

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

Influência de diferentes espaçamentos no valor total do estoque madeireiro de um povoamento de teca (*Tectona grandis* L.f.) aos 11 anos de idade, na região de Cáceres-MT.

Juliana Torres de Sousa

2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NO VALOR
TOTAL DO ESTOQUE MADEIREIRO DE UM POVOAMENTO DE
TECA (*Tectona grandis* L.f.) AOS 11 ANOS DE IDADE, NA REGIÃO
DE CÁCERES-MT.**

Juliana Torres de Sousa

Sob a orientação do Professor
Jorge Mitiyo Maêda

Dissertação submetida
como requisito parcial para
obtenção do grau de **Mestre em
Ciências**, no Programa de Pós-
Graduação em Ciências
Ambientais e Florestais, Área de
Concentração em Conservação
da Natureza.

Seropédica, RJ
Agosto de 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

Juliana Torres de Sousa

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM

**Jorge Mitiyo Maêda
Prof. Dr. UFRRJ**

**Eduardo F. C. Campello
Pesquisador/Dr. EMBRAPA AGROBIOLOGIA**

**Paulo Sérgio dos Santos Leles
Prof. Dr. UFRRJ**

**Tokitika Morokawa
Prof. Dr. UFRRJ**

DEDICATÓRIA

*Ao meu marido Hiram,
Aos meus Pais Luiz Carlos e Ana Maria,
Ao meu irmão Luciano,
E ao Professor Carlos Alberto Moraes Passos (in memoriam).*

Dedico.

AGRADECIMENTO

A Deus.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Ao Hiram, a pessoa que eu tenho uma grande admiração, meu grande amor, por estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida e no meio dessa trajetória ter se tornado meu marido.

Aos meus pais, Luiz Carlos e Ana Maria, meu irmão, Luciano, e minhas avós pelo amor, carinho e por estarem sempre presentes durante o Mestrado.

Ao Professor Hugo Barbosa Amorim, meu segundo pai, por estar sempre me dando apoio, conselho e pela eterna amizade.

Ao Professor Roberto Carlos Costa Lelis, por todo apoio e incentivo.

Ao Professor Jorge Mitiyo Maêda, pela orientação e por acreditar que sou capaz.

Aos Professores João Vicente e Alexandre Monteiro, pela companhia e todo apoio durante a viagem à Cáceres - MT

Ao Professor Carlos Alberto Moraes Passos, que partiu dessa vida, e que em vários momentos durante o mestrado me deu forças e grandes ensinamentos.

Ao Professor Reginaldo, do Instituto Federal do Mato Grosso (IFMT), *campus* Cáceres, por todo apoio oferecido.

Ao IFMT, *campus* Cáceres, por todo apoio que eu precisei durante o campo.

Aos Alunos do IFMT, *campus* Cáceres, pela ajuda na coleta de dados no campo, sem eles nada seria concretizado.

Aos amigos Maria Amélia, Alexandre Monteiro, Rachel Torres, Daniel Carvalho, Tatiana Gai, Vanessa Kunz, Julia Bochner, Michele Reich, Pedro Adnet, Vanessa Bloomfield pela amizade, incentivos, conselhos e pelo apoio nessa minha árdua trajetória durante o Mestrado.

A Dra. Márcia Caldeira, por estar me ensinando a me conhecer e por grandes conselhos.

A todos os amigos que de maneira direta ou indireta estiveram presentes na realização desse trabalho.

MUITO OBRIGADA!!!

RESUMO

SOUSA, Juliana Torres de. **Influência de diferentes espaçamentos no valor total do estoque madeireiro de um povoamento de teca (*Tectona grandis* L. f.) com 11 anos de idade, Cáceres-MT.** 2010. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ. 2010.

Este estudo apresenta resultados sobre a influência de diferentes espaçamentos sobre o valor do estoque madeireiro de *Tectona grandis* em povoamento com 11 anos de idade, implantado no Instituto Federal do Mato Grosso, campus Cáceres - MT. Foram avaliados oito espaçamentos diferentes dispostos em fileiras simples (3 x 2m, 4 x 2m, 5 x 2m e 6 x 2m) e quatro, fileiras duplas (3 x 2 x 2m, 4 x 2 x 2m, 5 x 2 x 2m e 6 x 2 x 2m), em três blocos. Cada bloco continha 4 parcelas de cada espaçamento, totalizando 32 parcelas, e uma área de 17.856 m², totalizando, para o experimento, uma área de 53.568 m². A densidade de plantio variou entre 833 a 2000 plantas por hectare. Foram mensuradas todas as árvores do experimento, sendo obtidos os valores referentes à: circunferência à altura do peito (CAP), altura total (Ht), altura comercial (Hc). Para determinação das equações de volume e função de forma, foram cubadas 405 árvores, nos diferentes tratamentos. As análises estatísticas do experimento foram realizadas com o emprego do programa SAEG 9, considerando como variáveis: Diâmetro médio (Dg), área basal (G), altura total, altura comercial, volume total por hectare e volume do sortimento por hectare. A sobrevivência média das árvores de teca foi de 93,40%. Os tratamentos (diferentes espaçamentos) avaliados no presente trabalho, não resultaram em diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade para as variáveis dendrométricas Ht e Hd. Somente, área basal por hectare e volume total por hectare, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos 6 (4 x 2 x 2m) e 4 (6 x 2). Como foco principal do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes espaçamentos sobre a produção de toras de teca para serraria e o valor total da receita obtida pela exploração integral do estoque existente, mostrou que o tratamento referente ao espaçamento 6 x 2m foi o que apresentou maiores valores, vindo a seguir, os espaçamentos 4x2m e 4x2x2m, que apresentaram receitas totais equivalentes a 90,7% e 79,9% da receita do tratamento 6x2m.

GENERAL ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Preços estimados para madeira de teca, em tora, originárias de dois povoamentos na microrregião do Baixo Rio Acre. (Fonte: FIGUEIREDO <i>et al.</i> , 2005).....	8
Tabela 2: Desempenho silvicultural da <i>Tectona grandis</i> L. f., em diferentes regiões tropicais. (FONTE: EMBRAPA, 2001).	10
Tabela 3: Área dos diferentes espaçamentos de um povoamento de Teca, aos 11 anos, em Cáceres – MT.	17
Tabela 4: Densidade do plantio de <i>Tectona grandis</i> L.f., em função do espaçamento, em 1998, na região de Cáceres – MT.	18
Tabela 5: Distribuição das árvores cubadas, em classes diferentes de diâmetro, em povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.....	20
Tabela 6: Modelos volumétricos utilizados no estudo.	22
Tabela 7: Percentuais de sobrevivência apresentados pelos diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, Cáceres - MT.	26
Tabela 8: Análise de Variância (ANOVA) para diâmetro médio, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.	27
Tabela 9: Frequência de árvores por classe diamétrica em diferentes tratamentos, Cáceres-MT.	29
Tabela 10: Médias das variáveis dendrométricas de interesse, em povoamento de Teca aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.	31
Tabela 11: Análise de Variância (ANOVA) para diâmetro médio, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.	32
Tabela 12: Teste de média (Tuckey) para D_g , em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.	32
Tabela 13: Análise de Variância (ANOVA) para Altura Total média, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.	34
Tabela 14: Frequências de árvores por classe de altura em diferentes tratamentos, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.	34
Tabela 15: Análise de Variância (ANOVA) para Área Basal. ha^{-1} , em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.	37
Tabela 16: Teste de média (Tuckey) para Área Basal. ha^{-1} , em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.	37
Tabela 17: Estatísticas relevantes para a determinação da equação volumétrica por tratamento, em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres - MT.	39
Tabela 18: Coeficientes e respectivas estatísticas obtidas na função de forma, em diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, em Cáceres – MT.	40
Tabela 19: Análise de Variância (ANOVA) para Volume. ha^{-1} , em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.	41
Tabela 20: Teste de média (Tuckey) para Volume. ha^{-1} , em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.	41
Tabela 21: Análise de Variância (ANOVA) para Volume. ha^{-1} para o sortimento de toras para serraria, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.	42
Tabela 22: Análise de Variância (ANOVA) para Volume. ha^{-1} para o sortimento de toras para serraria, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.	43
Tabela 23: Teste de média (Tuckey) para Volume. ha^{-1} toras para escoras, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.	43

Tabela 24: Tratamentos e seus respectivos sortimentos totais para serraria, em povoamento de Teca, na idade de 11 anos, Cáceres-MT.	44
Tabela 25: Tratamentos e seus respectivos sortimentos totais para escoras na idade de 11 anos, Cáceres-MT.	44
Tabela 26: Volume total e por categoria do sortimento, para os diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, aos 11 anos, em Cáceres - MT.	45
Tabela 27: Valor total e por categoria do sortimento, para os diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, aos 11 anos, em Cáceres - MT.	45

Índice de Figuras

Figura 1: Distribuição da ocorrência natural de teca (<i>Tectona grandis</i> L. f.). (FONTE: GRADUAL, <i>et al.</i> , 1999).	5
Figura 2: Distribuição de plantios de teca no Brasil. (FONTE: DRESCHER, 2004).	6
Figura 3: Esquema da distribuição das parcelas nos blocos do experimento de um plantio Teca, aos 11 anos, em Cáceres - MT.....	17
Figura 4:Relação entre a área vital (m ²) e a porcentagem de sobrevivência nos diferentes tratamentos em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.....	27
Figura 5: Relação entre a área vital e o número de árvores dominadas.	28
Figura 6:Distribuição dos diâmetros para os diferentes tratamentos, compostos por fileiras simples, em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.....	30
Figura 7: Distribuição dos diâmetros para os diferentes tratamentos, compostos por fileiras duplas, em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.....	31
Figura 8: Distribuição dos diâmetros médios nos diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.	33
Figura 9: Distribuição das alturas totais médias nos diferentes tratamentos em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.	35
Figura 10: Distribuição das médias de altura dominante em diferentes tratamentos em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL.....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 <i>Tectona grandis</i> L. f.	4
3.1.1 Classificação e Aspectos Botânicos.....	4
3.1.2 Distribuição natural	4
3.1.3 A madeira de teca e principais usos.....	6
3.1.4 Aspectos silviculturais	8
3.2 Espaçamento.....	10
3.3 Equações de volume	12
3.4 Funções de Forma.....	13
3.5 Sortimento Florestal	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Caracterização da Área de Estudo	16
4.2 Características do Experimento	16
4.3 Delineamento Estatístico	19
4.4 Coleta de Dados.....	19
4.4.1 Mensuração das parcelas	19
4.4.2 Árvores mensuradas para determinação das equações de volume e da função de forma.....	20
4.5 Processamento dos dados	21
4.5.1 Sobrevivência	21
4.5.2 Variáveis dendrométricas de interesse.....	21
4.5.3 Distribuição dos diâmetros	21
4.5.4 Determinação do volume das árvores abatidas.....	22
4.5.5 Equações volumétricas	22
4.5.6 Volume Total	24
4.5.7 Determinação da função de forma	24
4.5.8 Sortimento do estoque existente	25
4.5.9 Valoração do estoque.....	25
4.5.10 Análises Estatísticas.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Estado atual do experimento	26
5.1.1 Sobrevivência e árvores dominadas.....	26
5.1.2 Distribuição dos diâmetros do experimento	29
5.1.3 Variáveis dendrométricas de interesse.....	31

5.1.3.1	Diâmetro de área basal média (dg)	32
5.1.3.2	Altura total	33
5.1.3.3	Altura dominante.....	35
5.1.3.4	Área basal por hectare.....	36
5.2	Determinação de equação volumétrica.....	38
5.3	Determinação da função de forma.....	40
5.4	Volume Total.....	41
5.5	Sortimento do estoque existente	42
5.6	Valoração do estoque.....	44
5.7	Avaliação dos diferentes tratamentos no valor do estoque.....	45
6.	CONCLUSÕES	46
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	ANEXOS	55

1. INTRODUÇÃO

As florestas plantadas, começaram a ganhar expressão, no Brasil, a partir da segunda década do século XX, devido aos inúmeros fatores favoráveis à sua adoção, tais como: i) qualidade da madeira com padrões homogêneos requeridos em processos industriais; ii) produtividade significativamente maior do que as das florestas nativas; iii) proximidade dos centros consumidores e das redes de transporte e comunicação, otimizando a logística; iv) possibilidade de melhor controle dos ciclos de produção; v) redução de custos; vi) possibilidade de se estabelecerem em áreas selecionadas com atributos favoráveis de clima, solo e bom ambiente de negócios (GARLIPP & FOELKEL, 2009).

Apesar evolução da silvicultura, o desmatamento em nível global, continua sendo um dos principais problemas para o meio ambiente. Diante deste problema tem-se a necessidade de se otimizar as áreas de florestas plantadas para abastecer as indústrias de base florestal de evitando o desmatamento de mata nativa.

A cobertura florestal brasileira, associada às condições edafoclimáticas (solo e clima) para silvicultura, confere ao País grandes vantagens comparativas para atividade florestal. Esses fatores, aliados ao desenvolvimento tecnológico no plantio de florestas, transformam as vantagens naturais em competitividade real (JUVENAL & MATTOS, 2002).

Além das florestas plantadas de eucalipto e pinus, que formam o conjunto mais representativo da silvicultura brasileira, outros grupos de espécies comerciais plantadas também merecem destaque, em função de sua importância econômica e do crescimento na área plantada, observado nos últimos anos (ABRAF, 2010).

A teca possui uma longa história em plantações silviculturais, sendo uma das espécies mais estudadas, com ampla difusão geográfica, com presença na zona tropical da Ásia, na África Tropical, na América Latina e no Caribe (PANDEY; BROWN, 2000).

No Brasil existem diversos plantios, que variam em quantidade e idade. Porém o cultivo comercial da espécie tem se destacado especialmente no estado de Mato Grosso, a partir de sua introdução na década de 70 do século XX na região de Cáceres (MATRICARDI, 1988).

Estudos desenvolvidos por Higuchi (1979) citado por Ângelo (2009), Matricardi (1988), Silva (1994) e Macedo *et al.* (2005) mostram que a espécie é potencialmente apta para as regiões do Mato Grosso, e que a sua produtividade é bem superior à daquelas observadas em outras regiões de ocorrência natural ou de plantios.

A *Tectona grandis* L. F. é uma madeira nobre, de excelente qualidade, é valorizada pela beleza, resistência e durabilidade têm grande procura no mercado mundial, podendo alcançar preços até, três vezes superior, aos de mogno, sendo utilizadas na produção de móveis, esquadrias de alto padrão, embarcações e decoração (MACEDO *et al.* 1999).

Em âmbito mundial, a área plantada com teca excede a dois milhões de hectares (MACEDO *et al.* 1999). Na Ásia, o seu ciclo de rotação, varia de 60 a 100 anos (MACEDO *et al.* 1999). Em Mato Grosso, na região de Cáceres, esta espécie é cultivada com muito sucesso, obtendo-se uma redução do ciclo para apenas 25 a 30 anos, com obtenção de madeira para serraria de ótima qualidade (MACEDO *et al.* 1999).

Os fatores que influenciam a produção quantitativa e qualitativa dos povoamentos florestais estão, em sua maioria, relacionados aos tratos silviculturais e, principalmente, com a densidade do povoamento (SCHNEIDER *et al.*, 1998).

A densidade do povoamento é uma consequência da escolha do espaçamento adequado, que tem por objetivo proporcionar para cada indivíduo o espaço suficiente para se obter o crescimento máximo com a melhor qualidade e menor custo. Espera-se de um espaçamento ótimo, maior volume do produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis, sendo função do sítio, da espécie e do potencial do material genético utilizado (MACEDO, *et al.*, 2005).

Rondon Neto *et al.* (1998), relata que no Brasil, especialmente no Estado do Mato Grosso, os espaçamentos mais utilizados no plantio de teca são os de 3,0 x 3,0 m ou 3,0 x 2,0 m. Não se pode descartar que o espaçamento ótimo depende também do produto que se espera obter.

Uma das grandes dificuldades do manejo florestal e, em especial a avaliação econômica de povoamentos florestais, reside na inexistência de tabelas de sortimento apropriadas que possibilitem determinações rápidas do estoque de madeira para diferentes tipos de aproveitamento (SCHNEIDER, 1996)

Hoje no Estado do Mato Grosso, há um mercado amplo para madeira de teca jovem por ser mais maleável, estável e tato aveludado que a torna adequada, também, para utilização

na indústria moveleira e da decoração, sendo muito utilizada para decoração, móveis, etc. (SEMINÁRIO, 2010).

Na região do Mato Grosso, os plantios são realizados a partir de sementes colhidas em populações locais, no máximo em áreas de coleta de sementes, resultando em povoamentos com grandes variações dendrométricas, indicando possibilidade de maximização da produção, caso sejam implementadas novas técnicas, em resposta às pesquisas necessárias.

Apesar do tempo decorrido da introdução da espécie no Brasil e do potencial de mercado verificado da sua madeira, nota-se que a mesma encontra-se em fase inicial de domesticação, que não evoluiu a contento, especialmente, devido à insipiência das pesquisas, quando comparada às outras espécies utilizadas na nossa silvicultura.

Diante deste cenário, este estudo pretende oferecer resultados de qual espaçamento se pode obter um melhor valor de estoque madeireiro de *Tectona grandis* em povoamento com 11 anos de idade no experimento do Instituto Federal do Mato Grosso, campus Cáceres - MT.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência de diferentes espaçamentos no valor total do estoque madeireiro em um povoamento de teca (*Tectona grandis*) com 11 anos de idade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência de diferentes espaçamentos nas características Sobrevivência, Diâmetro de área basal média (Dg), Altura Total (Ht), Altura Dominante (Hd), Área Basal por hectare e Volume Total por hectare ;
- Avaliar a influência de diferentes espaçamentos no sortimento de toras para serraria e escoras; e
- Avaliar as implicações dessa influência no sortimento do estoque madeireiro, oriundos de um plantio de teca.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 *Tectona grandis* L. f.

3.1.1 Classificação e Aspectos Botânicos

É uma espécie que pertence à família Verbenaceae. Seu gênero é o único da tribo Tectonae, o qual é classificado dentro da subfamília Viticoideae, constituído por três espécies, *Tectona grandis* L. f., *Tectona philippinensis* Benth & Hook e *Tectona hamiltoniana* Wall (MATRICARDI, 1989; TANAKA *et al.*, 1998).

