

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA E DO
ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO DE *Tectona
grandis* Linn f. EM GLÓRIA D'OESTE/MT**

BENO GUILHERME ZIECH

**CUIABÁ - MT
2011**

BENO GUILHERME ZIECH

**DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA E DO ÍNDICE DE
ESPAÇAMENTO RELATIVO DE *Tectona grandis* Linn f. EM GLÓRIA
D'OESTE/MT**

**Orientador: Prof. Dr. Versides Sebastião de
Moraes e Silva**

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia Florestal da Universidade
Federal de Mato Grosso, como parte das
exigências do Curso de Pós-Graduação em
Ciências Florestais e Ambientais, para
obtenção do título de mestre.**

CUIABÁ - MT

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

Z65d Ziech, Beno Guilherme.
Determinação da capacidade produtiva e do índice de espaçamento relativo de *Tectona grandis* Linn f. em Glória D'oeste/MT / Beno Guilherme Ziech, 2011.
viii,36 f. ; 30 cm : color. (incluem figuras e tabelas)

Bibliografia: fs. 34-36

Orientador: Versides Sebastião de Moraes e Silva
Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, 2011.

1. Teca. 2. Sítio. 3. Manejo florestal. 4. Índice de Hart-Becking.

CDU 630*8(817.2)

Catálogo na fonte: Maurício S.de Oliveira CRB/1-1860.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

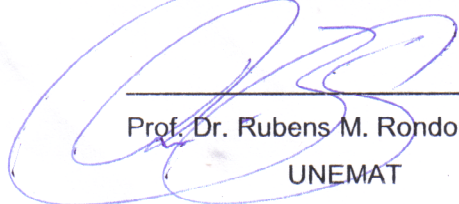
Título: Determinação da capacidade produtiva e do índice de espaçamento relativo de *Tectona grandis* Linn f. em Glória d'Oeste/MT.

Autor: Beno Guilherme Ziech

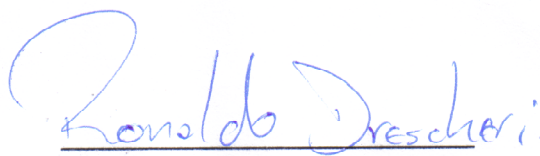
Orientador: Prof. Dr. Versides Sebastião de Moraes e Silva

Aprovada em 15 de Março de 2011.

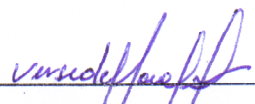
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Rubens M. Rondon Neto
UNEMAT



Prof. Dr. Ronaldo Drescher
UFMT/FENF



Prof. Dr. Versides Sebastião de Moraes e Silva
Orientador – UFMT/FENF

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, pela oportunidade de ensino e aprendizado.

À Incorial Imóveis e AGN Gestão Florestal Ltda., pela apoio no estudo.

Ao professor Versides, pelo ensino e orientação.

Ao professor Ronaldo, pelos conselhos e encorajamento.

Ao companheiro, entusiasta, colaborador e, principalmente, grande amigo, Moacir Martins de Moura, sem a ajuda de quem não teria sido possível concluir esta caminhada.

À minha companheira e eterna namorada Raiana Quirino de Souza Ziech.

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Teca (<i>Tectona grandis</i> Linn f.)	2
2.2. ANÁLISE DE TRONCO	4
2.3. CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA	6
2.4. ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. ÁREA DE ESTUDO	10
3.2. IMPLANTAÇÃO DO POVOAMENTO.....	11
3.3. COLETA DE DADOS	12
3.2.1. INVENTÁRIO FLORESTAL	12
3.2.2. ANÁLISE DE TRONCO	13
3.4. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA LOCAL	15
3.5. ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. ANÁLISE DE TRONCO	18
4.2. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA.....	21
4.3. ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO.....	27
5. CONCLUSÕES	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MODELOS DE CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO TESTADOS PARA A ÁREA SOB ESTUDO.....	16
TABELA 2 - INCREMENTOS MÉDIOS EM DIÂMETRO (D) E ALTURA DOMINANTE (H _{dom}) PARA TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) NA ÁREA ESTUDADA.....	20
TABELA 3 - INCREMENTOS MÉDIOS EM ÁREA BASAL (G) E VOLUME (V) PARA TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) NA ÁREA ESTUDADA.....	21
TABELA 4 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS OBSERVADOS PARA OS MODELOS DE DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA LOCAL.....	22
TABELA 5 - CLASSES DE SÍTIO ADOTADAS PARA <i>Tectona grandis</i> Linn f., CONSIDERANDO O MODELO DE WEIBULL, PELO MÉTODO DA CURVA MÉDIA.....	23
TABELA 6 – ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DO LOCAL PARA TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) ESTABELECIDAS PARA ÁREA ESTUDADA.....	24
TABELA 7 - RESULTADOS DO ESTUDO DE ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO (S%) DE TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.....	27
TABELA 8 - RESULTADOS DO ESTUDO DE ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO (S%) DE TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.....	28
TABELA 9: COMPORTAMENTO DA MORTALIDADE, ALTURA DOMINANTE E ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO TALHÃO 1 ATÉ A IDADE DE 144 MESES.....	30
TABELA 10 - ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO PARA PLANTIO DE TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.), EM FUNÇÃO DA ALTURA DOMINANTE E DENSIDADE INICIAL, EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.....	32
TABELA 11: NÚMERO DE ÁRVORES POR UNIDADE DE ÁREA PARA PLANTIO DE TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.), EM FUNÇÃO DA ALTURA DOMINANTE E ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO, EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.....	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL, DE TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.). (Fonte: Gradual <i>et al.</i> , 1999).....	4
FIGURA 2 - PROPORÇÃO DE ÁRVORES EM FUNÇÃO DA ALTURA DOMINANTE E DO ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO (S%). (Fonte: Scolforo, 1998).....	9
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	10
FIGURA 4 - MAPA DO PLANTIO DE <i>Tectona grandis</i> LINN F. EM ESTUDADO NO MUNICÍPIO DE GLÓRIA D'OESTE.....	12
FIGURA 5 - (A) SELEÇÃO DE ÁRVORES AMOSTRA EM CAMPO; (B) ABATE E MARCAÇÃO DAS ALTURAS DE CORTE; (C) IDENTIFICAÇÃO DOS DISCOS; (D) SECAGEM DOS DISCOS À SOMBRA.....	14
FIGURA 6 - ESQUEMA DE MEDIÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO: SEMI EIXOS 1-3 NO DISCO DO SENTIDO DO MAIOR DIÂMETRO.....	15
FIGURA 7 - PERFIL LONGITUDINAL DE DUAS ÁRVORES AMOSTRA DE <i>Tectona grandis</i> Linn f.: POVOAMENTO 1 (b) E POVOAMENTO 2 (a). OBS.: O ÚLTIMO ANEL, ACHURRADO EM TOM DE CINZA, CORRESPONDE À CASCA.....	19
FIGURA 8 - GRÁFICOS DE INCRMEMENTO MÉDIO EM DIÂMETRO E ALTURA PARA TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) NO MUNICÍPIO DE GLÓRIA D'OESTE, MT.....	20
FIGURA 9 - GRÁFICOS DE INCREMENTO MÉDIO EM ÁREA BASAL E VOLUME PARA TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) NO MUNICÍPIO DE GLÓRIA D'OESTE, MT.....	21
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DE RESÍDUOS PARA O MODELO DE CHAPMAN & RICHARDS.....	22
FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DE RESÍDUOS PARA O MODELO DE WEIBULL.....	22
FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DE RESÍDUOS PARA O MODELO DE GOMPERTZ.....	23
FIGURA 13 – COMPARAÇÃO DAS ALTURAS DOMINANTES COM O FEIXE DE CURVAS DE DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DESENVOLVIDO PARA ÁREA ESTUDADA.....	25
FIGURA 14 – FEIXE DE CURVAS ESTABELECIDO PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DO LOCAL, EM PLANTIO DE TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.....	26
FIGURA 15 – DETALHE DA ASSIMETRIA DAS CLAREIRAS FORMADAS APÓS RETIRADA DA ÁRVORE AMOSTRA.....	29
FIGURA 16 - CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ALTURA OBSERVADOS PARA ÁREA EM ESTUDO.....	30
FIGURA 17 – ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO EM FUNÇÃO DA IDADE PARA POVOAMENTO DE TECA (<i>Tectona grandis</i> Linn f.) EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO (TALHÃO 1).....	31

