de peso seco. Potencial produtivo.

CHAPTER 4 - DRY WEIGHT ESTIMATES FOR *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville

ABSTRACT

Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) is a species of great importance both for rural communities and for the pharmaceutical industry, for possessing tannin in their bark. The barks, part collected, is the part is made of a disorderly manner without selection criterion of individuals, which can lead the species to extinction. Estimating dry weight is necessary, because through this variable is possible to evaluate the productive potential of the species. Were removed discs from the trees at five different positions (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) of the height of the commercial fuste, these samples were sectioned and taken to the laboratory of the Institute of Sciences agricultural. It was used $\frac{1}{4}$ of the disc to carry out the analyzes, the samples were placed to saturate until they reached a constant weight and subsequently taken to the greenhouse at a temperature of 103 ± 2 °C. The results found in the present study were that selected models were of Brenac for models with simple entry and Spurr in its logarithm form to dry weight of bark to models for double entry and models of Husch and Spurr log to dry weight of wood of simple and double entry respectively, the diametric classes 7 and 8 presented higher dry weight of bark, the diametric class 7 presented higher dry weight of wood.

Keywords: Diametric classes. Estimates of dry weight. Productive potential.

1 INTRODUÇÃO

Estudos de estimativas de peso seco em florestas sujeitas ao manejo florestal ou para planejamento de ações são de fundamental importância, sendo que essa variável representa a unidade de medida da produção e produtividade florestal (FINKE HERRERA, 1989).

O barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) é uma espécie de grande importância tanto para comunidades rurais quanto para a indústria farmacêutica como produto florestal não madeireiro, a parte da planta coletada são as cascas por possuir uma quantidade de tanino. Contudo a extração intensiva da casca do barbatimão é prejudicial, pois danifica a estrutura da planta e pode levar a sua morte, interferindo negativamente na estrutura populacional e provocando um declínio populacional em longo prazo (BORGES FILHO; FELFILI, 2003; FELFILI; BORGES FILHO, 2004).

Estudos feitos por Afonso e Ângelo (2009) mostram que as cascas de barbatimão apresentaram uma redução drástica na produção, sendo que o barbatimão aponta valores não expressivos no mercado brasileiro nos últimos 10 anos.

O uso de estimativas de peso seco para o barbatimão se faz necessário, pois por meio dessa variável é possível avaliar o potencial produtivo da espécie. Poucos são os estudos de estimativas para espécies nativas do cerrado, principalmente quanto aos produtos florestais não madeireiros. Encontra-se na literatura experiências como as de Thompson (2009) ajustando modelos para o carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*) na Reserva Ecológica e Experimental da Universidade de Brasília, Rufini (2008) para espécies do cerrado na bacia do rio São Francisco e Rio Grande/ Alto Parnaíba, Camolesi (2007) para a candeia (*Eremanthus erythopappus*) em três municípios de Minas Gerais e Scolforo (2004), para a candeia no município de Aiuruoca.

O objetivo deste capítulo foi avaliar as estimativas de peso seco de casca e de madeira do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) no município de Botumirim norte de Minas Gerais. Especificamente buscou-se

ajustar equações para estimar o peso seco das cascas e da madeira do barbatimão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a determinação do peso seco (ver capítulo 1 - 3.4). O peso seco é expresso pelo produto entre a densidade básica e seu volume saturado.

$$P_s = D_{bas} * V_{sat}$$

Onde: P_s = peso seco em g;

D_{bas} = densidade básica em $g.cm^{-3}$;

V_{sat} = volume saturado em cm^3

A determinação do peso seco da árvore foi obtida multiplicando-se o volume real da árvore, obtido por meio da cubagem rigorosa, por sua densidade básica média.

Para as estimativas de peso seco, foram selecionados seis modelos de simples entrada e dez modelos de dupla entrada amplamente utilizados na literatura florestal para estimar volume, sendo a variável dependente dos modelos substituída pelo peso seco, como mostram as TAB. 1 e 2. E para selecionar os modelos, foram considerados como critérios: o coeficiente de determinação ajustado ($R^2aj\%$), o erro padrão da estimativa em porcentagem ($Syx\%$) e a análise gráfica dos resíduos.

TABELA 1

Modelos de simples entrada para estimar peso seco para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Autor	Modelo
Kopezky-Gehrhardt	$P_s = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \varepsilon$
Dissescu-Meyer	$P_s = \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \varepsilon$
Hohenadl-Krenm	$P_s = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \varepsilon$
Berkhout	$P_s = \beta_0 dap^2 + \varepsilon$
Husch	$LnP_s = \beta_0 + \beta_1 Lndap + \varepsilon$
Brenac	$LnP_s = \beta_0 + \beta_1 Lndap + \frac{1}{dap} + \varepsilon$

Nota: P_s = peso seco; Dap = diâmetro a altura do peito; ht = altura total; β'_s = parâmetros a serem estimados; Ln = logaritmo neperiano; ε = erro de estimativa
Fonte: SCOLFORO, 2005.

TABELA 2

Modelos de dupla entrada para estimar peso seco para o barbatimão
(*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Autor	Modelo
Schumacher-Hall(log)	$LnP_s = \beta_0 + \beta_1 Ln dap + \beta_2 Ln ht + \varepsilon$
Spurr	$P_s = \beta_0 + \beta_1 dap^2 ht + \varepsilon$
Schumacher-Hall	$P_s = \beta_0 + dap^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$
Honner	$P_s = \frac{dap^2}{\beta_0 + \beta_1 \frac{1}{ht}} + \varepsilon$
Ogaya	$P_s = dap^2(\beta_0 + \beta_1 ht) + \varepsilon$
Stoate	$P_s = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 ht + \beta_3 ht + \varepsilon$
Naslund	$P_s = \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 ht + \beta_3 dap ht^2 + \beta_4 ht^2 + \varepsilon$
Takata	$P_s = \frac{dap^2 ht}{\beta_0 + \beta_1 dap} + \varepsilon$
Spurr(log)	$LnP_s = \beta_0 + \beta_1 Ln(dap^2) + \varepsilon$
Meyer	$P_s = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \beta_3 dap ht + \beta_4 dap^2 ht + \beta_5 ht + \varepsilon$

Nota: P_s = peso seco; Dap = diâmetro a altura do peito; ht = altura total; β'_s = parâmetros a serem estimados; Ln = logaritmo neperiano; ε = erro de estimativa
Fonte: SCOLFORO, 2005.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As TAB. 3 e 4 mostram a síntese dos dados obtidos para peso seco ao longo do fuste, com seus respectivos valores máximos, mínimos, médios e o desvio padrão.