A teca é uma árvore caducifólia, de 20-30 m de altura, originária da Índia e Indonésia. Tronco ereto, espesso, cilíndrico, de casca parda, fissurada longitudinalmente. Ramagem vigorosa formando copa globosa aberta. Folhas simples, grande, decíduas, largo-ovaladas, espessas, verde-opacas, opostas, tomentosas na face de baixo, inseridas em ramos quadrangulares, de 20-30 cm de comprimento (LORENZI, *et al.*, 2003).

As inflorescências são grandes, terminais, em panículas ramificadas dicotomicamente, com, com flores branco-azuladas, pequenas com tubo expandido em 5-6 divisões curtas, formadas de janeiro a março. Os frutos são do tipo drupa, secos, envolvidos por remanescentes do cálice, celulósicos, enrugados e inflados. Externamente são esponjosas com quatro sementes num envoltório duro, algumas estéreis (LORENZI, *et al.*, 2003).

Em termos silviculturais, é uma espécie heliófila, relativamente resistente à queimada e não suporta sombreamento em todo o seu ciclo de vida (ESALQ/DS, 1970).

3.1.2 Distribuição natural

A teca apresenta ampla distribuição desde a Índia, passando por Mianmar, República Democrática Popular do Laos até Tailândia (Figura 2). Em Java e na Indonésia, foi introduzida provavelmente há 400-600 anos. Além disso, foi introduzida em toda Ásia tropical bem como, na África tropical (incluindo Costa do Marfim, Nigéria, Serra Leoa, República Unida da Tanzânia e Togo) e América Latina e Caribe (Costa Rica, Colômbia,

Equador, El Salvador, Panamá, Trinidad, Tobago e Venezuela). E introduzida em algumas ilhas do Pacífico (Papua Nova Guiné, Fiji e as Ilhas Salomão) e no norte da Austrália (PANDEY & BROWN, 2000).

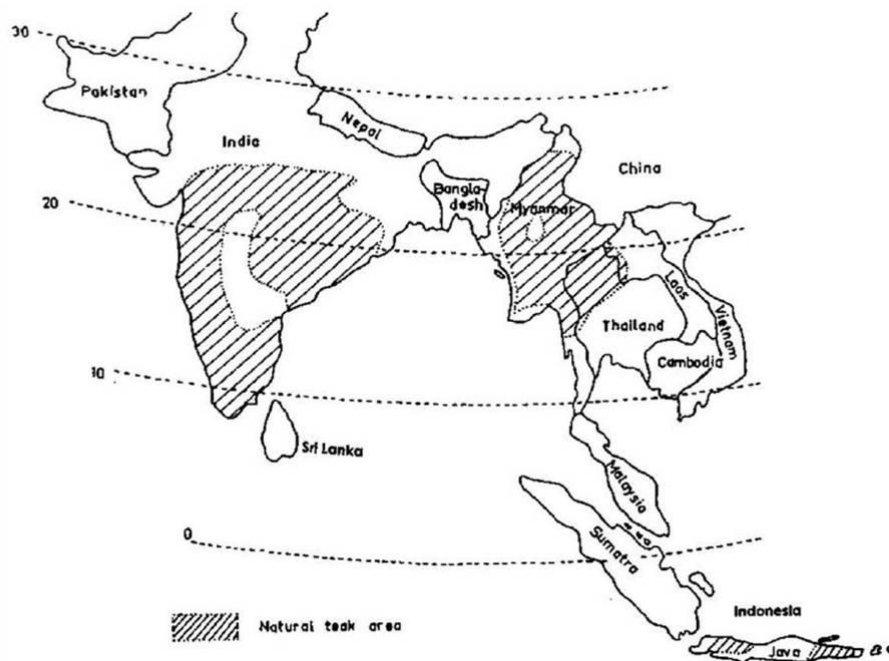


Figura 1: Distribuição da ocorrência natural de teca (*Tectona grandis* L. f.). (FONTE: GRADUAL, *et al.*, 1999).

Segundo Matricardi (1989) em virtude dessa ampla distribuição de ocorrência natural, os intervalos de condições climáticas são amplos, com precipitações de 500 a 5000 mm anuais e temperaturas absolutas entre mínima de 2° C e máxima de 48° C. O crescimento da espécie é máximo em regiões com precipitação entre 1270 e 3800 mm, requerendo um período de seca de 3 a 5 meses.

Os plantios de teca foram iniciados no Brasil, em escala comercial, a partir da década de 1960, implantados pela empresa Cáceres Florestal S.A., na região do município de Cáceres – MT, onde as condições climáticas são semelhantes às dos países de origem da espécie (MATRICARDI, 1989). Além das condições climáticas favoráveis, solos de melhor fertilidade e tratos silviculturais adequados e intensos contribuíram para reduzir o ciclo de produção de 60 anos, na região de origem da teca (UGALDE; PÉREZ, 2001), para apenas 25 anos, na região de Cáceres-MT (IPEF,2003).

Para Passos (2006) no início dos anos 2000, plantios de teca, no Brasil, alcançavam a superfície de 50.000 ha, destinados para serraria e lenha. No entanto, essa área é insignificante

em relação às dimensões do Estado do Mato Grosso, qual seja, 906 milhões de ha, bem como ao volume de madeira consumido, nessa época, pelas serrarias e indústrias laminadoras, cerca de 4,0 milhões de m³.ano⁻¹, e para energia, em torno de 4,4 milhões de m³.ano⁻¹.

Atualmente, a taxa de plantio de florestas, no Estado do Mato Grosso, é próxima de 10.000 ha.ano⁻¹, sendo as espécies mais plantadas as do gênero *Eucalyptus* e *Tectona* (*Tectona grandis* L.f.) (PASSOS, 2006). Estima-se que os reflorestamentos com teca, no mundo, já somam mais de três milhões de hectares (CENTENO, 2001).

Os reflorestamentos de teca no Brasil têm se estendido em direção à Amazônia, sendo encontrados plantios nos Estados do Acre, Pará, Rondônia e Amapá, além de Paraná, São Paulo e Tocantins (FIGUEIREDO, 2001; VIEIRA *et al.*, 200; DRESCHER, 2004 (Figura 2), e vêm substituindo a matéria-prima nativa, originária de explorações ilegais.



Figura 2: Distribuição de plantios de teca no Brasil. (FONTE: DRESCHER, 2004).

3.1.3 A madeira de teca e principais usos

A densidade média da teca é 0,65g/cm³ e apesar de ser leve, apresenta boa resistência a peso, tração e flexão, semelhante ao mogno brasileiro (IPEF, 2003). A madeira é estável, praticamente não empena e se contrai muito pouco durante a secagem. A estabilidade dimensional permite que a madeira de *T. grandis* resista à variação de umidade no ambiente (LAMPRECHT, 1990; HARRIS, 1993).

A madeira de teca é durável, pois seu cerne não é atacado por cupins, carunchos ou outros insetos. É imune à ação dos fungos apodrecedores de madeira, podendo ser enterrada, exposta ao tempo ou à água do mar, sem sofrer danos. A durabilidade do cerne deve-se a “tectoquinona”, um preservativo natural contido nas células da madeira (OLIVEIRA, *et al.*, 2007).

Até o momento são poucos os registros, nos países onde teca é cultivada, de ataques de pragas que possam comprometer os plantios (OLIVEIRA, *et al.*, 2007).

O alborno é estrito e claro, bem distinto do cerne, cuja cor é marrom viva e brilhante. Essa beleza peculiar faz da teca uma madeira muito procurada para decoração de interiores e mobiliário (IPEF,2003).

Nos países onde a teca é explorada , tanto de floresta nativa como de reflorestamento, toda a madeira é aproveitada, incluindo toras de pequenos diâmetros obtidas nos desbastes. Painéis de sarrafos são utilizados na fabricação de móveis, portas e também na produção dos mais diversos utensílios. A madeira de pequeno diâmetro é largamente usada na edificação de construções rústicas, como vigamento, esteio ou madeiramento do telhado. Sua madeira é utilizada na construção naval, laminação, compensados, lenha e carvão vegetal, sendo que para uso energético são mais específicas em área de ocorrência natural (OLIVEIRA, *et al.*, 2007).

O valor de mercado para a madeira de teca madura, livre de nós e com diâmetro para serraria, chega a superar os valores comercializados com a espécie mogno (*Swietenia macrophylla* King), cujo metro cúbico serrado é comercializado por valores que chegam a US\$ 1500,00 (FIGUEIREDO *et al.*, 2005).

A expectativa é de que investimentos em povoamentos de teca no Brasil constituam uma ótima opção econômica, para as regiões que atendam às demandas edafoclimáticas da espécie (FIGUEIREDO *et al.*, 2005).

A Tabela 1, mostra os principais mercado para madeira de teca e os preços agregados na microrregião do Baixo Rio Acre.

Tabela 1: Preços estimados para madeira de teca, em tora, originárias de dois povoamentos na microrregião do Baixo Rio Acre. (Fonte: FIGUEIREDO *et al.*, 2005).

Diâmetro ponta fina (cm)	Idade (anos)	Comp. (m)	Mercado	Preço para madeira em toras (R\$/m ³)	Preço estimado madeira serra (R\$/m ³)
> 3	-	1	Aproveitamento (energia/artesanato)	20,00	-
10 14	-	3	Construção civil (escoras)	30,00	-
14 18	-	2,2	Agropecuária (estacas)	54,00	-
18 35	12 - 16	3		411,75	1.647,00
	16 - 20		Serrarias	470,25	1.881,00
	> 20			656,50	2.626,00
35 45	16 - 20	2,7		470,25	1.881,00
	> 20		Laminadoras	656,50	2.626,00
> 45	> 20	2,7	Faqueadoras	656,50	2.626,00

3.1.4 Aspectos silviculturais

A teca, é uma espécie amplamente empregada em reflorestamentos em várias partes do mundo, tendo como objetivo principal a produção de madeira para serraria (FIGUEIREDO, 2001).

A área de florestas plantadas com teca no Brasil atingiu, em 2009, estimados 65.240 hectares, enquanto em 2008 o total foi de 58.810 hectares, representando um crescimento de 10,9% na área plantada, indicando o interesse crescente por tal gênero florestal (ABRAF, 2010).

A teca é uma cultura perene com ciclo que varia de 25 a 80 anos (FIGUEIREDO, 2001; UGALDE; PÉREZ, 2001). No Brasil, o ciclo de 25 anos nos plantios de teca se deve principalmente ao elevado incremento médio anual (IMA), que tem variado de 15 a 25 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ (FIGUEIREDO, 2001), sendo bem maior que de outros países, como por exemplo, Índia e Java, com IMA de aproximadamente 8 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ e ciclo de 60 a 80 anos (UGALDE; PÉREZ, 2001).

No que diz respeito à silvicultura da teca, Figueiredo (2001) recomenda alguns cuidados que devem ser considerados a partir da fase de planejamento de plantio de teca, como a aquisição de sementes de boa qualidade genética e/ou seleção de mudas; seleção dos sítios florestais; preparo da área; definição da densidade do plantio; coveamento; controle de plantas invasoras, pragas e fitomoléstias; controle de incêndios florestais; monitoramento no crescimento florestal; escolha dos melhores momentos de desramas/podas; desbastes

orientados pelo monitoramento; e controle de erosão são etapas importantes para segurança do investimento florestal.

A quantidade de árvores por área e a distribuição delas de árvores de teca é um dos principais cuidados que devem ser previamente estabelecidos, por modificarem as condições ambientais dos povoamentos florestais e a partição dos fatores de produção, tais como luz, água, nutrientes e mão-de-obra, afetando a produtividade, as características da madeira e os custos de produção (PASSOS *et al.*, 2006).

A densidade do plantio pode variar de 1666 a 2173 árvores.ha⁻¹, equivalentes a espaçamentos de 3,0 x 2,0 m a 2,3 x 2,0 m, sendo recomendado o uso dos menores espaçamentos, mas com desbastes mais freqüentes, pois estes apresentam o melhor desempenho silvicultural (FIGUEIREDO, 2001).

A Tabela 2, demonstra o desempenho silvicultural em diferentes regiões tropicais.

Tabela 2: Desempenho silvicultural da *Tectona grandis* L. f., em diferentes regiões tropicais. (FONTE: EMBRAPA, 2001).

Região	Países	Densidade de plantas/ha	Idade (Anos)	Incremento médio anual (IMA)	FONTE
Cáceres - MT	Brasil	1666	1	11,666-14,72m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Passos <i>et al.</i> (2000)
Cáceres - MT	Brasil	1000	1	8,634m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Passos <i>et al.</i> (2000)
Cáceres - MT	Brasil	833	1	4,607m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Passos <i>et al.</i> (2000)
RioBranco /Acre	Brasil	1666	3	7,163m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Embrapa Acre
Sam Emilio	Costa Rica	1111	4	5,330 m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Smarbwood (1999)
RioBranco /Acre	Brasil	625	5	7,612 m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Embrapa Acre
RioBranco /Acre	Brasil	2000	5	24,588m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Embrapa Acre
Trinidade	Trinidade Tobago	Desbastado	10	14,000m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Miller (1969) citado por Wadsworth (1997)
Cáceres - MT	Brasil	Desbastado	25	10,000-15,000 m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Velt (1995)
Mato Grosso	Brasil	Desbastado	25	10,000-15,000 m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Floresta Brasil (2001)
Costa Rica	Costa Rica	Desbastado	25	10,200-13,300 m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Pérez Cordeiro <i>et al.</i> (2000)
Polinésia	Java	Desbastado	30	3,900-10,500 m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Wadsworth (1997)
Trinidade	Trinidade Tobago	Desbastado	40	10,000m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Miller (1969) citado por Wadsworth (1997)
Panamá	Panamá	-		14,100 m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	INRENARE (1997)
Ásia	Índia e Tailândia	-		5,000-18,000m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Wadsworth (1997)

3.2 Espaçamento

O espaçamento ou a densidade de plantio ainda é uma das maiores preocupações quando se planeja o reflorestamento, implicando no modelo silvicultural a ser adotado e, principalmente, no desempenho econômico do investimento inicial (FIGUEIREDO, 2001).

Segundo Simões (1989), o espaçamento influencia as taxas de crescimento das plantas, a qualidade da madeira, a idade de corte, bem como as práticas de exploração e manejo florestal e, conseqüentemente, os custos de produção.

No Brasil, a maioria dos plantios comerciais obtém sucesso, devido a diversos estudos desenvolvidos visando a produção de madeira para celulose e/ou chapas de fibras. Considerando-se o comportamento diferenciado das espécies florestais e as diferentes qualidades de madeiras exigidas para cada uso, o espaçamento ideal para celulose não será o mesmo indicado para produção de lenha, carvão ou madeira para serraria (SIMÕES, 1989).

Do ponto de vista silvicultural, os plantios com menor espaçamento atingem a capacidade do sítio mais rapidamente, com a diminuição das dimensões dos produtos obtidos (ASSMANN, 1970). Porém, as diferenças iniciais de produção tornam-se cada vez menores com a idade, se anulando quando as árvores mais espaçadas utilizam completamente os recursos naturais disponíveis, resultando numa produção equivalente por hectare em todos os espaçamentos (BERGER *et al.*, 2002).

Apesar de ser plantada há 30 anos em Mato Grosso, ainda não foram publicados estudos que contribuam para a definição de espaçamentos para as condições ambientais do Estado (PASSOS, 2006). Krishnapillay (2000) sugere uma densidade inicial de plantio entre 1.200 e 1.600 plantas por hectare. Macedo *et al.* (2005) observaram que árvores de teca 24 e 36 meses após o plantio, o espaçamento que apresentou melhor crescimento foi no de 3 x 2 m em Paracatu-MG, em relação aos espaçamentos 6 x 2m, 6 x 3m, 6 x 4m e 12 x 2,5.

No trabalho de Garcia *et al.* (2009) onde se avaliou a influência do espaçamento e da posição radial na variação de elementos anatômicos da madeira de teca, observou-se que o comprimento de fibra foi superior no espaçamento 3,0 x 2, 5 m em relação aos espaçamentos 3,0 x 2,0m e 3,0 x 1,5m, considerando que espaçamentos maiores podem produzir um maior volume de madeira por unidade de área, observou-se que houve um ganho no comprimento e espessura de fibras de acordo com o aumento do espaçamento. Este estudo é relevante para se conhecer as características morfológicas das fibras da madeira de teca como um dos parâmetros de avaliação tecnológica da espécie.

No Brasil, especialmente no estado do Mato Grosso, os espaçamentos mais utilizados no plantio da teca são os de 3,0 x 3,0 m ou 3,0 x 2,0 m. No entanto, alguns pesquisadores consideram que o espaçamento utilizado para a teca depende, principalmente, do tipo de produto que se espera obter (madeira serrada, lenha ou carvão) e também da declividade do

terreno. Nesse sentido, citam que os espaçamentos variam de 1,5 x 1,5 m até 3,0 x 6,0 m (REMADE, 2009).

3.3 Equações de volume

A estimativa do volume da árvore é de uso corrente em biometria, inventário, manejo, economia e planejamento florestal. Depois de quantificada, esta informação permite compor o volume de parcelas base para os estudos de crescimento e produção e para estruturação de planos de suprimento na floresta plantada e planos de manejo de florestas nativas (SCOLFORO, 2005).

Para isso, é necessário fazer a cubagem de árvores-amostra, que pode ser realizada nas árvores abatidas ou em pé (CAMPOS & LEITE, 2006). A frequência dos dados de cubagem está diretamente relacionada com a variação de diâmetro e forma das árvores da população (CAMPOS & LEITE, 2006).

Existem diferentes alternativas de viabilizar a estimativa do volume. Dentre as várias modalidades, podem-se citar modelos de simples entrada, dupla entrada, modelo de dupla entrada associado ao modelo hipsométrico, modelo para o povoamento, o fator de forma, método dos dois diâmetros, método geométrico, funções splines e as funções de afilamento (SCOLFORO, 2005).

Existem algumas peculiaridades dos métodos de estimativa do volume, segundo Scolforo (2005), dentre os modelos mais utilizados, o método de dupla entrada, onde é utilizado quando não existe uma forte relação hipsométrica, e explica o volume através de duas variáveis (diâmetro a 1,30 m do solo, altura total e de seus produtos), é preciso na estimativa do volume, porém não é exato quando há várias situações de idade e sítio. Portanto, para seu uso adequado é necessário, que a base de dados da cubagem rigorosa contemple diferentes sítios, idades e amplitudes de diâmetro e altura.