RESUMO

ZIECH, B. G. **Determinação da capacidade produtiva e do índice de espaçamento relativo de *Tectona grandis* Linn f. em Glória d'Oeste/MT.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. Prof. Dr. Versides Sebastião de Moraes e Silva.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a capacidade produtiva de local e o índice de espaçamento relativo de dois talhões de *Tectona grandis* Linn f., com idades de 9 e 12 anos, em lotação completa, sob espaçamento de 3 x 2 metros, localizados no município de Glória d'Oeste, MT. A base de dados empregada foi obtida mediante inventário florestal pela mensuração da altura total e DAP das árvores inseridas em 12 unidades amostrais de 30 x 30 m, aleatoriamente distribuídas. Complementarmente aos dados de inventário florestal foram cortadas 8 árvores dominantes em cada talhão para realização de análise total de tronco completa, sendo os discos retirados nas alturas: 0,1 m, 0,70 m, 1,30 m e a partir deste ponto em seções de 1,0 m, até altura em que o diâmetro do fuste fosse igual a 5,0 cm. Para determinação da capacidade produtiva aplicou-se a técnica de regressão não linear e os modelos foram ajustados pela aplicação da ferramenta *solver* do Excel 2007. O estudo dos anéis de crescimento indicou a existência de 9 e 12 anéis de crescimento, para as idades de 9 e 12 anos, respectivamente, e permitindo constatar alteração nas taxas de incremento das variáveis altura, DAP e volume aos 48 meses de idade, em ambos os talhões. Os ajustes indicaram que o modelo de Weibull apresentou os melhores resultados com Soma de Quadrados de Resíduos - SQR de 771,053 e Erro Padrão da Estimativa - $S_{yx}(\%)$ de 8,238. Os resultados demonstraram que os dois talhões (1 e 2) e a idades (9 e 12 anos) encontram-se em competição, sendo os valores do Índice de Espaçamento Relativo – S%, iguais à 11,64 e 13,30, respectivamente.

Palavras – chave: Teca, sítio, manejo florestal, índice de Hart-Becking.

ABSTRACT

ZIECH, B. G. **Classification of productive capacity and the index of relative spacing of *Tectona grandis* Linn f. in Gloria d'Oeste/MT.** 2011. Dissertation (MSc in Forestry and Environmental Sciences) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. Prof. Dr. Versides Sebastian de Moraes e Silva.

This study aimed to classify the productive capacity of local content and determine the relative spacing of two stands of *Tectona grandis* L. F., aged between 9 and 12, in full capacity, under space 3 x 2 m, located in the municipality of Gloria d'Oeste, MT. The database used was obtained through a forest inventory by measuring the total height and DAP of trees embedded in plots of 30 x 30 m, randomly distributed. In addition to forest inventory data were slaughtered 8 dominant trees in each stand to perform full analysis of the trunk, the discs being collected at heights: 0,1 m, 0,70 m, 1,30 m from this point on sections of a 1,0 m, even when the stem diameter was 5.0 cm. In the classification of the productive capacity of the site were tested models Chapman and Richards, Weibull and Gompertz, by aid of the tool Solver Excel 2007 software. The study of growth rings indicated the existence of 9 and 12 growth rings, for ages 9 and 12 respectively, revealed that the first inflection point in the rates of height, DAP and volume occurred at 48 months of age, in both plots. The adjustments indicated that the Weibull model showed the best results with Sum of Squares of Residues – 771,053 of SQR and standard error of estimate - Syx (%) of 8.238. The data obtained in the field showed that the two stands of trees are in competition, the values of the Index of Relative Spacing - S%, equal to 11.64 and 13.30 at the ages of 9 and 12, stands for a and 2, respectively. At the age of 48 months, given a mortality of 17,3% compared to the initial allotment, the value of S% was equal to 21,6%.