TABELA 3

Síntese dos dados de peso seco (g) de casca ao longo do fuste para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

(Continua)

		Classes diamétricas (cm)								
		3,00 -- 5,33	5,33 -- 7,65	7,65 -- 9,98	9,98 -- 12,30	12,30 -- 14,63	14,63 -- 16,95	16,95 -- 19,28	> 19,28	
Posição casca	0%	Max	17,01	32,91	33,76	19,38	31,15	26,78	43,12	35,79
		Min	4,78	8,84	6,53	5,38	7,04	9,39	16,60	17,27
		Méd	10,76	20,48	17,99	11,39	13,77	18,01	24,51	25,26
		Sd	3,28	8,05	8,70	4,95	6,83	5,34	8,16	5,82
	25%	Max	21,85	26,70	38,45	20,01	35,23	31,48	27,14	23,08
		Min	3,77	8,43	4,37	4,81	5,85	5,11	9,73	7,51
		Méd	7,97	14,69	16,85	10,15	15,18	12,98	15,41	15,95
		Sd	4,24	6,81	9,35	4,35	10,18	6,31	5,14	4,89
	50%	Max	20,90	21,18	30,81	23,92	22,54	26,34	42,31	28,35
		Min	2,85	3,31	7,35	5,61	5,00	5,32	4,21	7,78
		Méd	6,41	8,64	15,75	15,43	16,30	14,66	19,79	15,50
		Sd	4,58	4,88	7,45	7,29	5,60	8,15	13,80	7,88
	75%	Max	11,09	9,35	10,68	13,89	23,02	19,31	24,00	20,27
		Min	1,18	2,02	3,77	3,30	4,63	3,89	6,68	5,88
		Méd	3,75	4,84	6,91	8,00	9,55	10,67	14,74	12,69
		Sd	2,45	2,06	2,12	3,25	5,53	4,41	5,09	5,26

(Conclusão)

		Classes diamétricas (cm)								
		3,00 -- 5,33	5,33 -- 7,65	7,65 -- 9,98	9,98 -- 12,30	12,30 -- 14,63	14,63 -- 16,95	16,95 -- 19,28	> 19,28	
Posição casca	100%	Max	2,42	3,01	4,80	5,30	8,15	4,80	5,49	3,70
		Min	0,82	0,94	0,90	1,30	1,29	1,02	2,05	1,76
		Méd	1,52	1,91	2,13	2,21	2,84	2,48	3,42	2,61
		Sd	0,45	0,79	0,97	1,28	1,94	1,12	1,33	0,64

Nota: Máx: valores máximos; Mín: valores mínimos; Méd: valores médios; Sd: desvio padrão

Fonte: Da autora.

TABELA 4
 Síntese dos dados de peso seco (g) de madeira ao longo do fuste para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

(Continua)

		Classes								
		3,00 -- 5,33	5,33 -- 7,65	7,65 -- 9,98	9,98 -- 12,30	12,30 -- 14,63	14,63 -- 16,95	16,95 -- 19,28	> 19,28	
Posição	0%	Max	26,82	50,72	93,73	73,35	48,87	69,67	126,18	85,49
		Min	5,47	10,95	13,72	9,77	14,02	24,79	34,23	41,35
		Méd	13,84	32,16	33,03	26,69	25,61	44,55	64,46	65,13
		Sd	6,61	14,03	20,85	18,30	10,07	15,52	24,46	14,35
	25%	Max	14,65	40,35	52,13	30,59	53,24	44,36	85,27	49,90
		Min	2,75	8,85	8,77	7,82	9,37	9,48	19,45	15,27
		Méd	7,93	21,24	22,60	18,62	24,38	24,26	40,53	34,07
		Sd	3,52	11,79	11,98	7,94	17,08	11,13	17,54	12,53
	50%	Max	15,74	22,42	23,98	42,16	22,89	54,39	80,19	54,61
		Min	1,87	2,84	7,14	5,14	6,37	5,64	9,33	9,03
		Méd	5,34	9,55	14,47	21,37	16,50	21,45	33,53	28,03
		Sd	4,11	6,00	5,98	13,20	4,55	13,96	23,42	16,55
75%	Max	8,49	10,58	6,71	14,81	17,40	34,85	30,02	18,29	
	Min	0,68	0,97	1,51	2,07	3,81	2,98	5,56	5,20	
	Méd	2,55	4,13	4,01	7,31	6,94	10,55	16,58	11,33	
	Sd	1,90	2,68	1,66	3,99	4,22	7,72	6,73	4,45	

(Conclusão)

		Classes								
		3,00 -- 5,33	5,33 -- 7,65	7,65 -- 9,98	9,98 -- 12,30	12,30 -- 14,63	14,63 -- 16,95	16,95 -- 19,28	> 19,28	
Posição		Max	1,26	2,29	2,01	2,51	3,79	12,90	3,23	2,29
	100%	Min	0,26	0,38	0,34	0,49	0,58	0,38	0,93	0,71
		Méd	0,68	0,95	0,85	1,12	1,11	2,10	1,81	1,37
		Sd	0,32	0,53	0,41	0,64	0,93	3,36	0,72	0,48

Nota: Máx: valores máximos; Mín: valores mínimos; Méd: valores médios; Sd: desvio padrão

Fonte: Da autora.

3.1 Ajustes de equações para peso seco

3.1.1 Peso seco de casca

Nos modelos de simples entrada para peso seco de casca, o modelo de Dissescu-Meyer, apresentou um menor erro padrão residual (Syx) quando comparado ao de Husch e Brenac, sendo esses de 26,55%, 27,53% e 26,81% respectivamente, como mostra a TAB. 5, porém, pela análise de dispersão de resíduos (GRAF. 1), foi selecionado o modelo de Brenac, por possuir uma dispersão mais homogênea ao longo do eixo horizontal. Os demais modelos apresentaram tendenciosidade em subestimar ou superestimar os valores de peso seco nas menores classes diamétricas.