Como exemplos de equações de volume de dupla entrada, pode-se citar os modelos de Spurr e Schumacher – Hall. Onde, o modelo de Spurr é um modelo de regressão linear e o de Schumacher – Hall é de regressão não linear.

3.4 Funções de Forma

Muitos pesquisadores dedicam-se para obter um modelo que descreva com precisão o perfil do fuste de árvores, na expectativa de estimar o diâmetro a qualquer altura ao longo do fuste e a altura a qualquer diâmetro especificado. Esse dado permite quantificar o número de toras com bitola e comprimentos pré-definidos ou os múltiplos produtos da madeira. Normalmente, por meio da integração das funções de afilamento ou funções de forma obtêm-se expressões que permitem calcular o volume desses múltiplos produtos da madeira e mesmo de toda árvore (FISCHER *et al.*, 2001).

À medida que a madeira vai se tornando um componente mais importante dentro da composição de custos de um empreendimento florestal, certamente uma das opções mais concretas é fazer uso das funções de forma, de modo que o aproveitamento da árvore deva levar a um maior valor financeiro e assim sendo, uma mesma árvore pode produzir madeira para laminação, para serraria e madeira aglomerada (SCOLFORO, 1993).

O primeiro trabalho que descreve o perfil do tronco foi feito por HOJER em 1903 e após este, muitos outros modelos foram propostos. Desde a década de 60, houve um considerável desenvolvimento no estudo da forma da árvore. A partir de então foram desenvolvidas expressões matemáticas como de PRODAN (1965), KOSAK, MUNRO e SMITH (1969), SCHÖEPFER (1966). Além destes, outros modelos foram surgindo. Estes modelos são muito usuais até os dias atuais testando sua eficiência em povoamentos florestais (SCOLFORO, 1993).

PRODAN (1965) sugeriu uma função polinomial seguinte:

$$d_i/D = \frac{h_i^2}{b_0 + b_1 \left(\frac{h_i}{H}\right) + b_2 \left(\frac{h_i}{H}\right)^2}$$

onde:

d_i = diâmetro à altura h_i do fuste;

D = diâmetro à altura do peito;

h_i = altura de cada seção;

H = altura total; e

b_0, b_1 e b_2 = estimativa dos coeficientes de regressão.

SCHÖEPFER (1966), sugeriu um modelo polinomial do quinto grau, seguinte:

$$d_i/d_{0,1} = b_0 + b_1 \left(h_i/H \right) + b_2 \left(h_i/H \right)^2 + b_3 \left(h_i/H \right)^3 + b_4 \left(h_i/H \right)^4 + b_5 \left(h_i/H \right)^5$$

onde:

d_i = diâmetro à altura h_i do fuste;

$d_{0,1}$ = diâmetro a $1/10$ da altura total;

h_i = altura de cada seção;

H = altura total; e

b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 e b_5 = estimativa dos coeficientes de regressão.

KOZAC, MUNRO e SMITH (1969) descreveram a forma do fuste de várias espécies através da função parabólica seguinte:

$$\left(d_i/D \right)^2 = b_0 + b_1 \left(h_i/H \right) + b_2 \left(h_i/H \right)^2$$

onde:

d_i = diâmetro à altura h_i do fuste;

D = diâmetro à altura do peito;

h_i = altura de cada seção;

H = altura total; e

b_0, b_1 e b_2 = estimativa dos coeficientes de regressão.

Com teca há poucos estudos que avaliam modelos de perfil de tronco, como o trabalho de Figueiredo *et al.* (2006), onde seus estudos objetivaram avaliar a acurácia dos modelos polinomiais propostos por Schöepfer (1966), Hradetzky (1976) e Goulding & Murray (1976), na estimativa dos diâmetros e volumes ao longo do fuste de *Tectona grandis* L.f. de quatro povoamentos localizados na microrregião do Baixo Rio Acre e, ainda, testar a identidade do

melhor modelo polinomial, avaliando-se a adequação de manter as áreas agrupadas ou segregá-las em grupos menores ou individualmente.

3.5 Sortimento Florestal

O foco das empresas florestais tem se voltado para obtenção de multiprodutos em seus povoamentos. Com isso, as empresas, antes voltadas à produção de matéria-prima para um determinado mercado consumidor, passam a obter produtos diferenciados durante a rotação dos povoamentos. Uma característica importante nessa visão é a obtenção de receitas intermediárias durante o ciclo da cultura (MENDONÇA, 2010).

O sortimento é o seccionamento da árvore pelas dimensões diâmetro e comprimento. Quanto maior o diâmetro e os comprimentos, maiores as dimensões das peças resultantes, conseqüentemente, maior preço (CONCEIÇÃO, 2004).

No caso do sortimento florestal, o objetivo é a árvore, e os itens são as toras que a compõem. As árvores são definidas pelo seu comprimento útil e alguma função que descreva a redução diamétrica da base ao topo (funções de afilamento), enquanto que as toras são definidas pelo seu comprimento, diâmetro mínimo na ponta fina e, eventualmente diâmetro máximo na ponta grossa (ARCE, 2000).

Para o planejamento florestal, o sortimento florestal é uma importante ferramenta, pelas estimativas de multiprodutos, assim possibilita um maior retorno financeiro no empreendimento (QUEIROZ, 2006). As possibilidades oferecidas pelo sortimento permitem um planejamento de produção e logística de transporte e comercialização em função do número de toras destinadas a cada produto (ASSIS, 2000).

Tabelas de sortimento são elaboradas a partir de equações que descrevem a forma média do tronco de uma espécie de árvore, onde as funções de afilamento têm as características de reproduzir os valores diamétricos situados a alturas sucessivas (QUEIROZ, 2006).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O experimento localiza-se na Escola Agrotécnica Federal de Cáceres – MT (E AFC), no município de Cáceres, Estado de Mato Grosso, distanciado aproximadamente, 220 km da capital, nas coordenadas geográficas 57°40'51''W e 16°11'42''S.

A vegetação original da área é de Savana Florestada (cerradão), onde o clima é de Savanas Tropicais com verão úmido e inverno seco, tipo Awi, segundo Köppen (1948), com duas estações bem definidas (seca no inverno e úmida no verão). A temperatura média anual varia entre 23°C e 25°C (EMBRAPA, 1982).

O relevo é plano, e o solo é classificado como Argissolo Vermelho – Amarelo distrófico.

4.2 Características do Experimento

O experimento foi instalado em um plantio de Teca sob oito espaçamentos diferentes dispostos três blocos. A Figura 3, representa a disposição dos blocos no experimento com suas respectivas parcelas. O número que aparece em cada parcela representa a seguinte codificação:

- O primeiro algarismo referencia o número do tratamento: 1(3 X 2), 2(4 X 2), 3(5 X 2), 4(6 X 2), 5(3 X 2 X 2), 6(4 X 2 X 2), 7(5 X 2 X 2) e 8(6 X 2 X 2);
- O segundo algarismo referencia o número da repetição: 0, 1, 2 e 3; e
- O terceiro algarismo referencia o número do bloco: 1, 2 e 3.

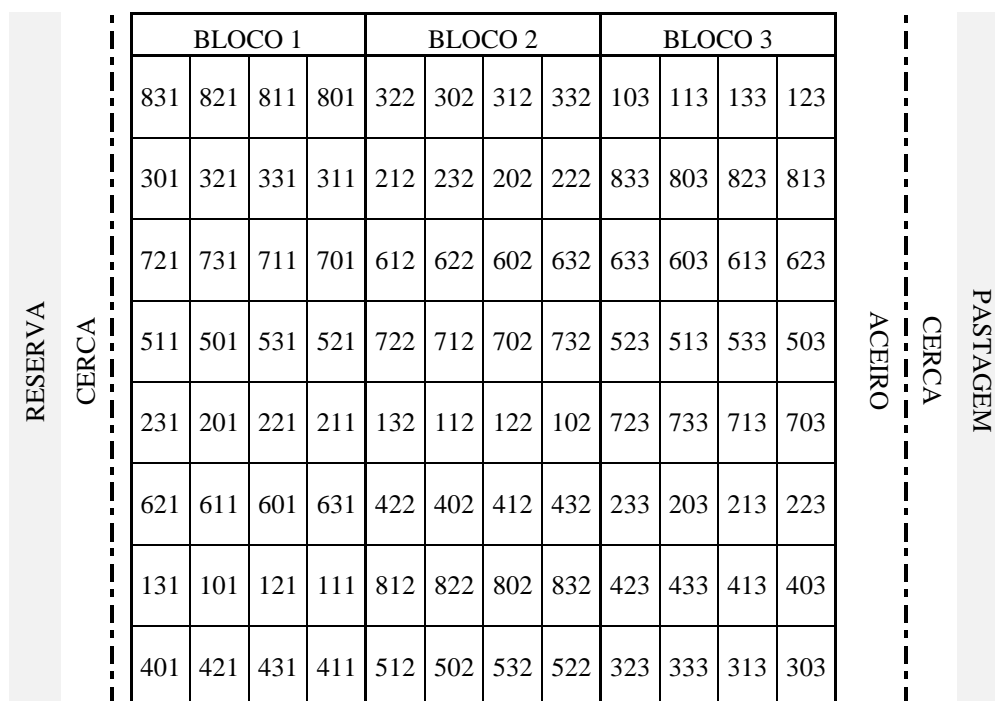


Figura 3: Esquema da distribuição das parcelas nos blocos do experimento de um plantio Teca, aos 11 anos, em Cáceres - MT

Cada bloco continha 4 parcelas de cada espaçamento, totalizando 32 parcelas, e uma área de 17.856 m², totalizando, para o experimento, uma área de 53.568 m², como mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Área dos diferentes espaçamentos de um povoamento de Teca, aos 11 anos, em Cáceres – MT.

Espaçamento	Tratamento	Nº covas	Área Vital (m ²)	Áreas Totais (m ²)
3 X 2	1	288	6	1.728
4 X 2	2	288	8	2.304
5 X 2	3	288	10	2.880
6 X 2	4	288	12	3.456
3 X 2 X 2	5	288	5	1.440
4 X 2 X 2	6	288	6	1.728
5 X 2 X 2	7	288	7	2.016
6 X 2 X 2	8	288	8	2.304
Total geral		2304		17.856

Originalmente, a área do experimento era ocupada por pastagem de capim colômbio (*Paspalum maximum*). O preparo do terreno consistiu na passagem de duas gradagens pesadas, enleiramento das touceiras de capim fora da área experimental, e mais a passagem de uma gradagem leve para nivelamento.

As mudas de teca foram do tipo toco (“stump”), com 20 cm de altura, compradas em viveiro comercial em Cuiabá – MT.

O plantio foi manual, em dezembro de 1998, em covas de 40 cm x 40 cm, fertilizadas com 190 g de superfosfato simples devido este possuir baixa concentração de P e de grande importância no conteúdo de S e Ca em forma móvel de sulfato (RAIJ, 1991) e 10 g de Frited Trace Elements (FTE) BR-15.

Dos oito espaçamentos utilizados, quatro apresentaram fileiras simples (3 x 2m, 4 x 2m, 5 x 2m e 6 x 2m) e quatro, fileiras duplas (3 x 2 x 2m, 4 x 2 x 2m, 5 x 2 x 2m e 6 x 2 x 2m). A densidade de plantio variou entre 833 a 2000 plantas por hectare, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Densidade do plantio de *Tectona grandis* L.f., em função do espaçamento, em 1998, na região de Cáceres – MT.

Espaçamento (m x m)	Distância entre plantas			Densidade (plantas/ha)
	Entre faixas	Entre fileiras	Na fileira	
3 x 2	-	3,00	2,00	1.666,67
4 x 2	-	4,00	2,00	1.250,00
5 x 2	-	5,00	2,00	1.000,00
6 x 2	-	6,00	2,00	833,33
3 x 2 x 2	3,00	2,00	2,00	2.000,00
4 x 2 x 2	4,00	2,00	2,00	1.666,67
5 x 2 x 2	5,00	2,00	2,00	1.428,57
6 x 2 x 2	6,00	2,00	2,00	1.250,00

No primeiro ano, foram realizadas quatro capinas manuais e duas adubações de cobertura, uma aos 60 dias e outra no nono mês, cada uma com 95 g/cova da fórmula 20-05-20, conforme indicação de RAIJ (1985), mais 5 g/cova de FTE BR-15.

Foram efetuadas podas e desbrotas das árvores com tesoura de poda, serrote e motosserra Still 025, dependendo da dimensão dos galhos, aos 9, 14 e 22 meses de idade.

Foram feitas três capinas aos 30 e 90 dias e aos 14 meses e roçagem tratorizada aos 17 e 22 meses, sendo o capim colônia (*Paspalum maximum*) a principal espécie invasora.

Durante todo o período experimental foi feito controle de formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa*).

Na avaliação do experimento, cada espaçamento foi denominado tratamento.

4.3 Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico experimental adotado foi o de Blocos ao Acaso, com três repetições, onde os tratamentos consistiram em oito espaçamentos, totalizando 24 parcelas amostrais. Para tanto, foi adotado o modelo estatístico considerando todos os componentes de efeito aleatório, exceto a média, segundo (GOMES, 1984):

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = observação correspondente ao indivíduo no i -ésimo tratamento e j -ésimo bloco;

μ = média geral;

t_i = efeito do i -ésimo tratamento;

b_j = efeito do j -ésimo bloco; e

e_{ij} = erros independentes

Para atender as pressuposições estatísticas de análise de variância foram submetidas ao Teste de Lilliefors (normalidade de erros). Para comparação de médias foram então submetidas ao teste de Tuckey, ao nível de 5% de significância, por meio do programa estatístico SAEG, versão 9.

4.4 Coleta de Dados

4.4.1 Mensuração das parcelas

Os dados foram coletados na idade de 11 anos, tendo sido mensuradas todas as árvores do experimento, sendo obtidos os valores referentes à: circunferência à altura do peito (CAP), altura total (Ht), altura comercial (Hc). A circunferência foi medida com fita métrica à altura de 1,30 m. As 5 árvores da borda das parcelas tiveram a altura medida com vara telescópica, sendo as demais alturas estimadas com vara de bambu graduada, visando agilizar a coleta dos

dados, tendo em vista que a precisão da mensuração era a mesma e as varas de bambu ser mais leve que a vara telescópica.

4.4.2 Árvores mensuradas para determinação das equações de volume e da função de forma

Para determinação das equações de volume e função de forma, foram cubadas 405 árvores, nos diferentes tratamentos. A partir dos dados coletados nas parcelas, foi feita a distribuição dos diâmetros em classes de 2 cm de amplitude de onde foram retiradas as árvores cubadas, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5: Distribuição das árvores cubadas, em classes diferentes de diâmetro, em povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.

FREQUÊNCIA POR TRATAMENTO									
CLASSES (cm)	1	2	3	2	5	6	7	8	TOTAL
6 – 7,99	2	1	1	1	1	0	1	0	7
8 – 9,99	5	2	2	1	7	1	2	4	24
10 – 11,99	8	10	7	3	8	6	4	8	54
12 – 13,99	15	11	12	9	9	8	8	11	83
14 – 15,99	13	17	8	17	11	15	11	7	99
16 – 17,99	9	5	13	14	10	10	8	8	77
18 – 19,99	6	6	5	10	3	5	8	5	48
20 – 21,99	1	0	2	4	0	1	1	1	10
22 – 23,99	0	1	1	0	0	0	0	1	3
TOTAL	59	53	51	59	49	46	43	45	405

As árvores cubadas foram identificadas no campo e abatidas para a coleta dos dados, sendo efetuado o seguinte procedimento: mensuração dos diâmetros nas alturas de 0,10, 0,80, 1,30; 2,30; 3,30; 4,30; 5,00; 5,30; 6,30 m, a partir de então em intervalo de 1 metro, até a altura comercial das árvores, que foi pré-estabelecida em 10,30 metros, pois era a altura onde a maioria das árvores apresentava bifurcação significativa. A altura total também foi mensurada.

4.5 Processamento dos dados

4.5.1 Sobrevivência

A partir dos dados coletados, foram obtidos os percentuais de sobrevivência dos diferentes tratamentos, estabelecendo-se a relação entre o número de plantas iniciais e finais, bem como a variação nesta característica.

4.5.2 Variáveis dendrométricas de interesse

As variáveis dendrométricas de interesse (diâmetro da área basal média, área basal por hectare, média aritmética das alturas totais e altura dominante) foram calculadas para cada tratamento com a finalidade de verificar a influência dos mesmos no valor dessas variáveis e para possibilitar comparações com povoamentos de teca de outras localidades. Os volumes totais e volumes derivados do sortimento, por apresentarem interesse mais específico quanto o resultado do presente experimento, serão analisados em itens específicos.

4.5.3 Distribuição dos diâmetros

As árvores mensuradas foram distribuídas em classes de diâmetro (2 cm de amplitude) valores mais comumente utilizados para esses tipos de distribuição em povoamentos plantados (SCOLFORO,2005), discriminadas por tratamento.

4.5.4 Determinação do volume das árvores abatidas

O volume das árvores abatidas no campo para a coleta dos dados utilizados na determinação da equação de volume e função de forma, tiveram seus volumes comerciais calculados da seguinte forma:

a) Volume do toco (parte da árvore remanescente no campo) com o emprego da fórmula do volume de um cilindro ($G \times L$), sendo L o comprimento do toco e G a área seccional da parte superior do toco;

b) Volume das toras nas quais as árvores foram divididas, com o emprego da fórmula de Smalian, que é a mais empregada em trabalhos similares (MACHADO & FIGUEIREDO FILHO, 2006; DRESCHER, 2004; e PASSOS *et al.* 2006), cuja expressão é a seguinte:

$$v = \left(\frac{g_1 + g_2}{2} \right) \cdot l$$

Onde:

v = volume da tora (seção);

g_1 = área transversal na base da tora;

g_2 = área transversal no topo da tora; e

l = comprimento da tora.

4.5.5 Equações volumétricas

Os modelos avaliados no presente trabalho, apresentados na Tabela 6, foram selecionados na literatura e representam alguns dos mais utilizados em trabalhos semelhantes ao atual, (DRESCHER, 2004; e PASSOS *et al.* 2006; CRUZ, *et al.*, 2008).

Tabela 6: Modelos volumétricos utilizados no estudo.