Key - words: Teak, site index, forest management, index of Hart-Becking.

1. INTRODUÇÃO

A *Tectona grandis* Linn f., ou simplesmente Teca, é uma espécie que vem ganhando grande destaque dentro do cenário florestal brasileiro nos últimos anos, sobretudo no Estado de Mato Grosso, em que os primeiros plantios datam do início da década de 1970. Os valores praticados na comercialização e as características tecnológicas de sua madeira, que lhe dão inúmeras utilizações, são alguns dos fatores que podem ser citados como responsáveis pelo destaque está espécie vem ganhando no cenário florestal.

Em virtude destas características, os plantios de Teca, em Mato Grosso, são encontrados em todo o Estado, contemplando as mais variadas latitudes e classes de solo, sendo encontrados, também, nos 3 biomas existentes: Cerrado, Pantanal e Amazônico.

Embora existam empresas especializadas no cultivo e manejo desta espécie não são raros os plantios de pequenos e médios produtores rurais, que vêem na Teca uma boa opção de investimento, o que leva ao plantio desta árvore nas mais variadas classes de sítio florestal.

Apesar da disseminação do cultivo da Teca em Mato Grosso, muitos dos plantios existentes não apresentam qualidade satisfatória, devido à prática inadequada de manejo a que foram submetidas.

A obtenção de um produto de qualidade ao final da rotação do plantio está relacionada à correta seleção do local e do material genético a ser empregado, realização de práticas silviculturais adequadas e à otimização dos recursos disponíveis do sítio, por meio do controle da densidade pelos desbastes.

Uma vez estabelecido o plantio florestal é possível determinar a potencialidade do sítio onde este se encontra, mediante avaliação da capacidade produtiva do local em função das variáveis dendrométricas, assim como influenciar a qualidade da madeira através da desrama e , também, pela regulação da densidade do plantio mediante índice de estocagem e pelos desbaste.

A classificação da capacidade produtiva do local permite ao detentor do projeto florestal estabelecer os diferentes níveis de produtividade do local, fundamental no manejo da floresta para obter produto de melhor qualidade. Esta informação é crucial, pois sem a qual poderiam ser alocados recursos além da capacidade de retorno do próprio sítio.

Outro fator de relevância dentro de uma floresta diz respeito à sua densidade de lotação. Da mesma forma que a carência de determinado nutriente ou o atraso na execução da desrama podem prejudicar os resultados de um projeto florestal, a quantidade inadequada de indivíduos por unidade de área pode comprometer severamente o desenvolvimento de uma floresta.

Destarte, o correto manejo de um plantio florestal passa, necessariamente, pelo conhecimento de suas potencialidades e alocação equilibrada dos componentes que formam o sítio florestal a todos os indivíduos arbóreos do plantio.

Como objetivos específicos do presente estudo, o autor pretende:

- Avaliar o emprego da técnica de análise de tronco para estudo do índice de espaçamento relativo;
- Realizar a determinação da capacidade produtiva do local, e
- Determinar o índice de espaçamento relativo para os dois talhões sob estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Teca (*Tectona grandis* Linn f.)

A *Tectona grandis*, é uma espécie pertencente à família *Lamiaceae*, com características caducifólias, folhas coriáceas, dispostas através de inserções opostas. As flores apresentam coloração esbranquiçada, tamanho pequeno e em grande número encontram-se reunidas em inflorescências do tipo panícula. O fruto é uma drupa e pode

conter até quatro sementes. Trata-se de uma árvore de grande porte, podendo atingir alturas que variam entre 25 e 35 metros e diâmetro a altura do peito igual, ou superior, a 100 cm (Lamprecht, 1990).

A *Tectona grandis* Linn f., popularmente conhecida como Teca (Brasil) ou Teak (Índia), tem se mostrado nos últimos anos como uma das grandes essências florestais de cultivo intensivo no Brasil, sobremaneira no Estado de Mato Grosso, com mais de 48.000 hectares de área cultivada, conforme constatado por Shimizu *et al.* (2007).

Neste Estado, o cultivo de Teca está em franca expansão, tendo em vista o alto valor comercial de sua madeira, associado às condições edafoclimáticas favoráveis encontradas em diversas regiões, conforme observado por Shimizu *et al.*, (2007) e Ângelo *et al.* (2009).

Seu tronco é habitualmente retilíneo, de seção circular e reduzida conicidade. A casca é gretada e de cor cinza ou marrom e embora não seja espessa, apresentando, geralmente 15 mm de espessura, demonstra ser termo isolante, conferindo elevada resistência ao fogo (Cáceres Florestal S/A, 2002).

A região natural de ocorrência da Teca são as florestas de monções do sudeste asiático, compreendendo a Índia, Mianmar, Tailândia e Laos, entre os meridianos 10° e 25°, sendo que a sua amplitude vertical varia entre 0 e 1300 metros, conforme observaram Lamprecht (1990), Tewari (1999) e Figueiredo (2005).

Conforme Figueiredo (2005), o cultivo desta essência fora de sua região de ocorrência natural possui registros de vários séculos atrás, sendo que sua introdução no continente americano, mais especificamente na região do Caribe, ocorreu no ano de 1880. Os primeiros plantios no Estado de Mato Grosso remontam ao ano de 1971, realizados na região de Cáceres, pela Serraria Cáceres S.A.