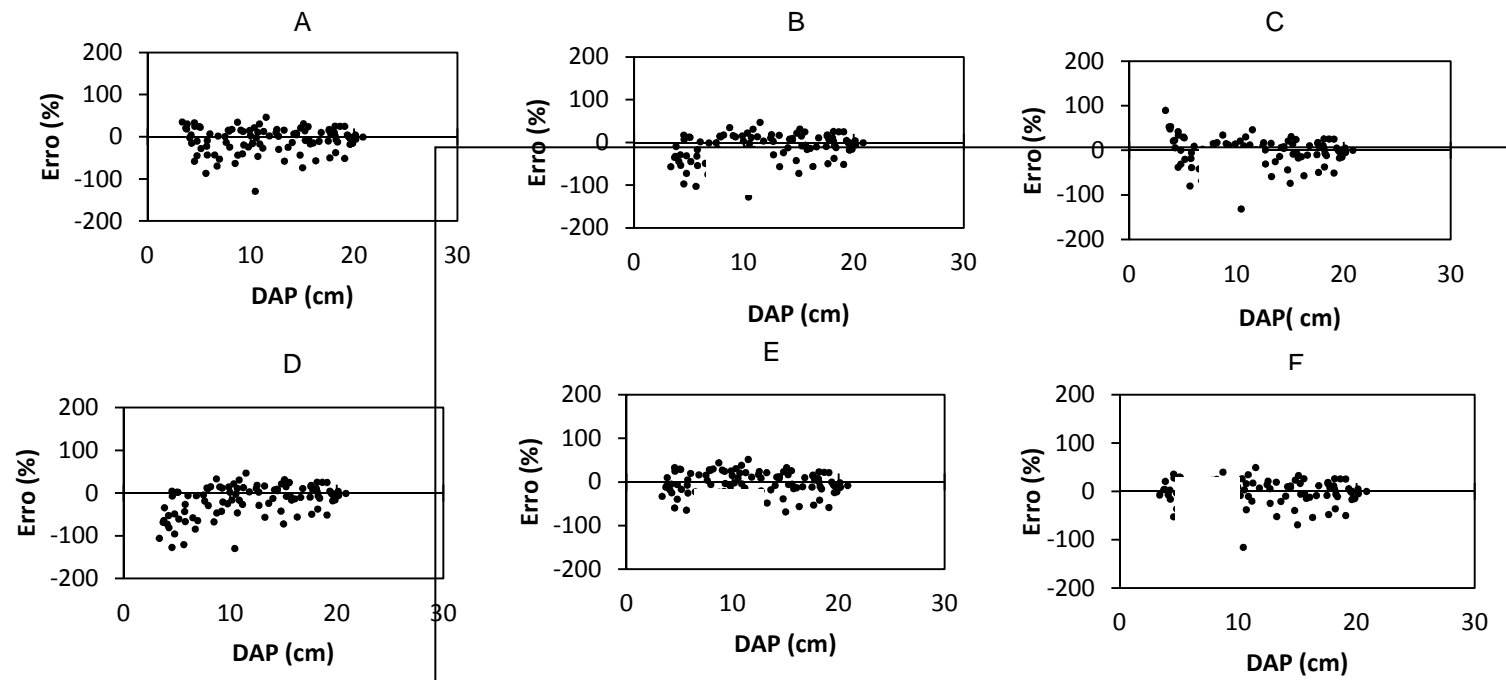


GRÁFICO 1 - Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Kopersky- Gehradt; (B) Dissescu- Meyer, (C) Hohenadl- Krenm; (D) Berkhout; (E) Husch; (F) Brenac
 Fonte: Da autora.

TABELA 5

Equações ajustadas para peso seco de casca para modelos de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelos	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$
Kopezky- Gehrhardt	-0,52506	0,06376	-	-	-	-	89,98	26,51
Dissescu- Meyer	-	-0,08848	0,06705	-	-	-	95,84	26,55
Hohenadl - Krenm	-0,88999	0,07221	0,06083	-	-	-	89,89	26,64
Berkhout	0,04773	2,09075	-	-	-	-	89,92	26,6
Husch	-3,81142	2,36762	-	-	-	-	95,44	27,53
Brenac	-2,2476	1,88979	-4,01848	-	-	-	95,61	26,81

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação

Fonte: Da autora.

Já nos modelos de dupla entrada para peso seco, os modelos de Schumacher - Hall, Honner, Stoate e Meyer apresentaram erro padrão residual mais baixo, como mostra a TAB. 6; porém, os mesmos apresentaram coeficientes de determinação ajustado baixos (R^2 aj). No entanto, o modelo selecionado foi o de Spurr log, por apresentar uma dispersão gráfica de resíduos mais homogênea ao longo do eixo horizontal (GRAF. 2 e 3).