NÚMERO	MODELOS	EQUAÇÕES
1	Spurr	$V = b_0 + b_1 Dap^2 H + \varepsilon_i$
2	Schumacher – Hall	$V = b_0 Dap^{b_1} H^{b_2} + \varepsilon_i$
3	Husch	$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(Dap) + \ln(H) + \varepsilon_i$

V = volume total com casca, em m^3 ; Dap = diâmetro à altura do peito, em cm; H = altura total, em m; b_0 e b_1 = coeficientes; \ln = logaritmo neperiano; e ε_i = resíduo.

Os critérios utilizados para selecionar o melhor modelo são os preconizados por Scolforo, 2005, utilizando como principais indicadores a significância dos coeficientes, maiores coeficientes de determinação, erro padrão residual e análise dos resíduos, respectivamente.

O coeficiente de determinação (R^2) é uma medida de precisão que varia entre 0 e 100%, sendo que, quanto mais próxima de 100% mais eficiente é a equação ajustada, sendo obtido pela expressão seguinte (SCOLFORO, 2005):

$$R^2 = SQ\ reg / SQ\ total$$

onde:

R^2 = coeficiente de determinação;

$SQ\ reg$ = soma dos quadrados da regressão; e

$SQ\ total$ = soma dos quadrados total.

O erro padrão residual é uma medida que expressa o quanto em termos médios os valores observados variam em relação aos valores estimados. A unidade S_{yx} , é a mesma unidade da variável dependente Y. Quanto mais próximo de zero este valor, mais eficiente tende a ser a regressão. É obtido através da seguinte expressão (SCOLFORO, 2005):

$$S_{yx} = \sqrt{QM_{erro}}$$

ou

$$S_{yx} \% = \frac{S_{yx}}{\bar{Y}} \cdot 100$$

onde:

S_{yx} = erro padrão residual;

QM_{erro} = quadrado médio do erro; e

\bar{Y} = média aritmética da variável dependente Y.

Como complementação às medidas de precisão deve-se gerar o gráfico de resíduos para uma análise visual de que existe tendenciosidade na estimativa do modelo.

Foram determinadas equações para cada espaçamento e os modelos selecionados como de melhor desempenho, foram utilizados na estimativa do volume das árvores não abatidas, tendo apenas o diâmetro e a altura mensurada.

4.5.6 Volume Total

O volume total referentes aos tratamentos foi obtido da seguinte forma: para as árvores selecionadas para a cubagem rigorosa foi mantido o volume obtido por esse procedimento e para as demais árvores, foram aplicadas as equações de volume determinadas.

4.5.7 Determinação da função de forma

Afilamento, forma, “taper” ou adelgaçamento é definido como a taxa de decréscimo em diâmetro e ocorre ao longo do tronco da árvore. A representação matemática desse fenômeno é possível através do uso de modelos que retratam o perfil do fuste. Pode-se assim estimar os diâmetros correspondentes a quaisquer diâmetros. Portanto, pode-se com equações de afilamento estimar os múltiplos produtos da madeira das árvores, bastando para tal definir os comprimentos desejados e os diâmetros mínimos a eles associados (SCOLFORO, 2005)

A forma do fuste comercial das árvores de teca que compõem o experimento foi determinada com o emprego do modelo de Kozac, Munro & Smith (1969), expresso pela fórmula:

$$\frac{d_i}{D} = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{h_i}{H}\right) + \beta_2 \left(\frac{h_i}{H}\right)^2$$

Sendo:

d_i = diâmetro na altura h_i ;

H = altura total;

h_i = altura onde se quer encontrar o diâmetro correspondente; e

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = parâmetros estimados.

A escolha desse modelo deriva do fato de ser um dos modelos mais utilizados para estudos semelhantes como atestam Queiroz, 2006, em estudo com *Mimosa scabrella* Bentham

e Leite *et al.*, 2006, estudo com *Virola surinamensis* (ROLL.) WARB.. Apesar de não serem trabalhos com a mesma espécie estudada no atual trabalho, esse modelo, comparado com diversos outros modelos, foi o que obteve melhor desempenho.

Aplicando-se a regressão linear múltipla aos dados, foram determinados os coeficientes específicos para cada tratamento acompanhados das estatísticas relevantes referentes aos mesmos (significância dos coeficientes, coeficiente de determinação e gráfico da distribuição dos resíduos). A função de forma foi empregada no sortimento do estoque existente.

4.5.8 Sortimento do estoque existente

Determinados os volumes e as respectivas funções de forma o sortimento do estoque existente, foi efetuado considerando os seguintes produtos:

- Toras para serrarias (diâmetro mínimo de 17 cm e comprimento de 2,25 m);
- Escoras para a construção civil (diâmetro mínimo de 10 cm e comprimento de 3 m); e
- Lenha (volume da árvore que não se enquadra nesses dois produtos especificados).

A dimensão dos produtos utilizada no sortimento tem origem das seguintes fontes:

- Toras para serraria: Empresa FLORESTECA, sediada em Cáceres, município do estado do Mato Grosso e que atua no plantio e processamento de teca.
- Escoras: obtidas a partir do trabalho de FIGUEIREDO *et al.*, (2005).

4.5.9 Valoração do estoque

A partir dos resultados apresentados pelo sortimento, onde são discriminados, por tratamento, os volumes obtidos para cada produto, aplicaram-se aos mesmos os preços de mercado apresentados pela Tabela 1, cujos valores são os seguintes:

- Toras para serraria (diâmetro mínimo de 18 cm e idade entre 12 e 16 anos): R\$ 411,75/m³;
- Escoras (diâmetro mínimo de 10 cm e comprimento de 3,0 m): R\$ 30,00; e

- Lenha (diâmetro mínimo 3,0 cm e comprimento de 1,0 m): R\$ 20,00.

Como resultado, foi obtido o valor do estoque existente para cada tratamento, visando comparar o desempenho dos mesmos e selecionar aqueles recomendados para a condução posterior do plantio.

4.5.10 Análises Estatísticas

As análises estatísticas do experimento foram realizadas com o emprego do programa SAEG 9, considerando como variáveis: Diâmetro médio (Dg) , área basal (G), altura total, altura comercial, volume total por hectare e volume do sortimento por hectare.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estado atual do experimento

5.1.1 Sobrevivência e árvores dominadas

Como mostra a Tabela 8, a sobrevivência dos tratamentos variou entre 92% (tratamento 1) e 95,1% (tratamentos 3 e 7). A Figura 4 mostra que não existe correlação (0,346 %) significativa entre a área vital e a porcentagem de sobrevivência para os diferentes tratamentos.

Tabela 7: Percentuais de sobrevivência apresentados pelos diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, Cáceres - MT.

Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8
Área vital (m2)	6	8	10	12	5	6	7	8
Mortas	23	20	14	18	20	19	14	24
Dominadas	5	4	3	3	10	1	6	1
Total	288	288	288	288	288	288	288	288
Sobrevivência (%)	92,0	93,1	95,1	93,8	93,1	93,4	95,1	91,7

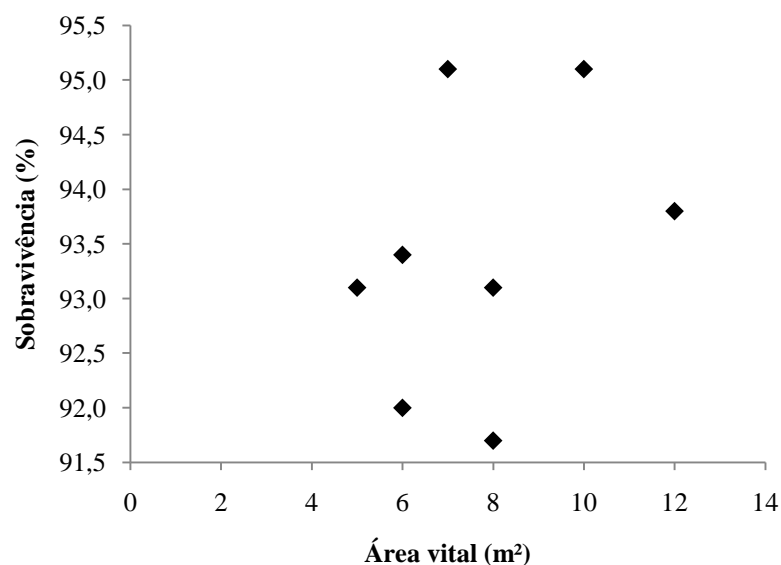


Figura 4: Relação entre a área vital (m²) e a porcentagem de sobrevivência nos diferentes tratamentos em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.

A sobrevivência dos tratamentos foi submetida a análises estatísticas, apresentando uma distribuição normal pelo teste de Liliefors e a ANOVA (Tabela 8) não mostrou significância para o teste de médias ao nível 5% de probabilidade, significando que para a sobrevivência não apresenta diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 8: Análise de Variância (ANOVA) para diâmetro médio, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	46,20587	23,10294	0,894
Tratamento	7	33,99884	4,856978 n.s.	0,188
Resíduo	14	361,7802	25,84145	
CVexp	5,443			

CV exp: coeficiente de variação experimental; n.s.: não significativo.

Quanto ao valor do coeficiente de variação experimental de 5,44%, demonstra que é um experimento bastante confiável, segundo Garcia (1989).

EVERT (1971), afirma que a sobrevivência é influenciada por espaçamentos até 3,5 m²/planta. Além deste valor, as causas, segundo o autor, seriam outras que não o efeito da competição entre plantas. Este fato foi constatado no presente experimento, uma vez que, em todos os tratamentos a área de cada planta foi superior a este valor.

Os resultados obtidos foram maiores que os apresentados por Macedo *et al.* (2009) em que a porcentagem de sobrevivência das mudas de teca no campo, no município de Paracatu - MG, avaliada aos 36 meses após o plantio apresentou um valor médio de 69,5%, com variação entre 67,5% a 70,4%. Estes resultados indicaram que, independente do espaçamento utilizado, as mudas de teca apresentaram potencial de estabelecimento na região de Paracatu - MG, e que houve uma seleção positiva para as plantas vivas remanescentes, que apresentaram, de alguma forma, potencial de sobrevivência frente às condições adversas do sítio em questão.

A Figura 5 mostra a relação entre a área vital das árvores e o número de árvores dominadas (árvores com Dap < 6 cm), mostrando que os tratamentos 5 e 7 foram aqueles que não apresentaram comportamento esperado, ou seja, quanto menor a área vital, maior o número de árvores dominadas. O número de árvores dominadas por tratamento exercerá influência no cálculo do valor médio das variáveis dendrométricas de interesse, como no caso do tratamento 5, onde o número de árvores dominadas diminuirá o valor médio das variáveis.

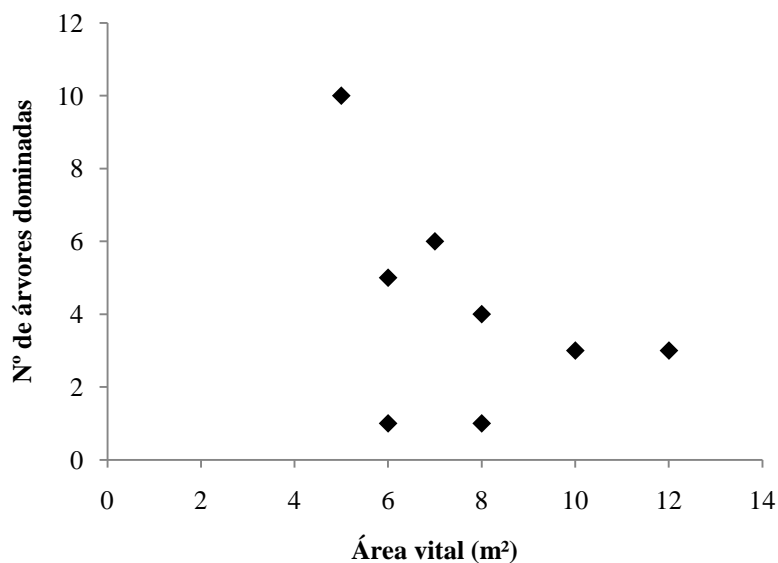


Figura 5: Relação entre a área vital e o número de árvores dominadas.

5.1.2 Distribuição dos diâmetros do experimento

A Tabela 9 mostra a frequência de árvores por classe diamétrica de cada espaçamento, sendo que a primeira classe representa as árvores mortas.

Tabela 9: Frequência de árvores por classe diamétrica em diferentes tratamentos, Cáceres-MT.

CLASSES (cm)	FREQUÊNCIA POR TRATAMENTO								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
MORTAS	23	20	14	18	20	19	14	24	152
2 –3,99	1	0	0	0	1	0	0	0	2
4 –5,99	4	4	3	3	9	1	6	1	31
6 –7,99	7	6	2	1	8	3	8	6	41
8 –9,99	14	11	7	6	9	7	5	8	67
10 –11,99	14	18	19	11	23	12	21	29	147
12 –13,99	47	34	38	14	58	50	38	51	330
14 –15,99	82*	60*	59	43	80*	67	76*	78*	169
16 –17,99	58	56	75*	55	55	85*	61	54	339
18 –19,99	29	41	44	63*	20	27	41	24	226
20 –21,99	8	13	18	52	5	14	17	10	137
22 –23,99	1	19	7	17	0	2	1	2	49
24 –25,99	0	4	0	3	0	0	0	0	7
26 –27,99	0	2	2	0	0	1	0	0	5
28 –29,99	0	0	0	2	0	0	0	1	3
TOTAL	288	288	288	288	288	288	288	288	2304

*Maiores frequências por classe de diâmetro por tratamento.

A Figura 5 mostra a relação entre as distribuições dos diâmetros para os tratamentos compostos por fileiras simples e a Figura 6 as distribuições dos diâmetros para os tratamentos compostos por fileiras duplas.

No primeiro caso, percebe-se que apenas o tratamento 2 não apresentou comportamento compatível com a área vital, apresentando uma distribuição dos diâmetros com bimodalidade, o que significa problemas no desenvolvimento desse povoamento. Os demais tratamentos apresentaram comportamento compatível com a área vital, ou seja, deslocamento da distribuição para o lado direito, significando árvores mais grossas em função da área vital maior.

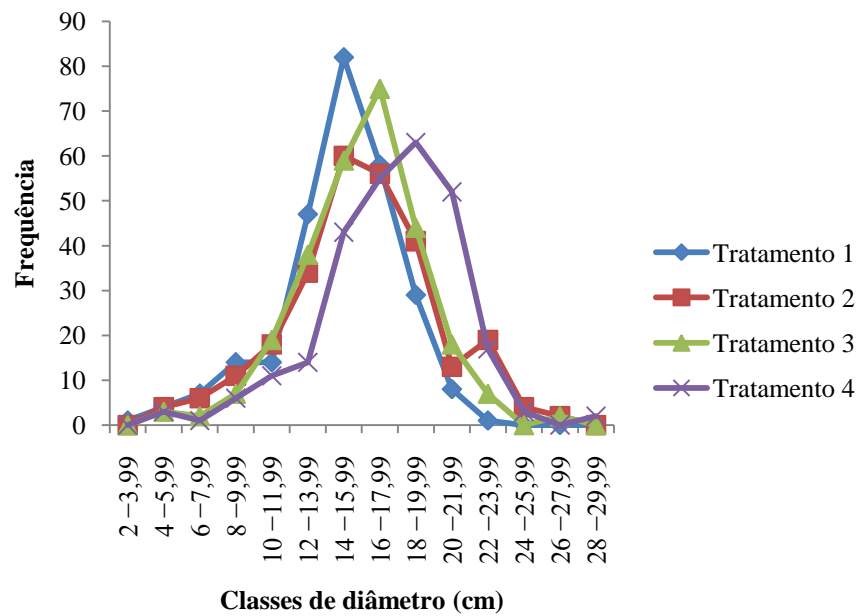


Figura 6: Distribuição dos diâmetros para os diferentes tratamentos, compostos por fileiras simples, em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.

No segundo caso, o tratamento 6 repete as circunstâncias do tratamento 2, apresentando um comportamento diferente do esperado. Com relação aos demais tratamentos, não se percebe uma influência significativa da área vital na distribuição dos diâmetros para os diferentes tratamentos.

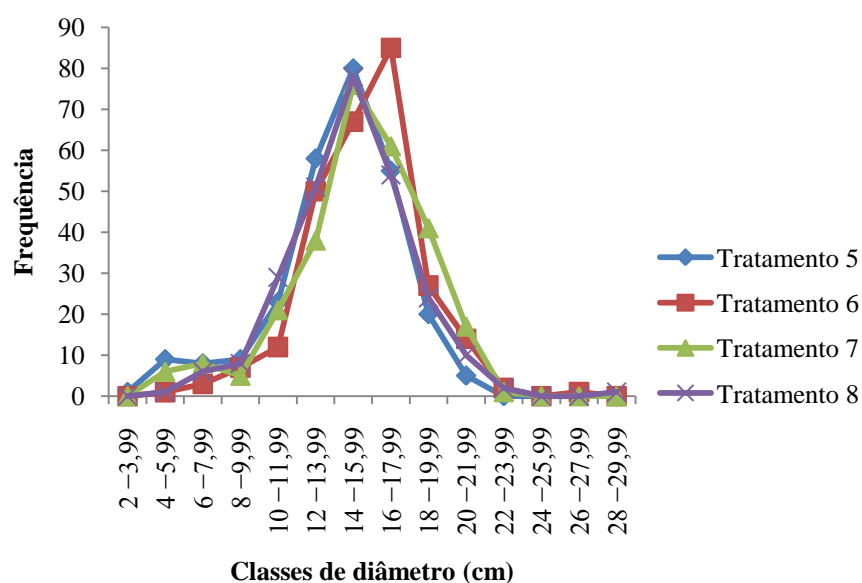


Figura 7: Distribuição dos diâmetros para os diferentes tratamentos, compostos por fileiras duplas, em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.

5.1.3 Variáveis dendrométricas de interesse

As variáveis dendrométricas de interesse estão apresentadas na Tabela 9.

Tabela 10: Médias das variáveis dendrométricas de interesse, em povoamento de Teca aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.

TRAT	DG	GHA	HT	HD
1	15,12	27,6305	13,08	15,99
2	16,47	24,8241	12,81	15,86
3	16,38	20,0579	13,26	15,89
4	18,08	20,0844	13,35	15,42
5	14,53	30,8683	13,07	17,01
6	15,90	30,8806	13,90	15,52
7	15,65	26,2330	13,10	15,97
8	15,20	20,7542	12,26	15,02

5.1.3.1 Diâmetro de área basal média (dg)

Os diâmetros médios dos tratamentos foram submetidos a análises estatísticas, onde apresentaram distribuição normal pelo teste de Liliefors e a ANOVA (Tabela 11) mostrou significância para o teste de médias ao nível de 5% de probabilidade, significando que a variável Dg apresenta diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 12). Quanto ao valor do coeficiente de variação (6,65%), demonstra que é um experimento bastante confiável, segundo Garcia (1989).