Apesar de já existirem plantios comerciais de Teca, no Estado de Mato Grosso, desde o início da década de 1970, ainda se conhece pouco sobre a origem do material genético empregado em tais povoamentos (Matricardi, 1989). Estudos mais recentes indicam a Índia e a Malásia como possíveis locais de origem do material genético

empregado em plantios da região de Cáceres, Mato Grosso (Alcântara, 2009).

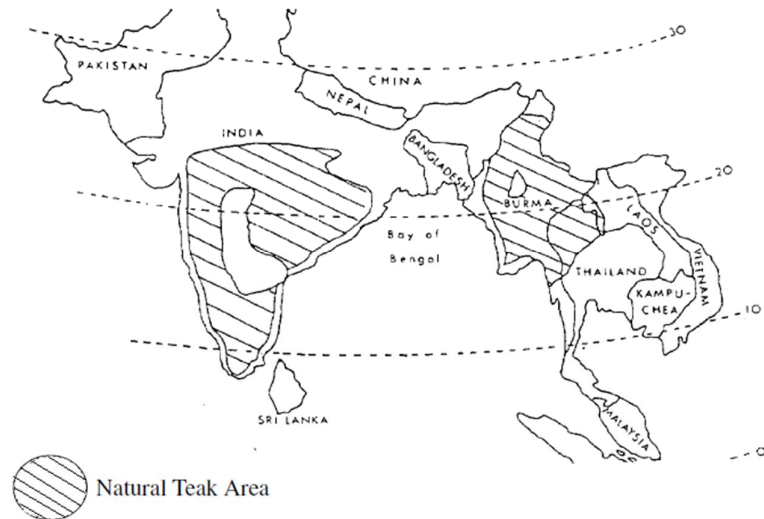


FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL, DE TECA (*Tectona grandis* Linn f.). (Fonte: Gradual *et al.*, 1999).

Embora a Teca seja encontrada em diversas regiões dentro da faixa tropical e subtropical, a produtividade observada difere para cada uma destas regiões. Em seus estudos sobre a Teca no estado de Mato Grosso, Shimizu *et al.* (2007), observaram que os povoamentos avaliados apresentavam produtividades extremamente variáveis em função da diversidade de condições físicas e nutricionais do solo, combinadas com os diferentes graus de tratamentos culturais implementados.

Para Enters (2000), cultivos comerciais de Teca podem ser realizados sob diferentes condições, o que ajudaria a explicar a grande variabilidade de sítios com plantios desta espécie, contudo, altas produtividades só podem ser esperadas em sítios de boa qualidade.

2.2. ANÁLISE DE TRONCO

O técnico responsável pela tomada de decisão no manejo de uma floresta necessita embasar suas ações em dados técnicos oriundos

da própria floresta. Via de regra, esta base de dados é obtida através de inventário florestal contínuo, todavia, não são raros os casos onde os levantamentos não foram executados. Na maioria das situações, é possível recuperar as informações de crescimento e produção do povoamento florestal através da técnica de análise de tronco (Barusso, 1977).

Para algumas espécies florestais é possível resgatar o incremento corrente anual, por meio dos anéis de crescimento. Este registro natural é uma fonte de dados importantíssima para a definição do planejamento silvicultural, que até então possuía acompanhamento (Figueiredo, 2001).

Conforme Encinas *et al.* (2005), a análise de tronco apresenta-se como uma interessante alternativa para se avaliar o crescimento passado de uma árvore, de forma rápida e precisa, e permite a realização de inferências sobre a produção futura da floresta. A produção florestal de um determinado povoamento ou floresta nativa é estimada a partir do estudo do crescimento das árvores individuais ou da floresta como um todo. Em geral, este tipo de estudo é realizado por meio de inventários florestais contínuos realizados em parcelas permanentes, em intervalos de tempo pré-determinados (normalmente de 3, 5 ou 10 anos).

A análise de tronco pode ser explicada como sendo o estudo de certo número de seções transversais retiradas do tronco de uma árvore, para determinar seu crescimento e qualidade, em diferentes períodos de sua vida (Barusso, 1977).

O conhecimento do crescimento passado de uma árvore pode ser obtido por análise desta técnica, que permite verificar como uma árvore cresce em altura e diâmetro e como ela muda de forma à medida que aumenta o volume (Campos e Leite, 2002).

O crescimento em diâmetro de uma árvore ocorre através da superposição de camadas de madeira. Uma primeira fase corresponde ao pleno crescimento da árvore e ocorre no período chuvoso e de altas temperaturas. Uma segunda fase corresponde à redução do crescimento da árvore e ocorre no período seco e frio. Estas duas fases compõem um anel de crescimento anual, sendo que para determinar a idade e

crescimento do indivíduo, deve-se contar e medir tais anéis, respectivamente (Scolforo, 1997).

Embora o uso de análise de tronco seja empregado em espécies com maior nitidez dos anéis de crescimento, em especial as coníferas, o emprego desta técnica para o estudo de povoamentos de *Tectona grandis* já foi realizado por Drescher (2004) e Figueiredo (2001), demonstrando ser uma ótima alternativa para povoamentos onde não existem dados oriundos de inventário florestal contínuo.

A análise de tronco possui duas técnicas distintas quanto à obtenção dos dados, sendo a primeira técnica a análise completa de tronco – ACT e a segunda técnica a análise parcial de tronco – APT. A análise parcial de tronco tem por objetivo estudos de crescimento em volume, área basal e diâmetro, enquanto a análise completa de tronco objetiva o crescimento em altura, cuja maior finalidade é a construção de índices de local (Campos e Leite, 2002).

2.3. CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA

Conforme Burger (1980), sítio é o conjunto de fatores ecológicos que influem no desenvolvimento de povoamentos florestais existentes em um determinado local, sendo que tais fatores podem ser desdobrados em fatores climáticos, edáficos e biológicos.

Já para Selle et al. (1994), em um povoamento florestal, uma árvore é influenciada pelos fatores genéticos integrados com o meio ambiente, o qual compreende os fatores climáticos, edáficos, topográficos e a competição com outros vegetais e animais.