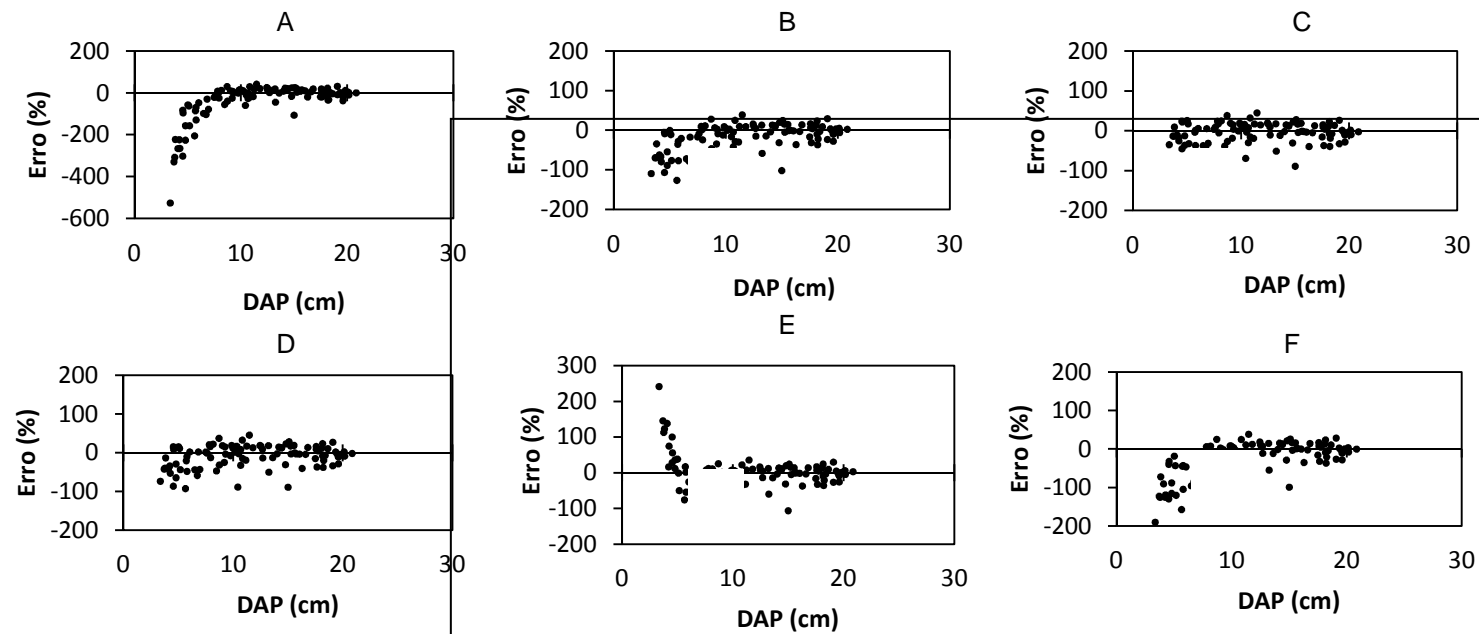


GRÁFICO 2 - Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG.: (A) Spurr, (B) Shumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoate, (F) Naslund
 Fonte: Da autora.

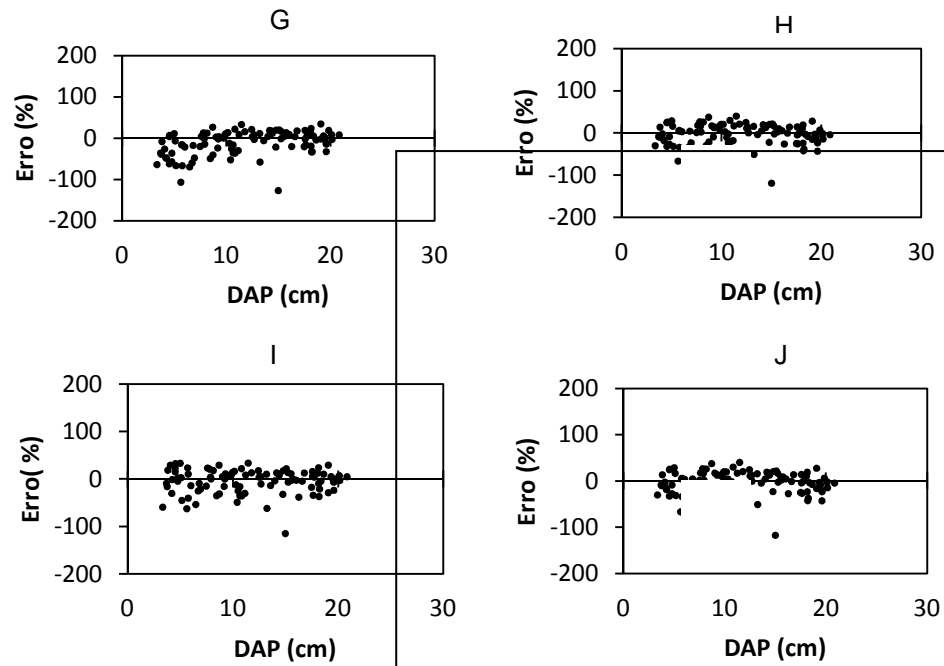


GRÁFICO 3 - Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de casca de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (G) Takata, (H) Spurr log, (I) Meyer, (J) Schumacher-Hall log
 Fonte: Da autora.

TABELA 6
Equações ajustadas para peso seco de casca para modelos de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelos	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	R^{2aj}%	Syx%
Spurr	1,60381	0,00963	-	-	-	-	89,93	26,58
Schumacher e Hall	0,05361	1,71460	0,55154	-	-	-	91,99	23,71
Honner	9,65583	36,23035	-	-	-	-	91,73	24,08
Ogaya	0,03634	0,00446	-	-	-	-	91,52	24,39
Takata	33,26355	3,45219	-	-	-	-	90,76	25,46
Stoate	-2,82322	0,03829	0,00239	1,01882	-	-	92,00	23,69
Naslund	-	0,02091	0,00860	-0,01385	0,16301	-	96,59	24,05
Spurr (Log)	-3,71841	0,8962	-	-	-	-	96,67	26,45
Meyer	2,24912	-1,13527	0,08691	0,26512	-0,00855	-0,24638	91,98	23,73
Schumacher e Hall (Log)	-3,7238	1,81184	0,86743	-	-	-	96,64	96,64

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação

Fonte: Da autora.

3.1.2 Peso seco de madeira

Para os modelos de simples entrada para peso seco de madeira, o erro padrão residual variou entre 46,87% e 47,71%, como pode ser observado na TAB. 6. Todos os modelos, exceto Husch e Brenac apresentaram tendenciosidade, ou em subestimar ou superestimar os valores nas menores classes como pode ser observado no GRAF. 4. Os modelos de Husch e Brenac quanto à dispersão gráfica dos resíduos apresentaram-se muito semelhantes, sendo então selecionado o modelo de Husch por possuir um menor erro padrão residual que o de Brenac, sendo eles 47,39% e 47,71% respectivamente.