Tabela 11: Análise de Variância (ANOVA) para diâmetro médio, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	19,62772	9,813862	8,765
Tratamento	7	24,94543	3,563632	3,183
Resíduo	14	15,67557	1,119683	
CV exp	6,648			

CV exp: coeficiente de variação experimental

Tabela 12: Teste de média (Tuckey) para Dg, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.

Tratamento	Médias
4	18,0751 ^a
2	16,4736 ^{ab}
3	16,3837 ^{ab}
6	15,8992 ^{ab}
7	15,6485 ^{ab}
8	15,2022 ^{ab}
1	15,1229 ^{ab}
5	14,5327 ^b

A Figura 7, mostra a distribuição dos diâmetros médios por tratamento, podendo se verificar que entre os tratamentos 1 e 4 (referentes aos espaçamentos em fileiras simples) existe uma tendência de o diâmetro médio aumentar com a área vital. Esse mesmo comportamento não ocorre entre os tratamentos de fileira dupla (tratamento 5 a 8).

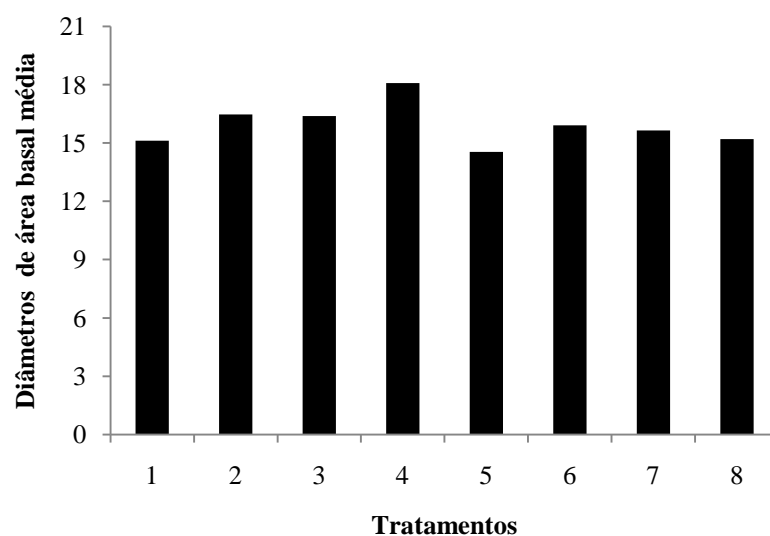


Figura 8: Distribuição dos diâmetros médios nos diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.

O tratamento que apresentou maior diâmetro médio foi o número 4 (maior área vital – fileira simples) e o de menor diâmetro foi o de número 5 (menor área vital – fileiras dupla).

Krishnapillay (2000), em seu trabalho, plantio jovem de Teca aos 27 meses, na Malásia, apresentou diâmetro médio de 10,4 cm em espaçamento 3,0 x 4,0m.

5.1.3.2 Altura total

As alturas totais do espaçamento apresentaram distribuição normal dos dados pelo Teste de Liliefors, porém a ANOVA (Tabela 13) não mostrou significância para o teste de médias ao nível de 5% de probabilidade, significando que a variável Ht não tem diferença significativa entre os tratamentos. Quanto ao coeficiente de variação experimental (6,37%), demonstra que é um experimento bastante confiável, segundo Garcia (1989).

Tabela 13: Análise de Variância (ANOVA) para Altura Total média ,em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
.	2	4,017175	2,0085587	2,879
Tratamento	7	4,522339	0,6460485n.s.	0,926
Resíduo	14	9,768750	0,6977679	
CVexp.	6,375			

n.s.: não significativo; CV exp: coeficiente de variação experimental.

A Tabela 14 demonstra a freqüência de árvores por classe de altura (metros), que foram distribuídas em classes de 2 metros de amplitude.

Tabela 14: Freqüências de árvores por classe de altura em diferentes tratamentos, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.

L.I.	C.C.	L.S.	FREQUÊNCIAS ALTURA TOTAL							
			1	2	3	4	5	6	7	8
2	2,995	3,99	0	0	0	0	0	0	1	0
4	4,995	5,99	0	1	0	0	1	1	2	1
6	6,995	7,99	5	6	3	2	9	1	5	2
8	8,995	9,99	8	10	8	4	7	3	10	18
10	10,995	11,99	33	43	34	24	42	10	40	70
12	12,995	13,99	140	147	110	142	132	114	124	153
14	14,995	15,99	76	60	86	90	59	116	72	20
16	16,995	17,99	3	1	33	8	13	24	20	0
18	18,995	19,99	0	0	0	0	5	0	0	0

A classe que apresentou maior número de árvores para todos os tratamentos foi o de classe 12 – 13,99 m, exceto o tratamento 6 onde a classe de maior freqüência foi de 14 – 15,99m.

As distribuições das alturas totais dos tratamentos estão apresentadas na Figura 8, podendo ser observado que o tratamento de maior altura total foi o de número 6, isso se deve ao fato de que em espaçamentos menores, as árvores crescem em altura. Apesar de o tratamento 5 apresentar menor área vital comparado com os demais tratamentos, não apresentou a tendência de que espaçamentos mais adensados crescem em altura.

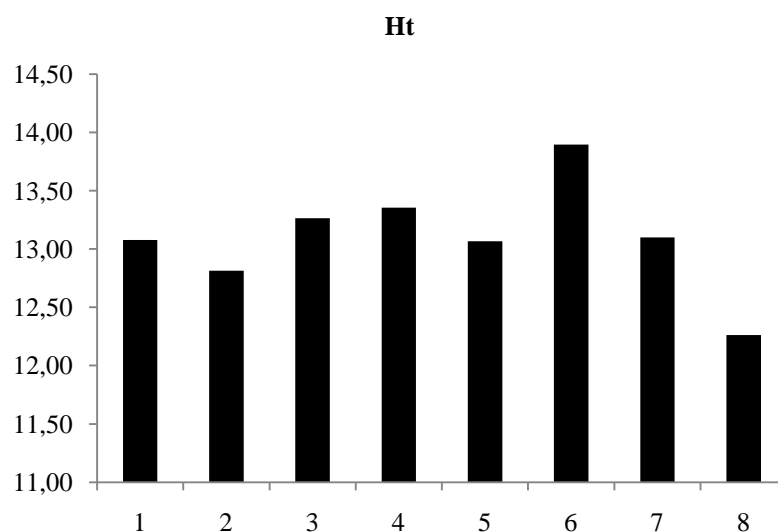


Figura 9: Distribuição das alturas totais médias nos diferentes tratamentos em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres – MT.

Husni (1998), apresenta dados de crescimento de Teca maduro, na Malásia, em vários grupos de solo, onde em espaçamento 2,4 x 2,4m apresenta uma média de altura total de 24,82 m e no espaçamento de 2,4 x 3,0m apresentou uma média de 18,74 m de altura.

Oliveira (2008), na mesma área de estudo, aos 114 meses, as alturas totais médias também não diferiram entre os espaçamentos, e encontrou um total geral de altura média de 13,93m de altura para os tratamentos 1, 2, 3 e 4.

5.1.3.3 Altura dominante

Neste trabalho não foi encontrado efeito dos tratamentos na altura dominante do povoamento. O total geral dos tratamentos da altura dominante foi de 15,83m. A distribuição das alturas dominantes pode ser observada na Figura 9.

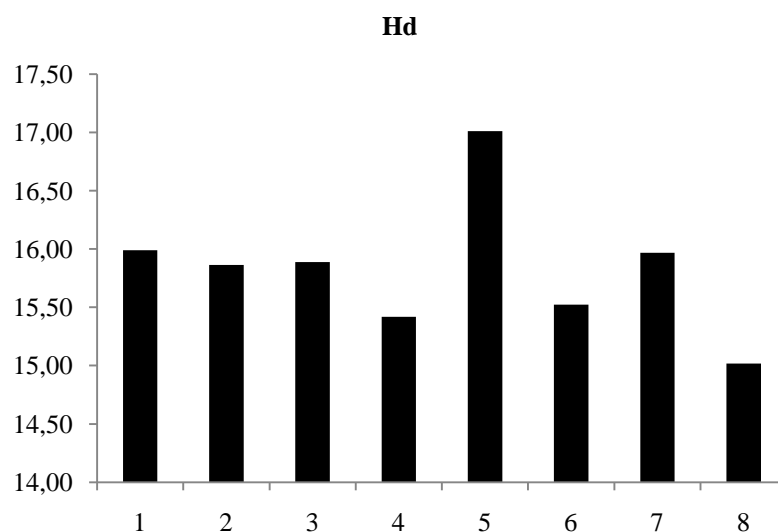


Figura 10: Distribuição das médias de altura dominante em diferentes tratamentos em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.

O Tratamento que apresentou maior média de altura dominante foi o de número 5, que foi de 17,01m, isso se deve ao fato desse espaçamento apresentar o menor espaço vital por plantas comparado aos outros tratamentos e também apresentou maior diferença entre a altura média total, isso pelo fato de que a distribuição aritmética das alturas para esse tratamento apresentou um maior número de árvores dominadas, influenciando na determinação da média aritmética das alturas totais.

Oliveira (2008), encontrou para mesma área, aos 114 meses, nos tratamentos 1, 2, 3 e 4, uma média de 15,27m de altura dominante. No presente trabalho, para os mesmos tratamentos foi encontrada uma média de 15,79m de altura dominante.

A altura dominante do povoamento é uma valiosa medida da qualidade de um sítio e há uma boa relação entre esta variável e a produção volumétrica total de um povoamento, não havendo relação com o espaçamento (FISHWICK, 1976).

5.1.3.4 Área basal por hectare

A área basal dos tratamentos extrapolados para hectare foi submetida a análise estatística, onde apresentou uma distribuição normal dos dados pelo Teste de Liliefors, e na ANOVA (Tabela 15) mostrou significância para o teste de médias ao nível de 5% de

probabilidade. Quanto ao coeficiente de variação experimental (9,42%), demonstra que é um experimento bastante confiável, segundo Garcia (1989).

Tabela 15: Análise de Variância (ANOVA) para Área Basal.ha⁻¹, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	2	135,5086	67,75430	12,051
Tratamento	7	431,6419	61,66313	10,967
Resíduo	14	78,71451	5,622465	
CVexp	9,422			

CV exp: Coeficiente de variação experimental.

Como pode ser observado na Tabela 16, os tratamentos 6 e 5 não diferiram entre si, as médias de área basal.ha⁻¹ variaram de 30,88m² a 30,86m² e foram superiores aos demais tratamentos. Os tratamentos 1, 7 e 2, as médias de área basal.ha⁻¹ não diferiram entre si e as médias variaram de 27, 63 a 24,82m².ha⁻¹. Os tratamentos 8, 4 e 3 apresentaram menores médias comparados aos demais tratamentos, e não diferiram entre si, as médias variaram de 20,75 a 20,05m².ha⁻¹.

Tabela 16: Teste de média (Tuckey) para Área Basal.ha⁻¹, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, Cáceres – MT.

Tratamentos	Médias
6	30,8806 ^a
5	30,8683 ^a
1	27,6305 ^a
7	26,2330 ^{ab}
2	24,8242 ^{ab}
8	20,7542 ^b
4	20,0844 ^b
3	20,0579 ^b

Os maiores valores de área basal por hectare não representam árvores de maior diâmetro e sim os tratamentos de maior densidade de plantio (número de árvores por hectare). Os de menores valores correspondem aos tratamentos de menores densidades.

No trabalho de Oliveira (2006), na mesma área de estudo, aos 114 meses, os tratamentos 1 e 2 diferiram dos tratamentos 3 e 4. Os tratamentos 1 e 2 apresentaram médias

superiores aos demais tratamentos, que variou de 26,08 a 23,81m².ha⁻¹. No presente estudo, as médias dos tratamentos 1, 2, 3 e 4 foram superiores ao encontrado pela autora, por o plantio estar com 132 meses de idade, também, os tratamentos 1 e 2 diferiram dos tratamentos 3 e 4, sendo suas médias superiores, demonstrando que o lapso de 18 meses não é suficiente, para promover alterações nos resultados.

5.2 Determinação de equação volumétrica

A determinação das equações volumétricas, para os modelos de Spurr (1), Schumacher – Hall (2) e Husch (3), para cada tratamento foi obtida com o processamento dos dados da cubagem rigorosa, cujas estatísticas relevantes para o melhor ajuste, são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17: Estatísticas relevantes para a determinação da equação volumétrica por tratamento, em povoamento de Teca, aos 11 anos de idade, em Cáceres - MT.

MODELO	TRAT	b0	b1	b2	R ² ajustado	Erro padrão	IF	F
1		*0,0070	2,754E-05		0,93	0,01289		742,47
2	1	-9,2238	2,0050	0,5504	0,92	0,15917	0,01291	352,82
3		-8,4583	2,2719		0,92	0,16597	0,01346	643,57
1		0,0119	2,740E-05		0,96	0,00878		1351,19
2	2	-9,5914	1,7718	0,9395	0,97	0,09123	0,00807	775,42
3		-8,2940	2,2272		0,95	0,11434	0,01012	968,30
1		0,0180	2,633E-05		0,91	0,01411		518,91
2	3	-9,1015	2,0101	0,5176	0,94	0,13833	0,01292	362,05
3		-8,3553	2,2358		0,93	0,14362	0,01342	667,28
1		0,0158	2,535E-05		0,87	0,01509		384,31
2	4	-9,5629	1,7362	0,9509	0,93	0,12161	0,01273	381,72
3		-8,1953	2,1682		0,90	0,14104	0,01476	552,24
1		0,0109	2,560E-05		0,91	0,01175		478,45
2	5	-9,2857	1,8401	0,7335	0,95	0,11736	0,00901	478,13
3		-8,1856	2,1744		0,94	0,13629	0,01047	696,13
1		0,0131	2,645E-05		0,93	0,01125		586,01
2	6	-9,2780	1,7932	0,7939	0,92	0,12037	0,01216	257,47
3		-7,8431	2,0686		0,90	0,13548	0,01368	396,42
1		*0,0055	4,743E-05		0,96	0,00981		937,09
2	7	-10,2322	1,8710	1,0760	0,97	0,09491	0,00926	814,07
3		-8,6716	2,3725		0,95	0,12780	0,01246	879,09
1		0,0188	2,434E-05		0,93	0,01321		564,90
2	8	-8,5212	1,8600	0,4419	0,93	0,13816	0,01192	301,80
3		-8,0098	2,1065		0,92	0,14712	0,01269	526,24

Onde: b₀, b₁, b₂= coeficientes; R² aj. = coeficiente de determinação ajustado; IF = índice de furnival; F = valor de F; n = número de observações; valores em negrito correspondem o modelo selecionado para cada tratamento; e * coeficiente não significativo ao nível 5% de probabilidade.

Desta forma, os respectivos modelos de equações volumétricas, por tratamentos, são apresentados na tabela 18:

Tratamento	Modelo	Equações	EP	IF
1	1	$V = 0,0070 + 2,754E^{-05} Dap^2 H$	0,01289	-
2	2	$\ln V = -9,5914 + 1,7718.Dap + 0,9395H$	0,09123	0,00807
3	2	$\ln V = -9,1015 + 2,0101.Dap + 0,5176H$	0,13833	0,01292
4	2	$\ln V = -9,5629 + 1,7362.Dap + 0,9509H$	0,12161	0,01273
5	2	$\ln V = -9,2857 + 1,8401.Dap + 0,7335H$	0,11736	0,00901
6	1	$V = 0,0131 + 2,645E^{-05} Dap^2 H$	0,01125	-
7	2	$\ln V = -10,2322 + 1,8710.Dap + 1,0760H$	0,09491	0,00926
8	2	$\ln V = -8,5212 + 1,8600.Dap + 0,4419H$	0,13816	0,01192

Pode ser observado que o modelo 3, não foi selecionado como o melhor para nenhum dos tratamentos, por apresentar como única variável independente, o diâmetro.

A análise de resíduos dos modelos estudados para os diferentes tratamentos não apresentou nenhuma tendenciosidade, conforme pode ser observado no ANEXO I.

Para fim de comparação entre os modelos de mesmo tratamento, utilizou-se o índice de furnival, para após aplicação deste índice, foi escolhido o modelo com menor índice. Para estimativa do volume dos tratamentos 2, 3, 4, 5, 7 e 8, o modelo escolhido foi o de número 2 (Schumacher – Hall). E para os tratamentos 1 e 6, o modelo escolhido foi o de número 1 (Spurr).

No trabalho de Drescher (2004) para estimativa de volume de teca, no espaçamento de 3 x 2 m, povoamento com 40 meses de idade, foi também utilizado o modelo de Schumacher – Hall, devido este modelo apresentar uma ligeira inferioridade do erro padrão de estimativa relativo em relação a outros modelos que o autor estava testando.

5.3 Determinação da função de forma

Para função de forma foi utilizado o modelo de Kozac, Munro & Smith (1969), os coeficientes obtidos pelo modelo, para os diferentes tratamentos e suas respectivas estatísticas estão apresentados na Tabela 12 e as análises dos resíduos estão apresentados no ANEXO 2.

Tabela 18: Coeficientes e respectivas estatísticas obtidas na função de forma, em diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, em Cáceres – MT.

TRAT	b0	b1	b2	R ²	Erro padrão	F
1	1,1655	-2,4046	1,5680	0,89	0,0761	2306,96
2	1,1542	-2,1760	-1,1995	0,93	0,0604	3588,37
3	1,1523	-2,1369	1,1864	0,90	0,0747	2179,02
4	1,1469	-2,2058	1,3216	0,88	0,0755	2021,20
5	1,1433	-2,3451	1,5190	0,87	0,0822	1577,90
6	1,1302	-2,2217	1,3816	0,89	0,0750	1861,17
7	1,1387	-2,1638	1,2524	0,92	0,0633	2465,74
8	1,1397	-2,1744	1,2692	0,89	0,0787	1674,15

Pode ser observado que para todos os tratamentos estudados, a equação apresentou R² superior a 0,85, confirmando que o modelo testado pode ser utilizado.