Durante o manejo de um povoamento florestal, a maioria das decisões envolve avaliação da capacidade produtiva das áreas florestais em estado de ordenação, sendo que muitas são as maneiras de se determinar o potencial produtivo de um local pelos inúmeros elementos que influem no sítio, que além de possibilitar diversas maneiras de determinação, torna o levantamento bastante complexo (Schneider e Schneider, 2008).

A qualidade do sítio florestal é considerada como o potencial produtivo da terra, sendo obtida, geralmente, através de medições, e são expressões integradas de todas as influências biológicas e ambientais no crescimento das árvores (Scolforo, 1997).

Já para Campos e Leite (2002), a qualidade do local, ou sua capacidade produtiva, é tratada como o potencial produtivo de madeira de um determinado sítio, para uma determinada espécie ou clone.

Ainda conforme Burger (1980) é possível diferenciar cinco metodologias de classificação de sítio: mediante fatores climáticos, fatores edáficos, a vegetação baixa, a classificação multifatorial e mediante elementos dendrométricos do próprio povoamento.

Dentre as técnicas existentes para estudo de sítios florestais, a mais difundida é aquela onde se empregam curvas de índice de local, determinadas através do uso da altura dominante. Este método pode ser ainda classificado quanto ao tipo de curva empregado, sendo um o método de curvas polimórficas, geradas através de dados oriundos de mensurações consecutivas da floresta em estudo, ou o método de curvas monomórficas, quando todas as curvas são equidistantes e obtidas através da curva média resultante do ajuste de um modelo biométrico (Burger, 1980 e Schneider e Schneider, 2008).

A classificação por índices de local constitui um método prático e consistente de avaliação da qualidade do local, pois todos os fatores ambientais são refletidos de modo interativo no crescimento em altura, a qual também está relacionada com o volume. A isto, somam-se os fatos de que a altura das árvores mais altas quase não sofre influência do espaçamento e que a classificação se dá por uma expressão numérica, ao invés de uma descrição qualitativa (Campo e Leite, 2002).

Neste tipo de estudo, o ajuste de dados de altura como função da idade exige o emprego de uma idade de referência, ou idade índice, denominada idade de referência. Esta idade é descrita por Schneider e Schneider (2008) como uma idade padrão escolhida arbitrariamente, idade esta onde se compara a altura dominante dos sítios. A determinação desta idade deve obedecer à rotação, sendo fixada próximo a ela.

Para Cruz et al. (2008), existem, no Brasil, inúmeros estudos visando a classificação de sítios sob povoamentos de Eucalipto e Pinus, todavia tais estudos ainda são insipientes para Teca. Ainda para este autor, muitos dos estudos desenvolvidos para Teca lançaram mão de funções empíricas, com pouca relevância biológica. De acordo com campos e Leite (2002), em estudos de crescimento e produção de povoamentos florestais é preferível a adoção de modelos com considerações biológicas, sob pena de se incorrer em interpretações equivocadas.

2.4. ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO

Conforme Schneider e Schneider (2008), a densidade de um povoamento florestal pode ser interpretada como o grau de aproveitamento do solo pelas árvores, estando implícito o nível de utilização dos fatores de crescimento locais, como: água, luz, CO₂ e nutrientes.

Burger (1980) observa que caso a densidade do povoamento seja muito baixa, as árvores não aproveitam todos os fatores disponíveis no sítio, resultando em produção aquém da esperada, mas por outro lado se a densidade do povoamento for muito elevada, nutrientes, água e luz à disposição das árvores não serão suficientes.

Desta forma, o estudo e controle da densidade do povoamento é crucial como elemento de suporte na tomada de decisão do silvicultor, sendo imprescindível a adoção de critério que possibilite a estimativa desta variável. Uma alternativa a isto é a utilização do Índice de Densidade Hart-Becking ou Índice de Espaçamento Relativo (S%), que foi primeiramente desenvolvido pelo holandês Hart, em 1928, e em 1954 aperfeiçoado pelo seu conterrâneo Becking (Scolforo, 1998).

Conforme Lamprecht (1990), em seus estudos sobre silvicultura nos trópicos, Hart utilizou esta técnica pela primeira vez em plantios de Teca na Indonésia.

A técnica consiste no princípio de que uma espécie em uma determinada idade deve ter espaço suficiente para desenvolver um determinado espaço de copa e pode ser determinado através da razão entre o espaço médio entre as árvores e a altura dominante, conforme utilizado por Scolforo (1998) e Schneider e Schneider (2008).

Scolforo (1998) atenta para o fato de que quanto menor o valor de S%, maior a densidade do povoamento florestal (Figura 02).

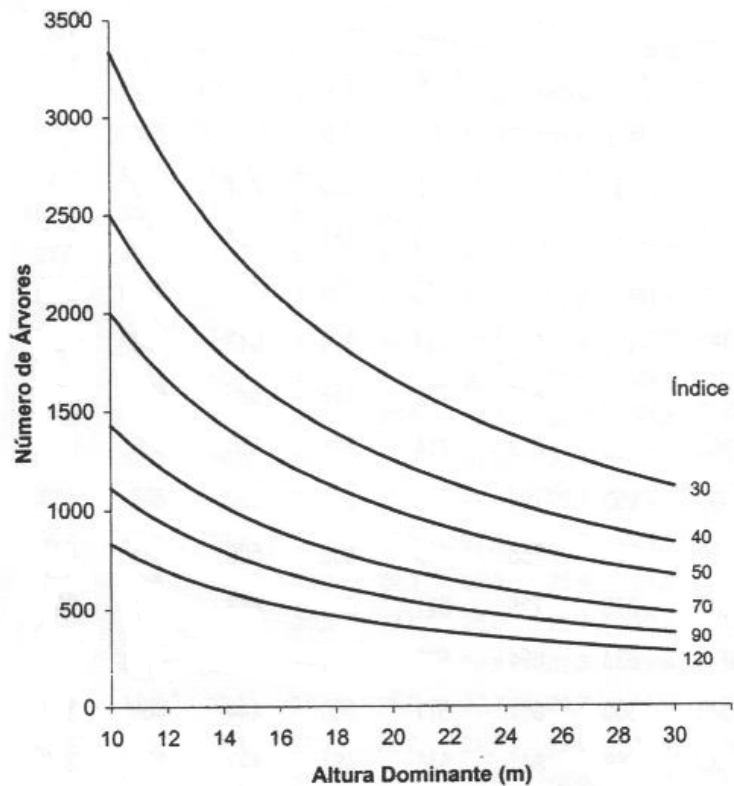


FIGURA 2 - PROPORÇÃO DE ÁRVORES EM FUNÇÃO DA ALTURA DOMINANTE E DO ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO (S%). (Fonte: Scolforo, 1998).