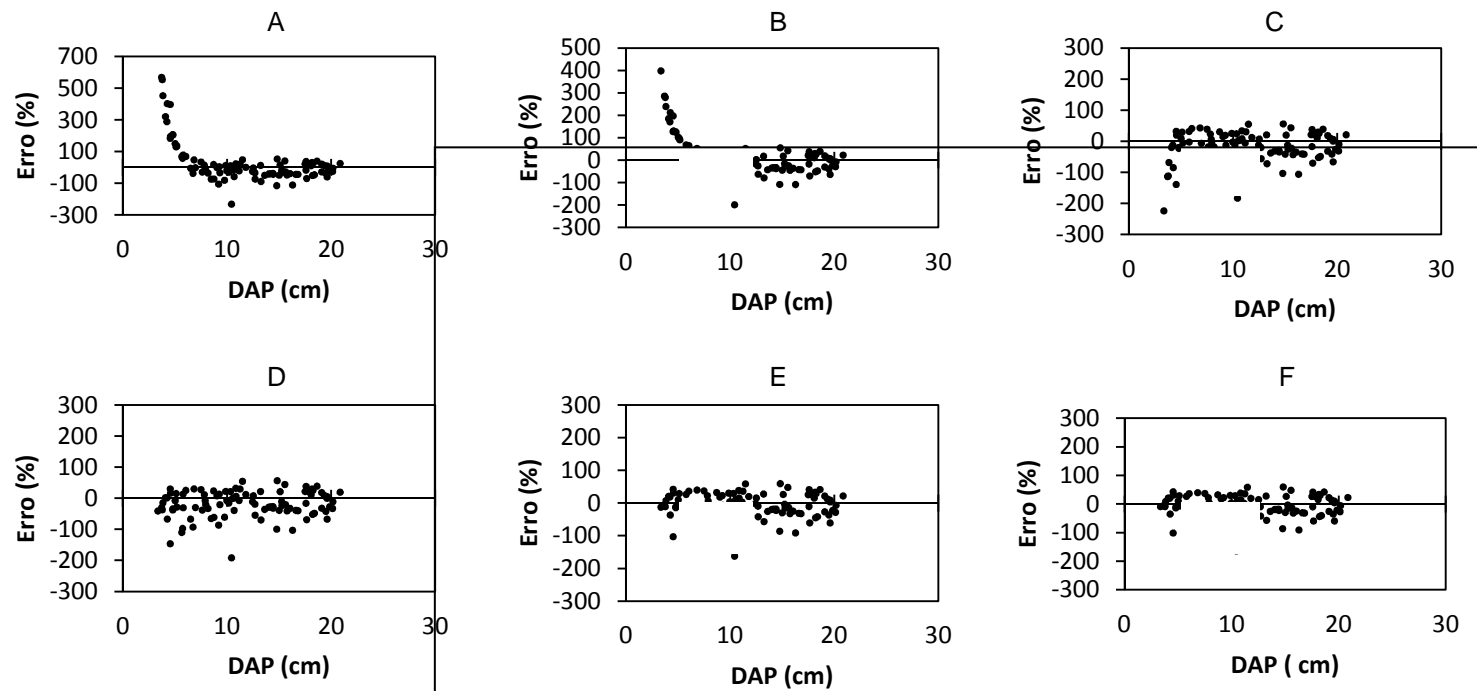


GRAFICO 4 - Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de madeira de simples entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Kopersky- Gehardt; (B) Dissescu- Meyer, (C) Hohenadl- Krenm; (D) Berkhout; (E) Husch; (F) Brenac
 Fonte: Da autora.

TABELA 7

Equações ajustadas de simples entrada para peso seco de madeira para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelos	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$
Kopezky – Gehrhardt	-3,5253	0,11901	-	-	-	-	78,79	47,60
Dissescu – Meyer	-	-0,76293	0,15124	-	-	-	89,25	47,04
Hohenadl – Krenm	3,77619	-1,44473	0,17766	-	-	-	79,24	47,10
Berkhout	0,016567	2,65003	-	-	-	-	79,44	46,87
Husch	-4,45457	2,75579	-	-	-	-	94,03	47,39
Brenac	-4,25638	2,69523	-0,50928	-	-	-	93,97	47,71

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação

Fonte: Da autora.

Os modelos de dupla entrada para peso seco da madeira tiveram um erro padrão residual variando entre 38,14% e 38,71% como mostra a TAB. 7. Para a escolha do melhor modelo de dupla entrada para peso seco da madeira, foi selecionado o modelo de Spurr log, por não apresentar tendenciosidade ao longo do eixo e possuir um erro padrão residual de 38,58%, sendo esse de valor menor quando comparado ao de Schumacher-Hall log como pode ser observado nos GRAF. 5 e 6.

Rufini (2008), ajustando equações para peso seco, selecionou os modelos de Schumacher-Hall log para espécies do cerrado, Camolesi (2007) selecionou o modelo de Spurr log para peso seco da candeia nos municípios de Delfim Moreira, Aiuruoca e Ouro Preto, Scolforo (2004) selecionou o modelo de Schumacher- Hall log para peso seco da candeia em Aiuruoca, Minas Gerais e Thompson (2009) selecionou os modelos de Schumacher e Hall e Meyer para o carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*).