Esses coeficientes foram utilizados para o sortimento das árvores dos povoamentos e para o sortimento das árvores cubadas.

5.4 Volume Total

Depois de estimados os volumes ($m^3 \cdot ha^{-1}$) dos tratamentos, foram submetidos à análise estatística, apresentando distribuição normal pelo Teste de Liliefors e a ANOVA (Tabela 19) mostrou significância para o Teste de Médias, como pode ser observado na Tabela 20.

Tabela 19: Análise de Variância (ANOVA) para Volume. ha^{-1} , em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	7	3994,196	1997,098	8,102
Tratamento	2	12774,69	1824,955	7,403
Resíduo	14	3451,083	246,5060	
CV exp	11,840			

Tabela 20: Teste de média (Tuckey) para Volume. ha^{-1} , em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.

Tratamentos	Médias
6	169,1888 ^a
5	159,8835 ^{ab}
1	142,4345 ^{abc}
7	140,0860 ^{abc}
2	126,0714 ^{abc}
3	114,9065 ^{bc}
8	108,8019 ^c
4	99,4290 ^c

Os tratamentos 6, 5, 1, 7, 2 e 3 não diferiram entre si. O tratamento 6 e 8 diferiram entre si, assim como os tratamentos 6 e 4, porém o tratamento 8 não diferiu do tratamento 4. O tratamento 6, que possui o espaçamento mais adensado, possui maior média de volume, com $169,19m^3 \cdot ha^{-1}$. O Tratamento 4, menos adensado, possui menor média de volume comparado com os demais tratamentos, com $99,43m^3 \cdot ha^{-1}$. O tratamento 6 apresentou mais de 50% de volume por área que o tratamento 4.

No trabalho de Oliveira (2008), que comparou somente os tratamentos 1, 2, 3 e 4, concluiu que o tratamento 3 apresentou menor volume, aos 114 meses o tratamento apresentou um volume de 107,31 m³.ha⁻¹, no presente trabalho este espaçamento apresentou um volume de 114,90 m³.ha⁻¹ e não diferiu dos demais tratamentos.

Trabalho realizado por Figueiredo *et al.* (2005), na estimativa do rendimento volumétrico de um povoamento de Teca, no Estado do Acre, na idade de 11 anos, para espaçamento de 2 x 2,4m, estimou um volume de 135,633 m³.ha⁻¹ e para o espaçamento de 3 x 3 estimou um volume de 97,164m³.ha⁻¹. Comparando com o presente trabalho, para espaçamento equivalente ao estudado pelo autor, para área de aproximadamente 5m²/planta, foi estimado um volume de 169,188m³.ha⁻¹, sendo superior ao encontrado pelo autor. E para área de aproximadamente 9m²/planta, comparando com o presente trabalho, fazendo uma média entre os tratamentos 3 e 8, por apresentarem 10m²/planta e 8m²/planta respectivamente, apresenta um média de volume de 111,85m³.ha⁻¹, sendo também superior ao estimado pelo autor.

5.5 Sortimento do estoque existente

Depois aplicado a função de forma aos tratamentos, os resultados de volume por hectare do sortimento de toras para serraria e para o sortimento de toras para escoras, foi submetidos à análise estatística, apresentando distribuição normal Teste de Liliefors e a ANOVA (Tabela 21 e 22) não mostrou significância para o Teste de Médias para toras de serraria e para escoras mostrou significância (Tabela 23) ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 21:Análise de Variância (ANOVA) para Volume.ha⁻¹ para o sortimento de toras para serraria,em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	7	604,2623	302,1312	5,296
Tratamento	2	695,9367	99,41953	1,743
Resíduo	14	798,7175	57,05125	
CV exp	67,069			

Quanto ao coeficiente de variação experimental (67,069%), demonstra que não é um experimento confiável, segundo Garcia (1989).

Tabela 22: Análise de Variância (ANOVA) para Volume.ha⁻¹ para o sortimento de toras para serraria, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	7	5,126128	2,563064	0,046
Tratamento	2	1851,023	264,4318	4,764
Resíduo	14	777,1379	55,50985	
CV exp	28,896			

Quanto ao coeficiente de variação experimental (28,896%), demonstra que é um experimento confiável, segundo Garcia (1989).

Tabela 23: Teste de média (Tuckey) para Volume.ha⁻¹ toras para escoras, em diferentes tratamentos, para um povoamento de Teca, aos 11 anos, Cáceres – MT.

Tratamentos	Médias
7	38,2617 ^a
6	37,9312 ^a
5	32,7911 ^{ab}
1	24,9094 ^{ab}
3	21,9813 ^{ab}
8	18,4366 ^{ab}
2	17,2351 ^{ab}
4	14,7219 ^b

Como pode ser observado somente para volume.ha⁻¹ de toras para escora os tratamentos 7 e 4 diferiram entre si, com 38,26m³.ha⁻¹ e 14,7219m³.ha⁻¹ de média, respectivamente. Nota-se que para escora precisa-se de madeira com dimensões de diâmetro relativamente pequeno, superiores a 10 cm, por o tratamento 4 com maior área vital, conseqüentemente diâmetros de menores dimensões, apresentou menor média de volume de toras por hectare.

O sortimento foi feito para cada tratamento, sendo os resultados extrapolados para o hectare. O resultado dos sortimentos totais para serraria e escoras são apresentados nas Tabelas 24 e 25, respectivamente. Nela são apresentadas as quantificações do volume de toras de determinadas bitolas e comprimentos padronizados, caracterizando produtos previamente

definidos (serraria, escora e lenha). Esses valores são resultados de uma análise específica do fuste da árvore.

Tabela 24: Tratamentos e seus respectivos sortimentos totais para serraria, em povoamento de Teca, na idade de 11 anos, Cáceres-MT.

SERRARIA								
Tratamento	Área vital (m ²)	Nº covas	Nº árvores	Área (m ²)	Nº toras	Volume (m ³)	m ³ .ha ⁻¹	toras.ha ⁻¹
1	6,0	288	265	1728	2	0,09288	6,45001	110
2	8,0	288	265	2304	5	0,32907	17,13919	243
3	10,0	288	274	2880	5	0,31929	13,30394	226
4	12,0	288	269	3456	10	0,60502	21,00751	356
5	5,0	288	269	1440	1	0,05413	4,51054	83
6	6,0	288	269	1728	3	0,16629	11,54768	208
7	7,0	288	274	2016	3	0,17133	10,19828	179
8	8,0	288	264	2304	2	0,11401	5,93822	104

Tabela 25: Tratamentos e seus respectivos sortimentos totais para escoras na idade de 11 anos, Cáceres-MT.

ESCORAS								
Tratamento	Área vital (m ²)	Nº covas	Nº árvores	Área (m ²)	Nº toras	Volume (m ³)	m ³ .ha ⁻¹	toras.ha ⁻¹
1	6,0	288	265	1728	15	0,39991	24,90945	1042
2	8,0	288	265	2304	16	0,33091	17,23514	842
3	10,0	288	274	2880	18	0,52755	21,98133	736
4	12,0	288	269	3456	17	0,42399	14,72190	596
5	5,0	288	269	1440	15	0,39349	32,79110	1257
6	6,0	288	269	1728	20	0,54621	37,93115	1412
7	7,0	288	274	2016	24	0,64280	38,26168	1424
8	8,0	288	264	2304	13	0,35398	18,43660	699

5.6 Valoração do estoque

A Tabela 26 apresenta o volume total e os volumes parciais do sortimento, por hectare. A Tabela 27 mostra o valor do estoque existente, por categoria do sortimento e para o total. Verifica-se então que o tratamento 4 (6x2m) foi o que apresentou o maior valor total, seguido pelo tratamento 2 (4x2m).

Tabela 26: Volume total e por categoria do sortimento, para os diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, aos 11 anos, em Cáceres - MT.

Tratamento	Volume (m ³ .ha ⁻¹)			
	Serraria	Escoras	Lenha	Total
1	6,45001	24,90945	111,07504	142,4345
2	17,13919	17,23514	91,69707	126,0714
3	13,30394	21,98133	79,62123	114,9065
4	21,00751	14,7219	63,69959	99,429
5	4,51054	32,7911	122,58186	159,8835
6	11,54768	37,93115	119,70917	169,188
7	10,19828	38,26168	91,62604	140,086
8	5,93822	18,4366	84,42708	108,8019

Para valoração do valor total e por categoria utilizou-se os valores citados pela Tabela 1, onde para toras para serraria, escoras e lenha, foram utilizados os valores de R\$ 411,75/m³, R\$ 30,00/m³ e R\$ 20,00/m³ respectivamente.

Tabela 27: Valor total e por categoria do sortimento, para os diferentes tratamentos, em povoamento de Teca, aos 11 anos, em Cáceres - MT.

Tratamento	Receita (R\$.ha ⁻¹)			
	Serraria	Escoras	Lenha	Total
4	8649,84	441,66	1273,99	10365,49
2	7057,06	517,05	1833,94	9408,06
6	4754,76	1137,93	2394,18	8286,88
3	5477,90	659,44	1592,42	7729,76
7	4199,14	1147,85	1832,52	7179,51
1	2655,79	747,28	2221,50	5624,58
5	1857,21	983,73	2451,64	5292,59
8	2445,06	553,10	1688,54	4686,70

5.7 Avaliação dos diferentes tratamentos no valor do estoque

Conforme mostra a Tabela 18, o tratamento 4 (6x2m) foi o que apresentou o maior valor total, seguido pelo tratamento 2 (4x2m).

O tratamento 4 é o que apresenta a menor densidade de plantio, mas, em compensação o que apresenta as árvores com maiores valores de diâmetro e a segunda maior média aritmética das alturas. Essas dimensões afetam positivamente o aproveitamento dessas árvores para serraria (maior volume e número de toras por ha). Em função da diferença de preços

entre o volume destinado para a serraria, escoras e lenha, a receita calculada para esse tratamento superou todas as demais.

O tratamento 2 apresenta as mesmas características do tratamento 4, resultando na segunda maior receita entre os tratamentos avaliados.

O procedimento normal de manejo para povoamentos similares ao estudado, prevê a realização de desbastes ao longo do ciclo produtivo do mesmos. Os desbastes a serem efetuados diminuirão as diferenças de densidade de plantio dos diferentes tratamentos e o efeito dos mesmos sobre as dimensões das árvores remanescentes, também tenderá a diminuir a diferença entre os valores das variáveis dendrométricas de interesse.

Os resultados avaliados até a presente idade do povoamento de teca apontam para o espaçamento de 6x2 m como aquele que apresenta maiores valores de volume para serraria e receita bruta total. O espaçamento de 4 x 2m aparece como o segundo mais promissor, com receita total igual a 89,7% da receita do espaçamento 6x2m. Em terceiro lugar, aparece o espaçamento 4x2x2m, com receita total equivalente a 77% do espaçamento 6x2m.

6. CONCLUSÕES

Os tratamentos (diferentes espaçamentos) avaliados no presente trabalho, não resultam em diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade para as variáveis dendrométricas altura total (Ht) e altura dominante (Hd).

Com relação às variáveis, diâmetro de área basal média (Dg) apresenta diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade, entre os tratamentos 4 (6 x 2m) e tratamento 5 (3 x 2 x 2m)

Área basal por hectare ($G.ha^{-1}$), volume total por hectare ($Vt.ha^{-1}$), apresentam diferenças significativas entre os tratamentos 6 (4 x 2 x 2m) e 4 (6 x 2), ao nível de 5% de probabilidade.

O volume do sortimento expresso $m^3.ha^{-1}$ para os produtos madeira serrada e escoras para construção civil, não apresentam diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade.

A produção de toras de teca para serraria e o valor total da receita obtida pela exploração integral do estoque existente, mostrou que o tratamento referente ao espaçamento 6 x 2m foi o que apresentou maiores valores, vindo a seguir, os espaçamentos 4x2m e

4x2x2m, que apresentaram receitas totais equivalentes a 90,7% e 79,9% da receita do tratamento 6x2m.

7. RECOMENDAÇÕES

A principal recomendação deriva, de uma definição final, sobre qual o melhor espaçamento deve ser utilizada para obtenção dos objetivos propostos, só será conhecida após a avaliação do efeito dos desbastes.

Avaliar o experimento até seu ciclo final, que será na idade de 25 anos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCE, J.E. Um sistema de análise, simulação e otimização do sortimento florestal em função da demanda por multiprodutos e dos custos de transporte. Curitiba: UFPR – Setor de Ciências Agrárias, 2000, 125p. (Tese – Doutorado em Engenharia Florestal).

ASSMANN, E. The principles of forest yield study. Oxford: Pergamon Press, 1970. 506p.

BALLONI, E. A.; SIMÕES, J. W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **Série Técnica – IPEF**. V.1 n.3 p. 1 – 16. Piracicaba. 1980.

BERGER, R., SCHNEIDER, P. R., FINGER, C. A. G., HASELEIN, C. R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.2, p.75-87, 2002.

BRISCOE, C. 1995. *Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote*. CATIE, Informe Técnico N°. 270, Turrialba, Costa Rica. 45pp.

CHAVES, E., FONSECA, W. Teca – *Tectona grandis* L.f. **espécie arbol de uso multiple em América Central**. Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba. Costa Rica. 1991, Série Técnica, n. 179.

CONCEIÇÃO, M da. B. Comparação de métodos se estimativa de volume em diferentes idades em plantações De eucalytus grandis HILL. EX – MAIDEN. Paraná: UFPR, 2004. 144p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

CORDERO, L.D.F.; KANNINEN, M. 2003. *Hacia el manejo intensivo de la teca (Tectona grandis)em Centroamérica*. 10pp.

Disponível em: www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/PerezyKanninen1.pdf. Acessado em: 10/03/2010.

COVARI, L., PASSOS, C. A. M. Eficiência técnica e econômica da produção de mudas de teca (*Tectona grandis* L.f.) In: Congresso Florestal Brasileiro, VIII, 2003, São Paulo. Congresso Florestal Brasileiro, VIII. São Paulo: Monferrer Produções, 2003.

DRESCHER, R. Crescimento e produção de *Tectona grandis* L.f., em povoamentos jovens de duas regiões do Estado de Mato Grosso – Brasil. 2004. 133p. Universidade de Santa Maria Tese (Doutor em Engenharia Florestal)

EMBRAPA – (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Rio de Janeiro. 1982. (EMBRAPA – SNLCS, Boletim de Pesquisa).

EVERT, F. – Spacing studies: a review. Information report. FMR-X, Ottawa, (37): 1-95, dez.1971.

FIGUEIREDO, E. O. **O reflorestamento com teca (*Tectona grandis* L. F.) no estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA, 2001. 28p. (documento 65).

FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S. Análise Econômica de povoamentos não desbastados de *Tectona grandis* L.f., na microrregião do baixo rio Acre. *Cerne*. Lavras, v.11, n.4, p. 342 – 353. 2005

FIGUEIREDO, E. O.; SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A. D. de.. Seleção de modelos polinomiais para representar perfil e volume do fuste de *Tectona grandis* L. f. **Acta Amazonica**. Vol.36 (4). p. 465 – 482. 2006.

FISCHER, F.; SCOLFORO, J.R.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; MELLO, J. M. de.; MAESTRI, R. Exatidão dos modelos polinomiais não segmentados e das razões entre volumes para representar o perfil do tronco de *Pinus taeda*. **Ciência Florestal**. V.11, n.1, 2001.

GOULDING, C.J.; MURRAY, J.C. 1976. Polynomial taper equations that are compatible with tree volume equations. **New Zealand Journal of Forest Science**, 5(3): 313-322.

GRADUAL, L; KJAER, E. D.; SUANGTHO, V.; SAARDAVUT, P.; KAOSA-ARD, A. Conservation of genetic resources of teak (*Tectona grandis*) in Thailand. In: LINN, F. **DFSC Series of Technical Notes**. Humlebeak: Danida Forest Seed Centre, 1999. 38p.

HARRIS, J. M. Wood quality: forest management and utilization. In: WALKER, J. C. F. *et al.* **Primary wood processing: principles and practice**. London: Chapman & Hall, 1993. Cap. 15, p. 560-583.

HIGUCHI, N. **Informações básicas para o manejo florestal da *Tectona grandis* L.F. introduzida no alto Jaurú**. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso. Departamento de Engenharia Florestal. 1979.92 p. (mimeografado).

HOJER, A.G. **Tallers och granenes tillruxt**. Stocklan: Biran till Fr. Loven. Om vara barrskogar. 1903.

HUSCH, B; MILLER, C.I.; BEER, T.W. **Forest mensuration**. 3. Ed.: J. Wiley & Sons, New York. 402p. 1982.

HUSNI, A.. The preliminary performance of teak crop when planted on various soil types in Peninsular Malaysia. Estudio presentado en el Congreso de Ciencia y Tecnología de Malasia, Kuala Trengganu, Malasia. 1998

HRADETZKY, J. 1976. **Analyse und interpretation statistischer abränger keiten. (biometrische beiträge zu aktuellen forschungs projekten)**.Baden: Württemberg Mitteilungen der FVA. 146pp.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF) *Tectona grandis*. 2003. Disponível em: <http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp> Acesso em: 04 dezembro 2009.

KAOSA-ARD, A . Teak (*Tectona grandis* L. f.)-its **natural distribution and related factors**. Natural History Bulletin of the Siam Society. 1981.

KRISHNAPILLAY B. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. 2000. Disponível em: www.fao.org .Acesso em: 04 de dezembro de 2009.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con uno estudio de los climas de la Tierra**. México, Fondo de Cultura Económica, 488p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Tradução de Guilherme de Almeida-Sedas e Gilberto Calgnotto. Eschborn: Dt. Ges. für. Techn. Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, 1990.343 p.

MACEDO, R. L. G; GOMES, J. E.; VENTURIN, E.; SALGADO, B. G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no Município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, v.11, n. 1, p. 61-69, 2005.

MATRICARDI, W. A. **Efeito dos fatores do solo sobre o desenvolvimento da teca *Tectona grandis* L.F. cultivada na Grande Cáceres – Mato Grosso**.1989, 135 p. Dissertação (Mestrado – Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MENDONÇA, A. R. de. Modelagem não linear do crescimento e da produção de plantações florestais. 2010, 96p. Tese (Doutorado – Ciências Florestais) Universidade Federal de Lavras, Lavra-MG.