Conforme observam Burger (1980) e Scolforo (1998), o método tem como vantagem não ser influenciado pela idade nem tampouco pelo sítio, já que a altura dominante capta o efeito destas variáveis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O plantio florestal objeto deste estudo está localizado no município de Glória d'Oeste, Mato Grosso, entre os meridianos 58° e 59° sul e paralelos 16° e 17° Oeste (Figura 3).

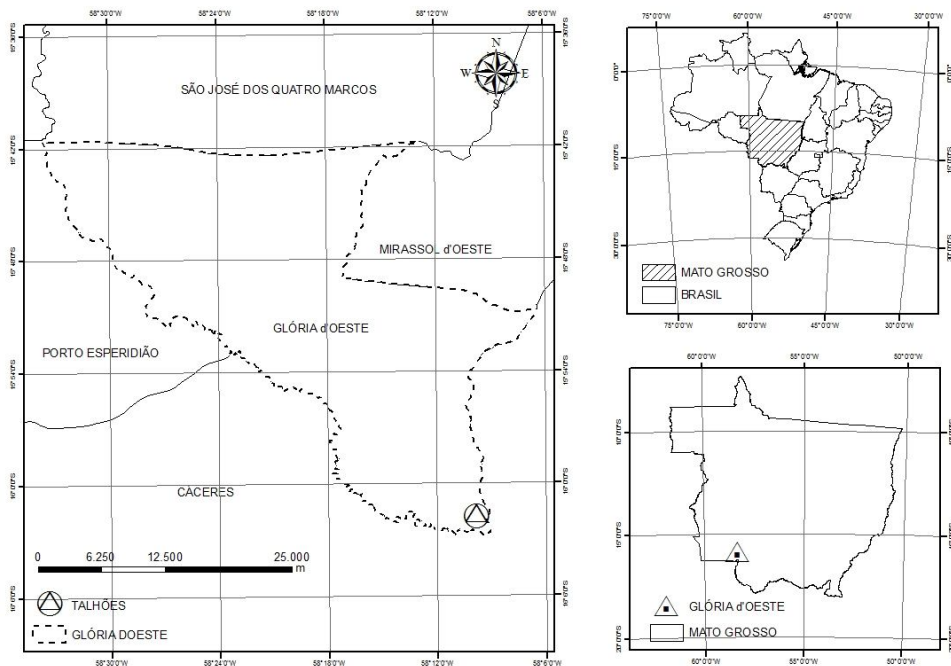


FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

A região é caracterizada por apresentar clima tropical, quente e sub-úmido, com 4 meses de seca, de junho a setembro. A precipitação média anual observada é de 1.500 mm, com volumes máximos nos meses dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média anual apresenta média de 24° C, com máxima de 42° C e mínima de 0° C (Ferreira, 1997).

O solo observado no local é classificado por Moreira e Vasconcelos (2007), como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Argissólico. Conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, este tipo de solo apresenta como características horizonte A

moderado e textura média, fase Cerradão Tropical Subcaducifólio com relevo plano.

O terreno é plano e homogêneo em toda a extensão ocupada pelas florestas estudadas, sendo a altitude observada no local de 145 metros acima do nível do mar.

Conforme projeto RADAM BRASIL (1982), a tipologia florestal observada na região é Savana Estacional Arborizada, caracterizada como uma formação vegetal florestada, com árvores de pequeno e médio portes que atingem de 10 a 20 metros, sendo popularmente conhecida como Cerradão. Esta formação se diferencia da Savana Arbórea Aberta pelo aspecto fisionômico, sempre mais desenvolvido e denso. É considerada como uma forma de transição dentre o Cerrado e a Floresta Estacional, sendo inclusive encontrados, em meio ao Cerradão, exemplares de espécies desta outra formação vegetal.

3.2. IMPLANTAÇÃO DO POVOAMENTO

O plantio florestal possui área total de 30,8733 hectares, distribuídos em 2 talhões distintos, da seguinte forma:

- **Talhão 1:** 20,0000 hectares, com data de plantio em 28/04/1998 (Idade de 144 meses) (Figura 4);
- **Talhão 2:** 10,8733 hectares, com data de plantio em 01/03/2001 (idade de 108 meses) (Figura 4).