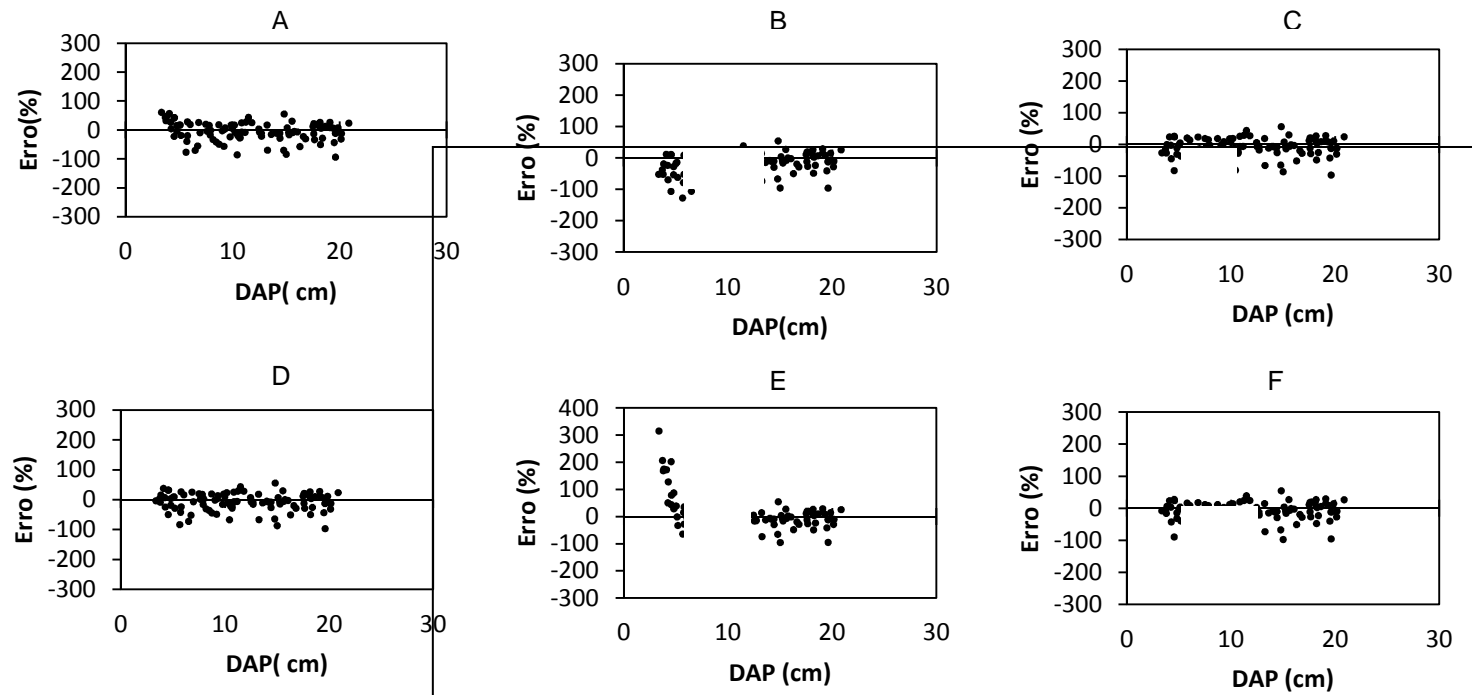


GRAFICO 5 - Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de madeira de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: (A) Spurr, (B) Shumacher-Hall, (C) Honner, (D) Ogaya, (E) Stoaite, (F) Naslund
 Fonte: Da autora.

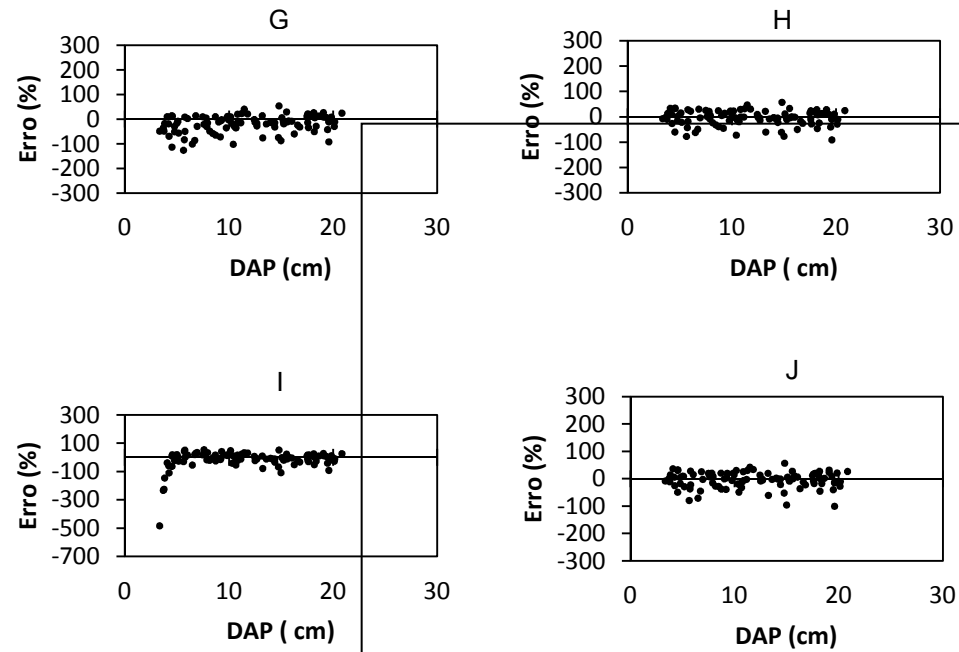


GRAFICO 6 - Dispersão dos resíduos percentuais para peso seco de madeira de dupla entrada para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG: G) Takata, (H) Spurr log, (I) Meyer, (J) Schumacher - Hall log
 Fonte: Da autora.

TABELA 8
Equações ajustadas de dupla entrada para peso seco de madeira para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Botumirim, MG

Modelos	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	$R^2_{aj}\%$	$S_{yx}\%$
Spurr	-0,28751	0,018806	-	-	-	-	86,29	38,27
Schumacher e Hall	0,022997	1,796374	1,208256	-	-	-	86,36	38,17
Honner	-1,08863	60,39365	-	-	-	-	86,37	38,16
Ogaya	-0,01295	0,020818	-	-	-	-	86,38	38,14
Takata	48,8693	0,2678	-	-	-	-	86,3	38,25
Stoate	-2,80815	-0,0108	0,01875	1,005248	-	-	86,26	38,32
Naslund	-	0,010019	0,011017	0,021953	-0,08327	-	92,87	38,31
Spurr (Log)	-4,37994	1,048615	-	-	-	-	96,27	38,58
Meyer	10,47484	-3,02797	0,119904	0,690491	-0,01008	-2,20435	86,22	38,37
Schumacher–Hall (log)	-4,31142	1,848154	1,416603	-	-	-	96,39	38,71

Nota: Destaque em negrito para a melhor equação
Fonte: Da autora.

4 CONCLUSÃO

O modelo selecionado para peso seco de casca de simples foi o de Brenac, e o modelo de dupla entrada foi o de Spurr na sua forma logaritmizada.

O modelo de Husch foi o modelo de simples entrada selecionado para peso seco de madeira e o modelo de Spurr na sua forma logaritmizada o modelo de dupla entrada.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, S. R.; ANGELO, H. Mercado de produtos florestais não madeireiros do cerrado brasileiro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 315-326, jul. 2009.
- ALMEIDA, S. P.; SANO, S. M.; PROENÇA, C. E. B.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa, 1998.
- ARAÚJO, E. J. G.; PELISSARI, A. L.; DAVID, H. C.; SCOLFORO, J. R. S.; NETTO, S. P.; MORAIS, V. A. Relação hipsométrica para candeia (*Eremanthus erythropappus*) com diferentes espaçamentos de plantio em Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 257-268, jul. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: Projeto de Estrutura de Madeiras**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006.
- BATISTA, D. J.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade Básica e Retratibilidade da Madeira de Clones de Três Espécies de *Eucalyptus* **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, out. 2010.
- BORGES FILHO, H. C.; FELFILI, J. M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) no Distrito Federal, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, set./out. 2003.
- BOWYER, J. L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J. G. **Forest products and wood science: an Introduction**. New York: Blackwell Publishing, 2003.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.
- CABACINHA, C. D. **Um Método para a Realização do Inventário Florestal suprimindo a cubagem rigorosa**. 2003. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- CAMOLESI, J. F. **Volumetria e teor de alfa bisabolol para a candeia *Eremanthus erythropappus***. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. Viçosa: UFV, 2002.

ENDERS, B. A.; GORCHOV, D. L.; BERRY, E. J. Sustainability of a non-timber forest product; effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm *Chamaedorea radicalis*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 234, p.181-191, Oct. 2006.