PANDEY, D.; BROWN, C. Teak: a global overview. **Unasyuva**, Roma, v. 51, n. 201, p.3-13, 2000.

PASSOS, C. A. M., GONÇALVES, M. R., PERES FILHO, O., MIYAKAWA, Y. M. Avaliação do método Taungya com *Tectona grandis* no município de Cáceres, Estado de Mato Grosso In: Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais, 2000, Manaus, AM. Sistemas Agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. v.1. p.51 – 54.

PASSOS, C. A. M., GONÇALVES, M. R., PERES FILHO, O., MIYAKAWA, Y. M. Crescimento inicial de teca *Tectona grandis*, em diferentes espaçamentos no município de Cáceres, estado de Mato Grosso In: Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas, VI, 2000, Porto Seguro, BA. Forest 2000. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. v.1. p.84 – 87.

PASSOS, C. A. M., GONÇALVES, M. R., PERES FILHO, O., PAULETO, D. Crescimento inicial de *Tectona grandis* L. f. em oito espaçamentos no município de Cáceres, MT In: Encontro de Iniciação Científica, IX, 2001, Cuiabá. Encontro de Iniciação Científica, IX. Cuiabá/MT: Ed. Universitária UFMT, 2001. v.1. p.304 – 304

PASSOS, C. A. M., PAULETO, D. Crescimento de *Tectona grandis* L.f aos 41 meses em oito espaçamentos, no município de Cáceres, MT In: Encontro de Iniciação Científica, XI, 2003, Cuiabá. Encontro de Iniciação Científica, XI. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2003. v.1. p.129 - 129

OLIVEIRA, J. R. V. **Sistema para cálculo de balanço nutricional e recomendação de calagem e adubação de povoamentos de teca – Nutriteca.** Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 93p. 2003.

OLIVEIRA, R., P., da R., P. E. de. Desempenho silvicultural de *Tectona grandis* L.f., em diferentes espaçamentos, no município de Cáceres, MT. Monografia (Título de Engenheira Florestal). Instituto de Florestas – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2008. 29p.

RAIJ, B.VAN. **Fertilidade do solo e necessidades de calcário e fertilizantes para o Estado de São Paulo.** Campinas. 1985.

RAIJ, B.VAN. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo. Editora Agronômica Ceres LTDA. 1991.

SILVA, V. S. M. **Bases biométricas para a análise de produção em reflorestamentos de *Tectona grandis* L.F. em Mato Grosso.** 70 f. Trabalho acadêmico. Universidade Federal do

Paraná – UFPR. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Curitiba, 1994.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; HOPPE, J. M.; DRESCHER, R.; SCHEEREN, L.W.; MAINARDI, G.; FLEIG, F. D. Produção de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n. 1, p. 129-140.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; KLEIN, J. E. M.; TOTTI, J. A.; BAZZO, J. L. Forma de tronco e sortimentos de Madeira de *Eucalyptus grandis* MAIDEN para o Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.79-88.

SCHULTZ, J. P. **Curso de Silvicultura I**. Merida: Universidade de Los Andes, Centro de Estudios de Posgrado, 1969. 29p.

SEMINÁRIO – O potencial da Teca Jovem. 10º Encontro de Reflorestadores de Mato Grosso. A teca Jovem. Associação de Reflorestadores de Mato Grosso. 2009. Disponível em: <http://www.tecajovem.com.br/?sessao=conteudo&cod=56> . Acesso em: 14/04/2010.

SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E. de; CUNHA, S. B. da. Padrões de canal do rio Paraguai na Região de Cáceres (MT). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 1, p. 167-177, mar. 2008.

SCHÖNAU, A. P. G.; COETZEE, J. Initial spacing, stand density and thinning in eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, n.29,p.245-266, 1989.

SCOLFORO, J. R. **Mensuração Florestal – Módulo 3: Relações quantitativas: em volume, peso e relação hipsométrica**. Lavras: ESALQ/FAEPE, 292p. 1993.

SCHÖEPFER,W. 1966. **Automatisierung des Massen, Sorten und Wertberechnung stenender Waldbestände Schriftenreihe Bad**. [S.l.]: Wurttt-Forstl., Não paginado.

TANAKA, N.; HAMAZAKI, T.; VACHARANGKURA, T. **Distribution, growth and site requeriments of teak**. Japan International Research Center for Agricultural Sciencies. 1998.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MULLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 487-494, 2003.

UGALDE, L.; PÉREZ, O. Mean annual volume increment of selected industrial Forest. FAO, working paper FP/1. Disponível em: <http://www.fao.org> Acesso em: 13 novembro de 2009.

VINCENT, L.; MORET, A.Y.; JEREZ, M. 2000. Comparación de algunos regímenes de espesura en plantaciones de teca en el área experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. *Rev. Foresta lVenezolana*, 44(2):87-95.

ANEXOS

ANEXO I: Distribuição dos resíduos das equações volumétricas de cada tratamento.

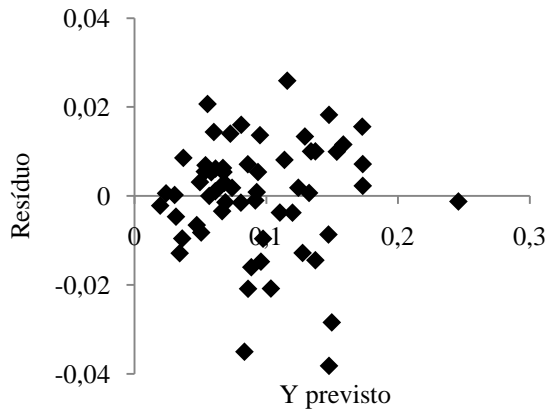


Figura 1: Distribuição dos resíduos do modelo 1 para o tratamento 1.

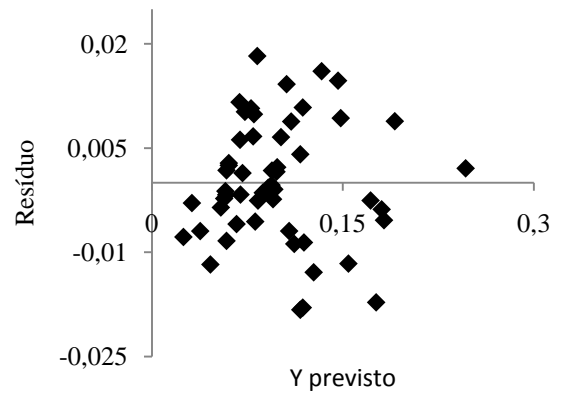


Figura 4: Distribuição dos resíduos do modelo 1 para o tratamento 2.

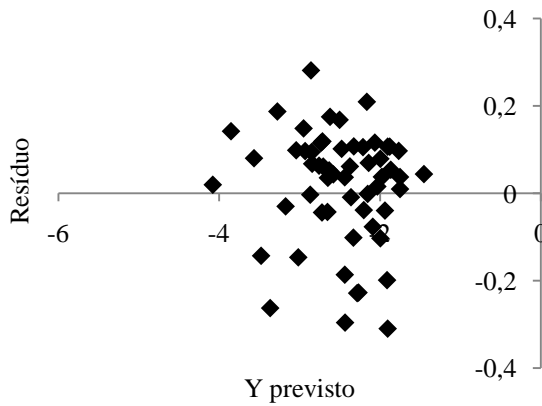


Figura 2: Distribuição dos resíduos do modelo 2 para o tratamento 1.

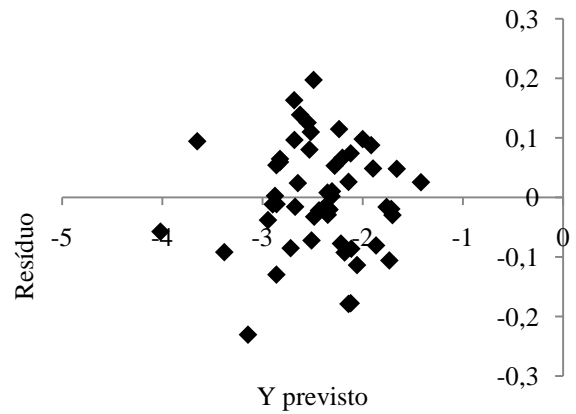


Figura 5: Distribuição dos resíduos do modelo 2 para o tratamento 2.

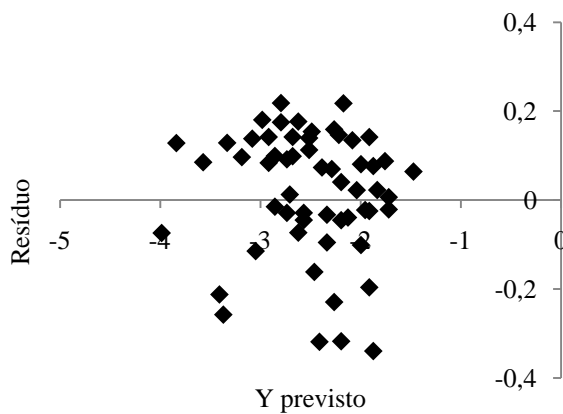


Figura 3: Distribuição dos resíduos do modelo 3 para o Tratamento 1.

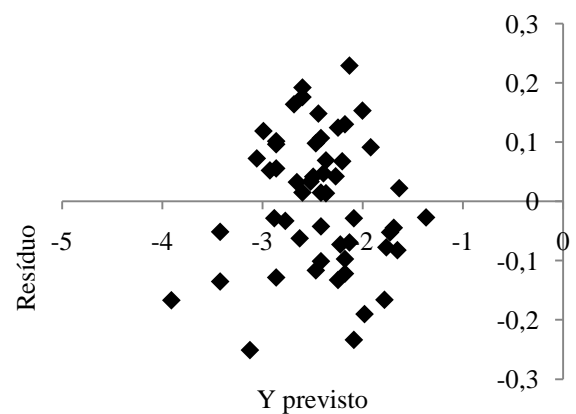


Figura 6: Distribuição dos resíduos do modelo 3 para o tratamento 2.

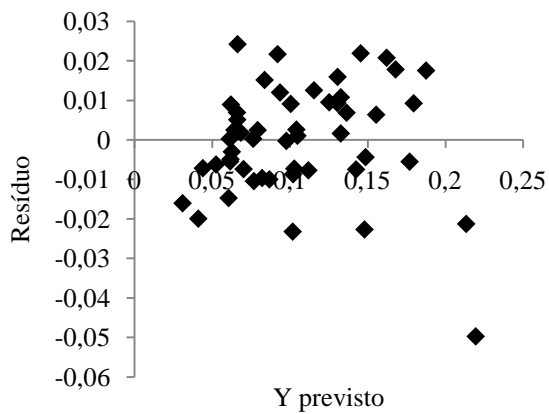


Figura 7: Distribuição dos resíduos do modelo 1 para o tratamento 3.

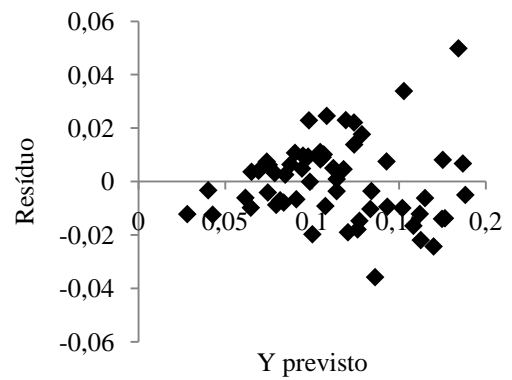


Figura 10: Distribuição dos resíduos do modelo 1 para o tratamento 4.

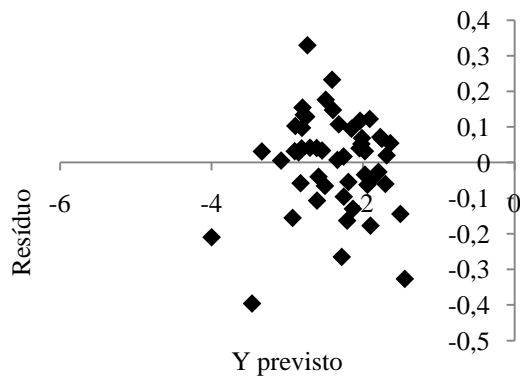


Figura 8: Distribuição dos resíduos do modelo 2 para o tratamento 3.

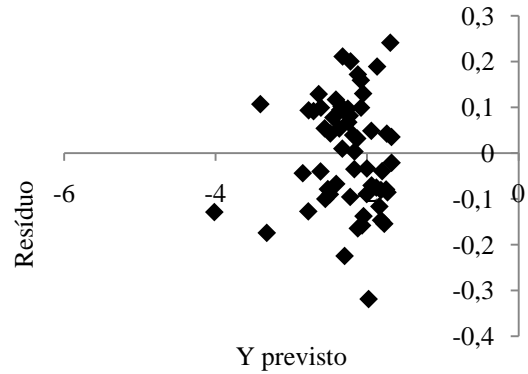


Figura 11: Distribuição dos resíduos do modelo 2 para o tratamento 4.

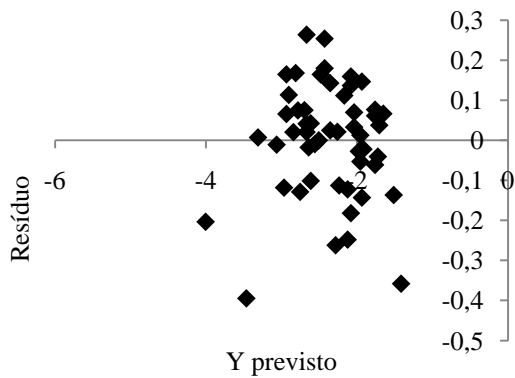


Figura 9: Distribuição dos resíduos do modelo 3 para o tratamento 3.

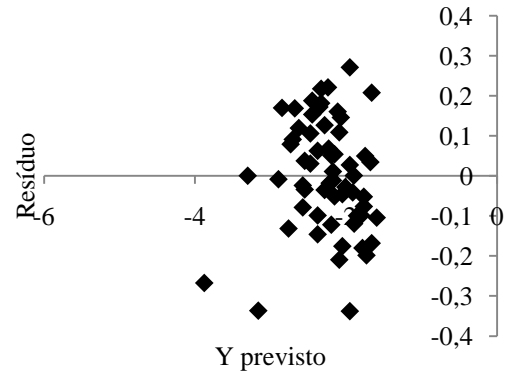


Figura 12: Distribuição dos resíduos do modelo 3 para o tratamento 4.

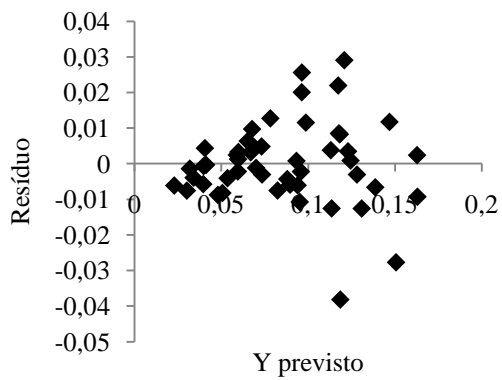


Figura 13: Distribuição dos resíduos do modelo 1 para o tratamento 5.

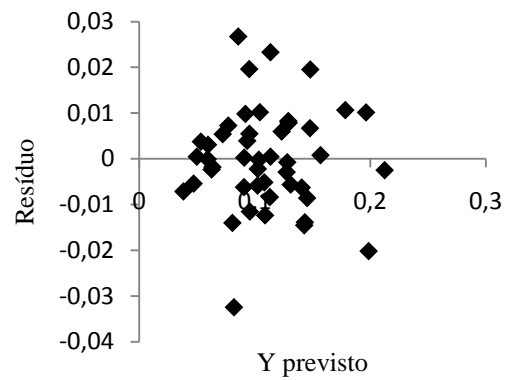


Figura 16: Distribuição dos resíduos do modelo 1 para o tratamento 6.

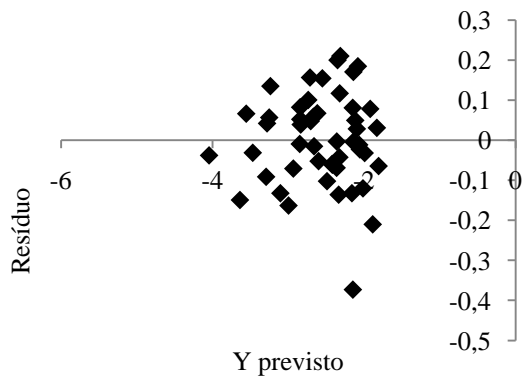


Figura 14: Distribuição dos resíduos do modelo 2 para o tratamento 5.

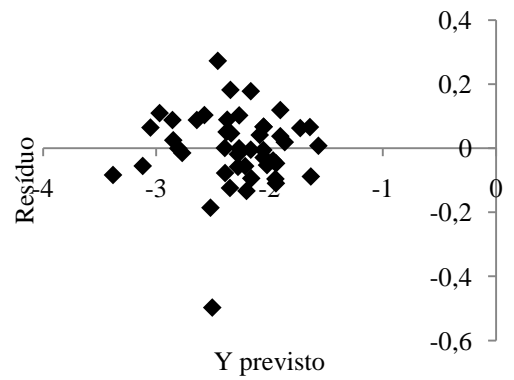


Figura 17: Distribuição dos resíduos do modelo 2 para o tratamento 6.

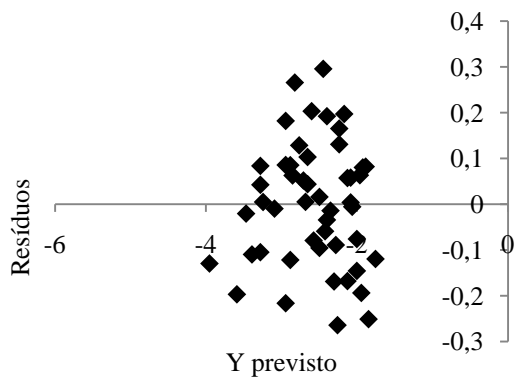


Figura 15: Distribuição dos resíduos do modelo 3 para o tratamento 5.