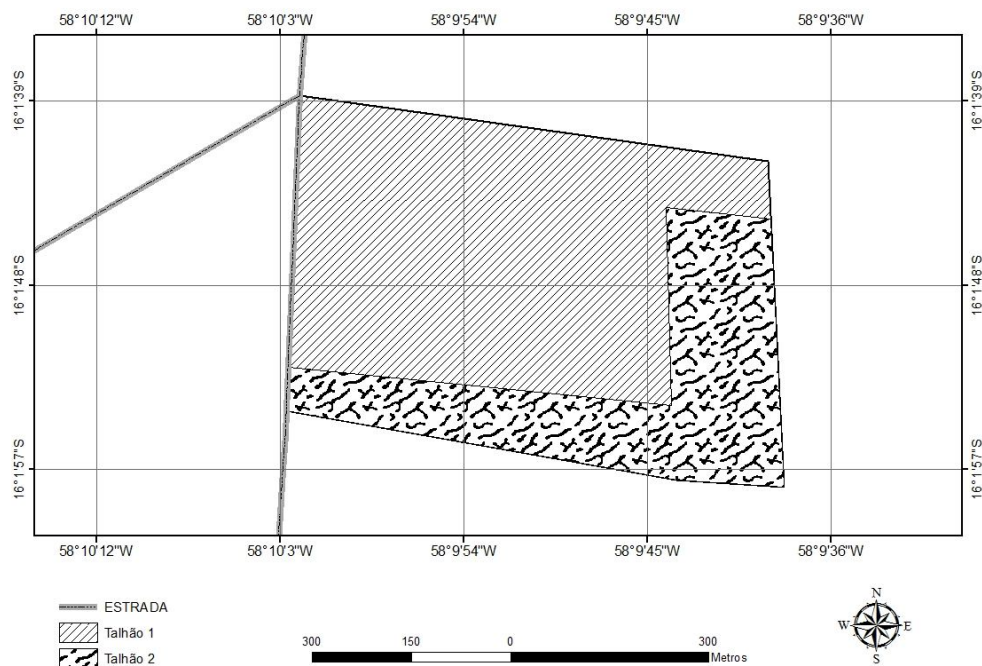


FIGURA 4 - MAPA DO PLANTIO DE *Tectona grandis* Linn f. EM ESTUDADO NO MUNICÍPIO DE GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.

Em ambos os plantios as mudas tem origem seminal e foram dispostas em campo sob espaçamento 3 x 2 metros, aproximadamente. Não há registro ou ao menos evidências da execução de tratamentos culturais tais como podas ou desbastes.

3.3. COLETA DE DADOS

3.2.1. INVENTÁRIO FLORESTAL

Para obtenção das variáveis dendrométricas diâmetro e altura, das duas áreas alvo deste estudo, foi realizado inventário florestal através da remedição das unidades amostrais do sistema de inventário florestal contínuo das empresas proprietárias do maciço florestal. No ano de 2010 foram instaladas três unidades amostrais temporárias em cada área, totalizando seis unidades amostrais por idade estudada.

As unidades amostrais em questão possuíam 900 m² de área (30 x 30 m) e permitiram a utilização de dados de inventários florestais de anos anteriores, coletados e disponibilizados pelos proprietários.

Nas unidades amostrais foi mensurado o DAP (diâmetro tomado a 1,30 metros do solo) e a altura total das duas primeiras linhas de plantio e, necessariamente, das 9 árvores de maior diâmetro da parcela. O DAP foi obtido através do uso de fita métrica, com precisão de décimos de centímetro, enquanto para altura total foi utilizado clinômetro digital Häghlof, com precisão de décimos de metro.

3.2.2. ANÁLISE DE TRONCO

A partir dos dados obtidos no inventário florestal foram identificadas, por parcela, as nove árvores de maior diâmetro, que correspondem às árvores dominantes. Em posse desta informação foram abatidas 8 árvores dominantes em cada um Dos talhões estudados (1 e 2), totalizando 16 árvores amostras.

Em cada uma das árvores amostra foram coletados discos transversais, em alturas fixas, localizados a 0,10, 0,70 e 1,30 m e, a partir desta medida, em distância fixa e consecutiva de 1,0 m, até altura onde o diâmetro do tronco fosse igual a 5 cm. A espessura dos discos era de aproximadamente 4 cm, sendo que na presença de nós os pontos amostrais foram deslocados ligeiramente acima, consonante à metodologia descrita por Drescher (2004).

"A"



"B"



"C"



"D"



FIGURA 5 - (A) SELEÇÃO DE ÁRVORES AMOSTRA EM CAMPO; (B) ABATE E MARCAÇÃO DAS ALTURAS DE CORTE; (C) IDENTIFICAÇÃO DOS DISCOS; (D) SECAGEM DOS DISCOS À SOMBRA.

Os discos coletados em campo foram secos à sombra, sob temperatura ambiente e, após secagem, tiveram a superfície adaxial aplainada, facilitando a visualização dos anéis de crescimento e conseqüentemente sua medição.

Em cada disco foi traçada uma linha ao longo do eixo de maior diâmetro e, em seguida, traçada nova linha perpendicularmente à primeira, formando quatro semi eixos. A medição dos anéis de crescimento iniciou pelo semi eixo direito, prosseguindo em sentido horário (Figura 9), no sentido medula-casca. Na medição dos anéis de crescimento foi utilizada lupa de aumento e régua com precisão de décimos de centímetros.

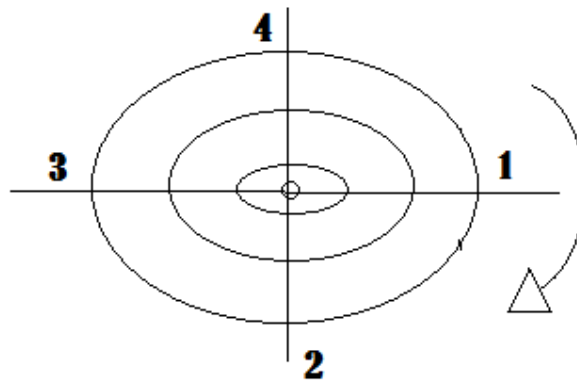


FIGURA 6 - ESQUEMA DE MEDIÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO: SEMI EIXOS 1-3 NO DISCO DO SENTIDO DO MAIOR DIÂMETRO.

3.4. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA LOCAL

3.4.1. AJUSTE DO MODELO

Na análise de classificação de sítio foi adotada a técnica da curva média, através do ajuste de três modelos biométricos, amplamente divulgados na literatura florestal, que se encontram expostos na Tabela 2.

TABELA 1 - MODELOS DE CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO TESTADOS PARA A ÁREA SOB ESTUDO.