FELFILI, J. M.; JUNIOR, M. C. S.; DIAS, B. J.; RESENDE, A. V. Estudo fenológico do *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 83-90, abr.1999.

FELFILI, J. M.; BORGES FILHO, H. C. **Extrativismo racional da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart Coville)**. Brasília: UnB, 2004.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília, DF: Departamento de Engenharia Florestal, 2003.

FINKE HERRERA, M. E. **Densidade básica e equações de peso de madeira seca de povoamentos de eucaliptos de acordo com a idade, local, espécie e método de regeneração**. 1989. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

GOMES, A. M. A. **Medição de arboredos**. Lisboa: Livraria Sá da Costa, 1957.

GONÇALEZ, J. C. Características Tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 329-341, jul./set. 2006.

GOULART, S. L.; MORI, F. A.; RIBEIRO, A. O.; COUTO, A. M.; ARANTES, M. D. C.; MENDES, L. M. Análises químicas e densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de barbatimão [(*Stryphnodendron adstringens*) Coville] de bioma Cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 59-66, jan./mar. 2012.

KIRBY, K. R.; POTRIN, C. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small- scale carbon sink project. **Forest Ecology and Management**, [S.l.], n. 246, p. 208-221, mar. 2007.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A Conservação do Cerrado Brasileiro. **Megadiversidade**, [S.l.], v. 1, n. 1, jul. 2005.

LOPES, G. A.; GARCIA, J. N. Densidade Básica e Umidade Natural da madeira de *Eucalyptus saligna* Smith, de Itatinga, associadas aos padrões de casca apresentados pela população. **IPEF**, n. 62, p.13-23, dez. 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, 2000.

MACHADO, S. A.; SILVA, L. C. R.; URBANO, E.; FIGURA, M. A.; TÉO, S. O.; STOLLE, L. Dinâmica da distribuição diamétrica de bracatingais na região metropolitana de Curitiba. **Revista Árvore**, [S.l.], v. 30, n. 5, p. 759-768, set./out. 2006.

MACHADO, F. S. **Manejo de Produtos Florestais Não Madeireiros**: um manual com sugestões para o manejo participativo em comunidades da Amazônia. Rio Branco: Pesacre, 2008.

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 160-171, mar. 2000.

MEIRA, M. R. **Viabilidade técnica e econômica de planos de manejo sustentável para o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart. Coville) no norte de Minas Gerais**. 2012. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2012.

MELLO, J. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S. Comparação entre procedimentos de amostragem para avaliação estrutural de um remanescente de floresta estacional semi decidual montana. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, 1996.

MITTERMEIER, R. A.; ROBLES, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. B. **Hotspots Revisited**: earth's biologically richest and most endangered ecoregions. México: Conservation International, 2005.

OLIVEIRA, G. M. V.; MELLO, J. M.; TRUJILHO, P. F.; SCOLFORO, J. R. S.; ALTOÉ, T. F.; NETO, A. J. S.; OLIVEIRA, A. D. Efeito do ambiente sobre a densidade da madeira em diferentes fitofisionomias do estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 2, p. 345-352, abr./ jun. 2012.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Text book of wood Technology**. New York: Mc Graw- Hill, 1970.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. New York: McGraw Hill, 1980.

PEREZ, J. F. M.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; BORGES, L. F. R.; CAMOLESI, J. F. Sistema de manejo para a candeia-

Eremanthus erythropappus (DC.) Macleish—a opção do sistema de corte seletivo, **Cerne**, Lavras, v. 10, n 2; p. 257-273, jul./dez. 2004.

REZENDE, A. V.; VALE, A. T.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FELFILI, J. M. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF. **Scientia Florestalis**, [S.l.], n. 71, p. 65-76, Aug. 2006.

RUFINI, A. L. **Volumetria, peso de matéria seca, teor de tanino e cortiça para o cerrado *sensu stricto* em Minas Gerais**. 2008. 264 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

RUFINI, A. L.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M. Equações volumétricas para o Cerrado *sensu stricto*, em Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2010.

SANTOS, A. J.; HILDEBRAND, E.; PACHECO, C. H. PIRES, P. T. L.; ROCHADELLI, R. Produtos Não Madeireiros: Conceituação, Classificação, Valoração e Mercados. **Revista Floresta**, [S.l.], v. 33, n. 2, p. 215-224, 2003.

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Mensuração Florestal 2: medição de árvores e volumetria**. Lavras: ESAL, 1993.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; ALMEIDA LIMA, C. S. Obtenção de relações quantitativas para estimativa de volume do fuste em floresta estacional semidecídua montana. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p.123-134, 1994.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Comparação entre procedimentos de amostragem para avaliação estrutural de um remanescente de floresta estacional semidecidual montana. **Revista Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, 1996.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores**. Lavras: UFLA, 1998.

SCOLFORO, J. R. S. Estimativas de volume, peso seco, peso de óleo e moirões para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish). **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 87-102, jan./jun. 2004.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal**. Lavras: FAEPE, 2005.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; XAVIER, B. A.; CASTRO, V. R. Variação da retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em função da idade e da posição radial no tronco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 803-810, set./out. 2006.

SISVAR. Versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 2000.

SOARES, C. P.; B.; PAULA NETO, F.; SOUSA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SOUZA, C. D.; FELFILI, J. M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 135-142, 2006.

THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 319-327, out./dez. 2006.

THOMPSON, R. M. **Estimativas volumétricas, biomassa e carbono para o carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *subvelutinum* Benth.** 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

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, dez. 1999.

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

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

VALE, A. T.; PIMENTEL, J. W.; MENEZZI, C. H. S. D.; DANTAS, V. F. S. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de sucupira branca [*Pterodon pubescens* (Benth.) Benth.]. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, São Paulo, v. 18, n.1, ago. 2011.