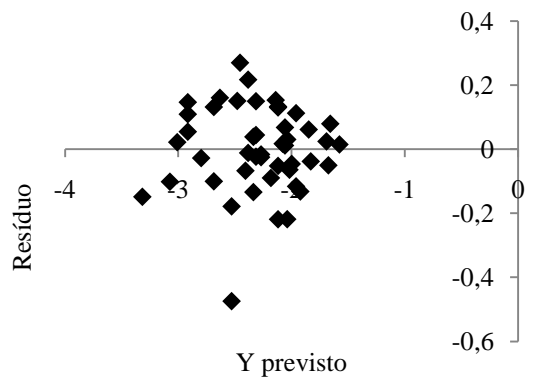


Figura 18: Distribuição dos resíduos do modelo 3 para o tratamento 6.

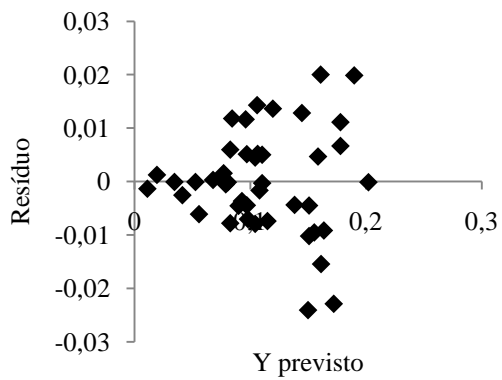


Figura 19: Distribuição dos resíduos do modelo 1 para o tratamento 7.

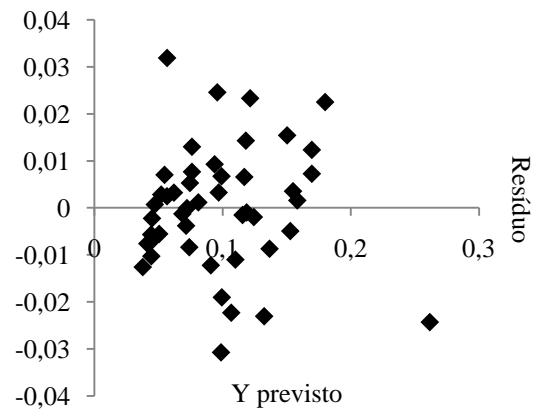


Figura 22: Distribuição dos resíduos do modelo 1 para o tratamento 8.

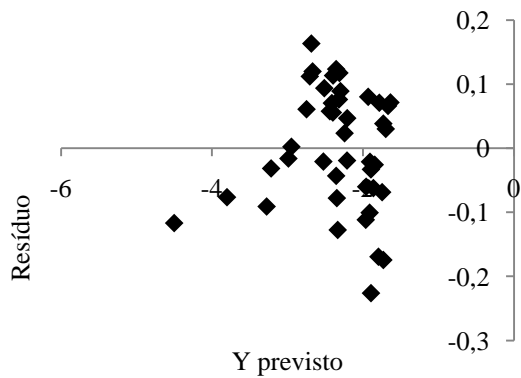


Figura 20: Distribuição dos resíduos do modelo 2 para o tratamento 7.

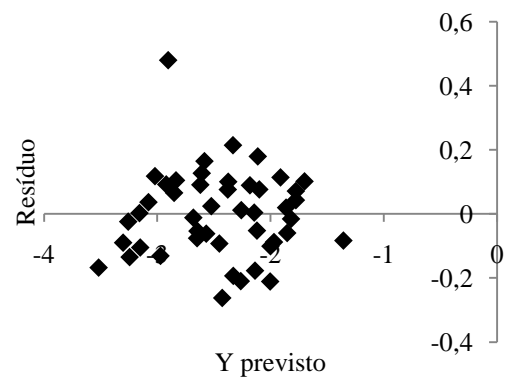


Figura 23: Distribuição dos resíduos do modelo 2 para o tratamento 8.

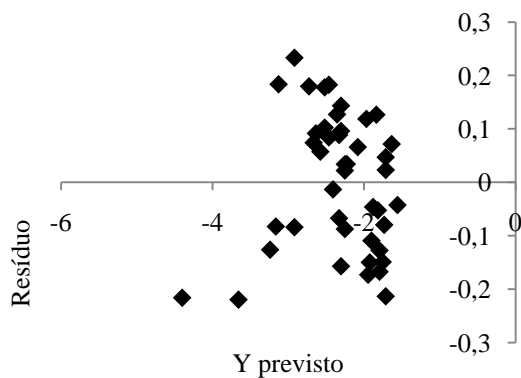


Figura 21: Distribuição dos resíduos do modelo 3 para o tratamento 7.

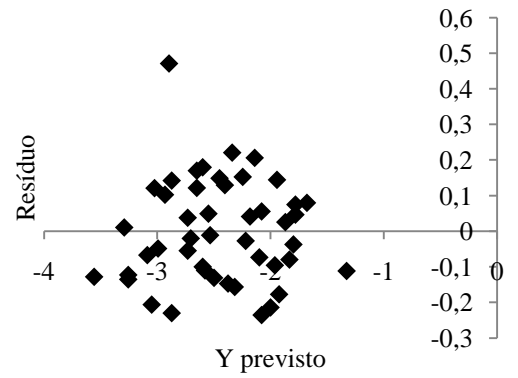


Figura 24: Distribuição dos resíduos do modelo 3 para o tratamento 8.

ANEXO 2: Distribuição dos resíduos da função de forma de Kozac, Munro e Smith (1969) para cada tratamento.

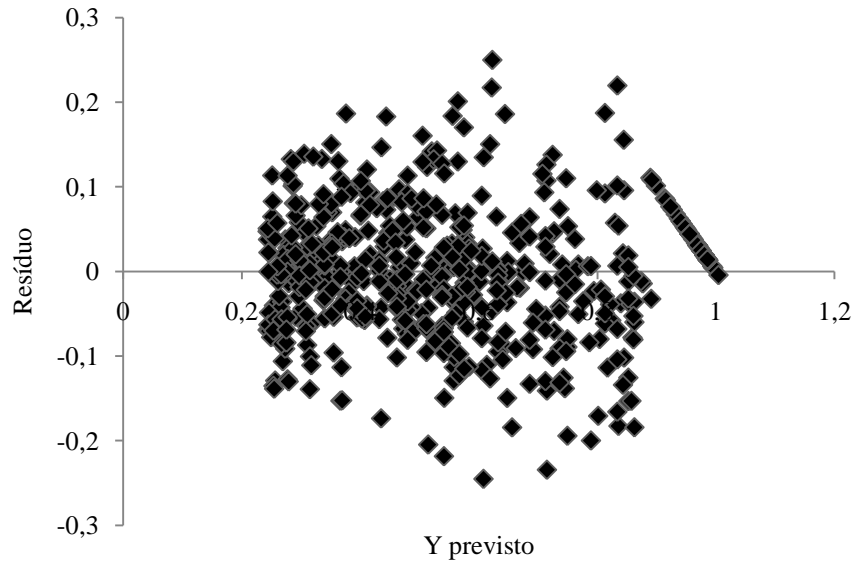


Figura 1: Distribuição dos resíduos da função de forma para o tratamento 1.

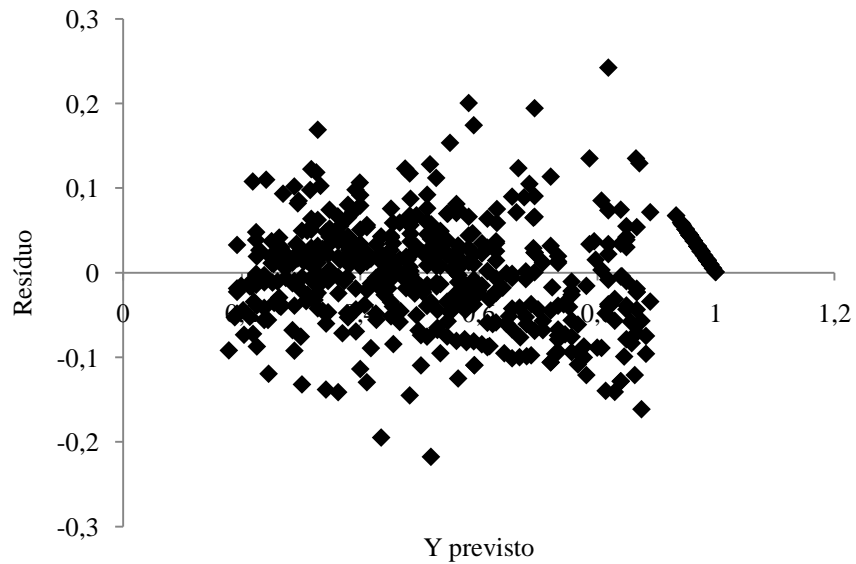


Figura 2: Distribuição dos resíduos da função de forma para o tratamento 2.

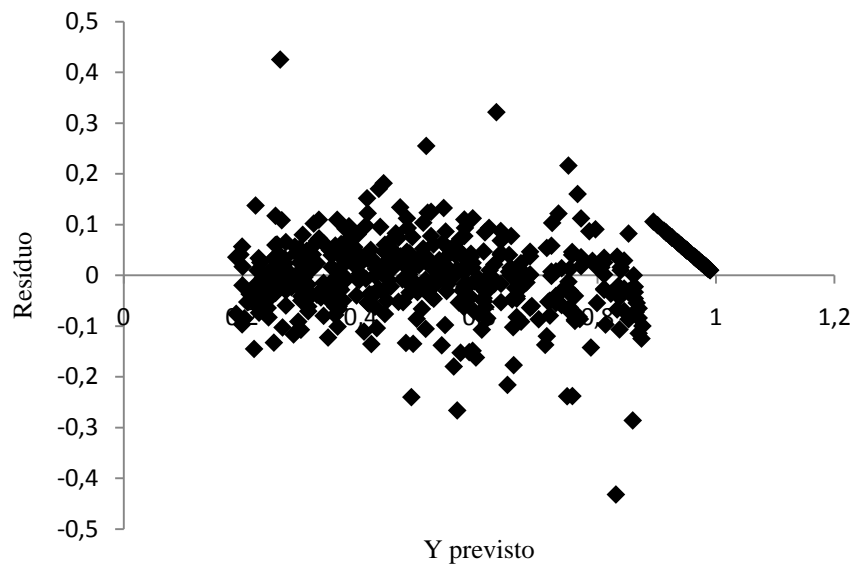


Figura 3: Distribuição dos resíduos da função de forma para o tratamento 3.

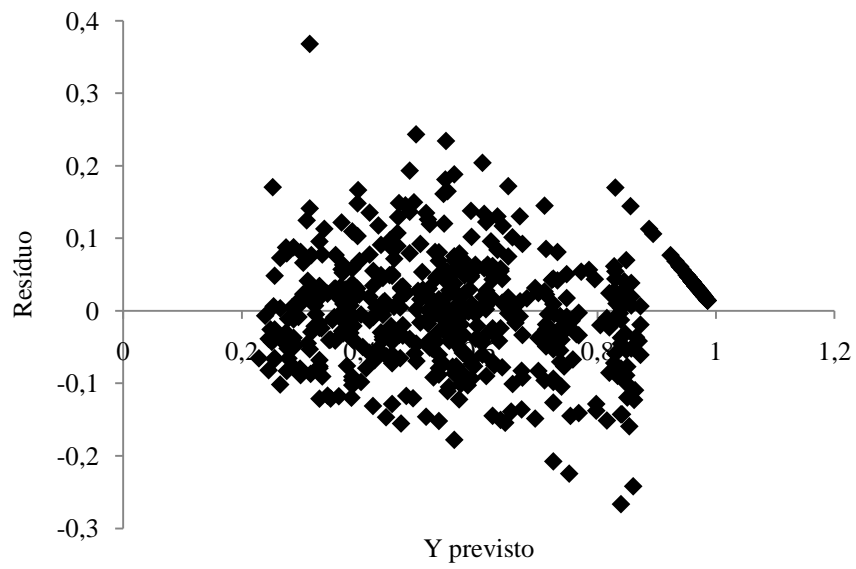


Figura 4: Distribuição dos resíduos da função de forma para o tratamento 3.

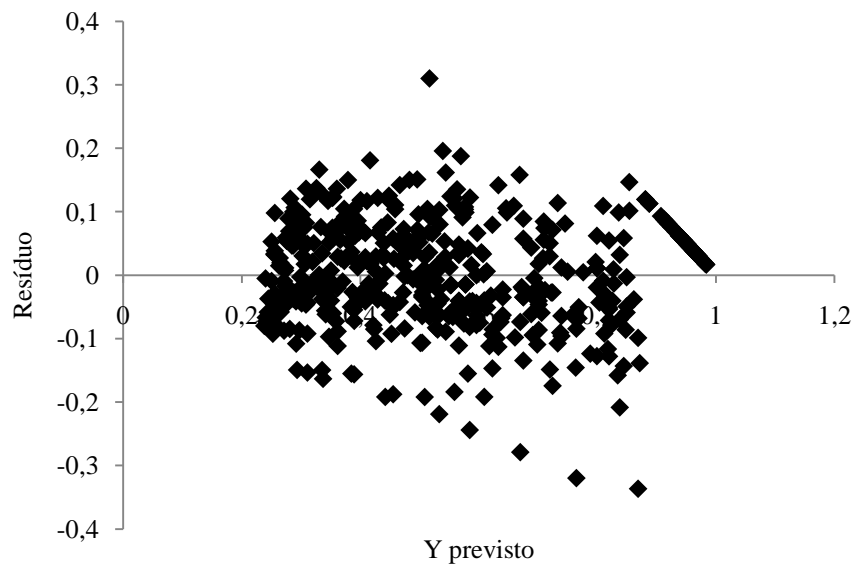


Figura 5: Distribuição dos resíduos da função de forma para o tratamento 5.

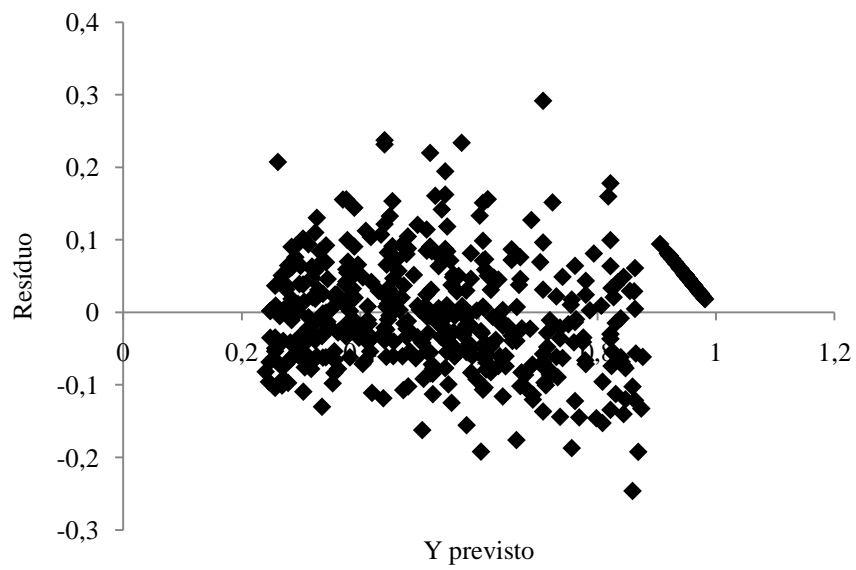


Figura 6: Distribuição dos resíduos da função de forma para o tratamento 6.

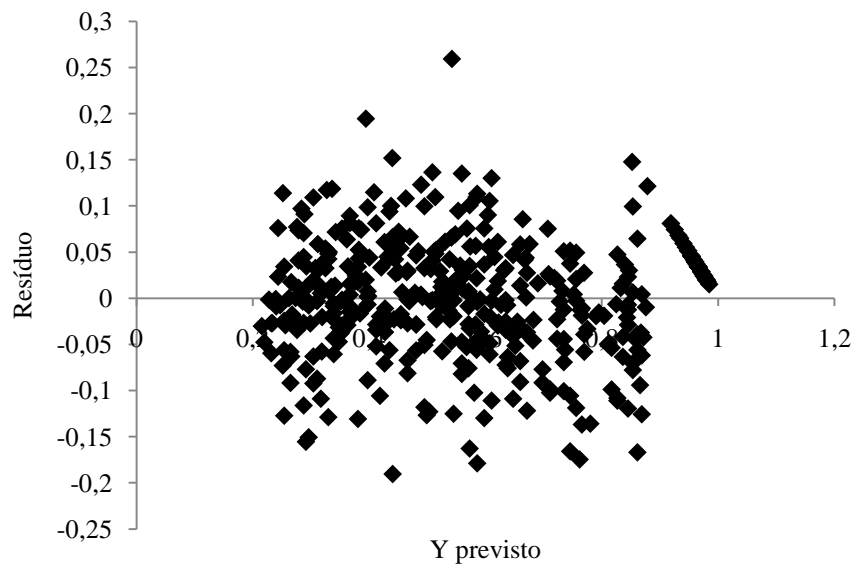


Figura 7: Distribuição dos resíduos da função de forma para o tratamento 7.

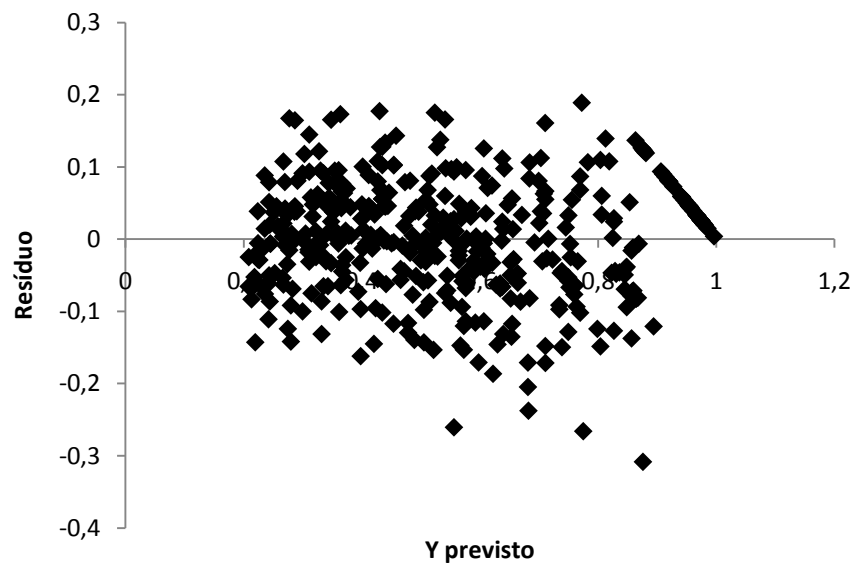


Figura 8: Distribuição dos resíduos da função de forma para o tratamento 8.