ANEXO A - ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Experimento 1

Arquivo analisado:

C:\Documents and Settings \ Administrador \ Desktop \ Mestrado \ Aldenir \
DadosDB3.dbf

(Continua)

Variável analisada: Densidade Básica
Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POSIÇÃO	4	0.103288	0.025822	27.806	0.0000
CLASSE	1	0.017111	0.017111	18.426	0.0001
erro	74	0.068720	0.000929		
Total corrigido	79	0.189119			
CV (%) =	7.38				
Média geral:	0.4131250	Número de observações:	80		

Teste Scott-Knott (1974) para a FV Localização
-----NMS: 0.05
-----Média harmônica do número de repetições (r): 40
Erro padrão: 0.00481832089178546

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Casca	0.398500	a1
Madeira	0.427750	a2

Experimento 2

Arquivo analisado:

C:\Documents and Settings \ Administrador \ Desktop \ Mestrado \ Aldenir \
DadosDB.dbf

(Continua)

Variável analisada: Densidade Básica da CascaOpção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POSIÇÃO	7	0.010470	0.001496	11.781	0.0000
CLASSE	4	0.037085	0.009271	73.023	0.0000
erro	28	0.003555	0.000127		
Total corrigido	39	0.051110			
CV (%) =	2.83				
Média geral:	0.3985000		Número de observações:	40	

Regressão para FV Posição-----
Média harmônica do número de repetições (r): 8
Erro padrão de cada média dessa FV: 0.00398378409483819-----
b1 : X
b2 : X^2
b3 : X^3-----
Modelos reduzidos seqüenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.439500	0.00308583	142.425	0.0000
b1	-0.000820	0.00005039	-16.273	0.0000

R^2= 90.66%

(Continua)

Valores da variável Independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.451250	0.439500
25.000000	0.402500	0.419000
50.000000	0.397500	0.398500
75.000000	0.382500	0.378000
100.000000	0.358750	0.357500

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.445214	0.00374923	118.748	0.0000
b1	-0.001277	0.00017765	-7.189	0.0000
b2	0.000005	0.00000170	2.683	0.0121

R²= 93.12%

Valores da variável Independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.451250	0.445214
25.000000	0.402500	0.416143
50.000000	0.397500	0.392786
75.000000	0.382500	0.375143
100.000000	0.358750	0.363214

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.450464	0.00395523	113.891	0.0000
b1	-0.002782	0.00040247	-6.913	0.0000
b2	0.000047	0.00001022	4.556	0.0001
b3	-0.000000	0.00000007	-4.167	0.0003

R²= 99.07%

(Continua)

Valores da variável Independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.451250	0.450464
25.000000	0.402500	0.405643
50.000000	0.397500	0.392786
75.000000	0.382500	0.385643
100.000000	0.358750	0.357964

Somadas dos quadrados seqüenciais – Tipo I (Type I)

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.033620	0.033620	264.799	0.000
b2	1	0.000914	0.000914	7.201	0.012
b3	1	0.002205	0.002205	17.367	0.000
Desvio	1	0.000346	0.000346	2.723	0.110
Erro	28	0.003555	0.000127		

Variável analisada: Densidade Básica da Madeira

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POSIÇÃO	7	0.034858	0.004980	9.155	0.0000
CLASSE	4	0.070810	0.017703	32.546	0.0000
erro	28	0.015230	0.000544		
Total corrigido	39	0.120898			
CV (%) =	5.45				
Média geral:	0.4277500	Número de observações:	40		

(Continua)

Regressão para FV Posição
-----Média harmônica do número de repetições (r): 8
Erro padrão de cada média dessa FV: 0.00824566985930018
-----b1 : X
b2 : X^2
b3 : X^3
-----Modelos reduzidos seqüenciais

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.486750	0.00638707	76.209	0.0000
b1	-0.001180	0.00010430	-11.313	0.0000

-----R^2= 98.32%

Valores da variável

Independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.487500	0.486750
25.000000	0.452500	0.457250
50.000000	0.428750	0.427750
75.000000	0.407500	0.398250
100.000000	0.362500	0.368750

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.482450	0.00776020	62.402	0.0000
b1	-0.000980	0.00036770	-2.665	0.0126
b2	0.000002	0.00000353	-0.567	0.5751

-----R^2= 98.57%

(Continua)

Valores da variável Independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.487500	0.484250
25.000000	0.452500	0.458500
50.000000	0.428750	0.430250
75.000000	0.407500	0.399500
100.000000	0.362500	0.366250

Parâmetro	Estimativa	SE	t para H0: Par=0	Pr> t
b0	0.487750	0.00818656	59.579	0.0000
b1	-0.001983	0.00083303	-2.381	0.0243
b2	0.000026	0.00002116	1.229	0.2293
b3	-0.000000	0.00000014	-1.342	0.1903

R²= 99.95%

Valores da variável Independente	Médias observadas	Médias estimadas
0.000000	0.487500	0.487750
25.000000	0.452500	0.451500
50.000000	0.428750	0.430250
75.000000	0.407500	0.406500
100.000000	0.362500	0.362750

Somadas dos quadrados seqüenciais – Tipo I (Type I)

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.069620	0.069620	127.995	0.000
b2	1	0.000175	0.000175	0.322	0.575
b3	1	0.000980	0.000980	1.802	0.190
Desvio	1	0.000035	0.000035	0.064	0.802
Erro	28	0.015230	0.000544		

Experimento 3

Arquivo analisado:

C:\Documents and Settings \ Administrador \ Desktop \ Mestrado \ Aldenir \
DadosDB.dbf

(Continua)

Variável analisada: Densidade Básica da CascaOpção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POS	4	0.037085	0.009271	73.023	0.0000
CLASSE	7	0.010470	0.001496	11.781	0.0000
erro	28	0.003555	0.000127		

Total corrigido 39 0.051110

CV (%) = 2.83

Média geral: 0.3985000 Número de observações: 40

Teste Scott-Knott (1974) para a FV CLASSE
-----NMS: 0.05

Média harmonica do número de repetições (r): 5

Erro padrão: 0.00503913257841636

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	0.372000	a1
2	0.386000	a2
7	0.388000	a2
8	0.392000	a2
4	0.402000	a3
6	0.410000	a3
5	0.412000	a3
3	0.426000	a4

(Conclusão)

 Variável analisada: Densidade Básica da Madeira

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

 TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
POS	4	0.070810	0.017703	32.546	0.0000
CLASSE	7	0.034858	0.004980	9.155	0.0000
erro	28	0.015230	0.000544		
Total corrigido		39	0.120898		
CV (%) =	5.45				
Média geral:	0.4277500	Número de observações:	40		

 Teste Scott-Knott (1974) para a FV CLASSE

NMS: 0.05

Média harmônica do número de repetições (r): 5

Erro padrão: 0.0104300390356755

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
3	0.390000	a1
1	0.392000	a1
5	0.412000	a1
2	0.412000	a1
4	0.436000	a2
8	0.442000	a2
6	0.462000	a3
7	0.476000	a3