Nº	AUTO	MODELO
1	CHAPMAN E RICHARD	$H_{dom} = \beta_0 / [1 - \exp(-\beta_1 Id)]^{\beta_2} + \varepsilon$
2	WEIBULL	$H_{dom} = \beta_0 / [1 - \exp(-\beta_1 Id^{\beta_2})] + \varepsilon$
3	GOMPERTZ	$H_{dom} = \beta_0 \exp[-\beta_1 \exp(-\beta_2 Id)] + \varepsilon$

Em que:

H_{dom} : Altura dominante, em metro.

Id : idade em meses.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$: parâmetros a serem estimados

ε : erro estatístico

3.4.2. SELEÇÃO DA MELHOR EQUAÇÃO

Para ajuste dos modelos estudados foi empregada ferramenta SOLVER do *software* EXCEL 2007. A partir dos ajustes realizados a seleção do melhor modelo se deu através das seguintes parâmetros estatísticos: Soma de Quadrados de Resíduos (SQR), Erro Padrão da Estimativa Percentual ($S_{yx(\%)}$) e Distribuição Gráfica dos Resíduos (DGR).

O $S_{yx(\%)}$ foi calculado através da seguinte fórmula, proposta por Schneider *et al.* (2009):

$$S_{yx(\%)} = \frac{(\sqrt{QMr})}{\mu} * 100$$

Em que:

$S_{yx(\%)}$: Erro padrão da estimativa percentual

QMr : Quadrado médio do resíduo

μ : Média aritmética da variável de interesse

3.4.3. CURVAS E ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE

Para estabelecimento das classes de capacidade produtiva foi determinada a Idade de 144 meses como sendo a Idade de Referência (I_{ref}), por ser esta a mais próxima à idade de rotação do plantio. Dentro desta idade foi determinada a altura máxima e a mínima, sendo elas 26,1 m e 19,1 m, respectivamente. Em posse do valor de menor altura foram estabelecidas 4 classes de sítio, com intervalo de 3 metros entre si.

3.5. ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO

A densidade do povoamento foi determinada através do emprego do Índice de Espaçamento Relativo ($S_{\%}$), estimado para os anos de 2009 e 2010 a partir dos dados de H_{dom} e Espaço Médio (EM) entre árvores, provenientes dos inventários florestais realizados em cada área de estudo. Os valores de $S_{\%}$ para cada idade foram estimados a partir da seguinte equação, descrita por Schneider e Schneider (2008):

$$S_{\%} = \left[\frac{EM}{H_{dom}} \right] * 100$$

Em que:

$S_{\%}$: índice de Espaçamento Relativo

EM: Espaço médio entre árvores

H_{dom} : Média das 100 árvores de maior diâmetro por hectare

O espaçamento médio entre as árvores (EM) foi estimado pelo intermédio da seguinte equação:

$$EM = \sqrt{\left(\frac{10000}{N} \right)}$$

Em que:

EM: Espaço médio entre as árvores, em metro.

N: Número de árvores por hectare.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE DE TRONCO

Na execução do presente estudo a análise de tronco foi crucial na obtenção da base de dados, uma vez que não haviam dados disponíveis para representar o passado do plantio. Apesar da técnica de análise de tronco ser mais difundida no estudo de coníferas, dada a possibilidade visualização dos anéis de crescimento nesta espécie, a Teca também permite o emprego desta técnica para fazer inferência sobre o crescimento passado, conforme já observado por Higuchi, *et al.* (1979) e Drescher (2004).

O uso desta metodologia permitiu, por conseguinte, cobrir o intervalo entre a data de plantio e do primeiro inventário florestal, indicando dados de diâmetro e altura. Na avaliação dos discos das árvores amostra, verificou-se a existência de 12 anéis de crescimento e mais a casca para o Talhão 1 e de 9 anéis mais a casca para o Talhão 2 (Figura 10), coincidindo com a idade do plantio.

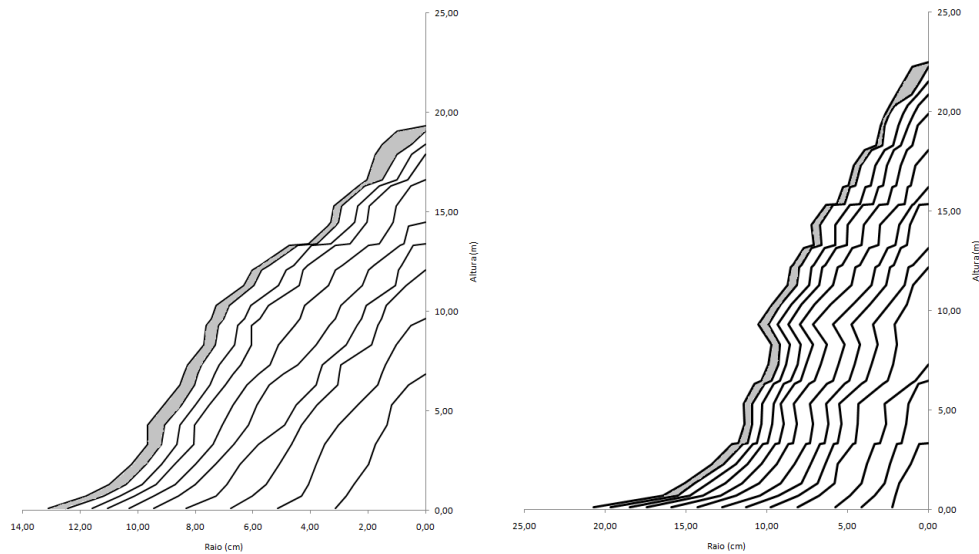


FIGURA 7 - PERFIL LONGITUDINAL DE DUAS ÁRVORES AMOSTRA DE *Tectona grandis* Linn f.: POVOAMENTO 1 (b) E POVOAMENTO 2 (a). OBS.: O ÚLTIMO ANEL, ACHURRADO EM TOM DE CINZA, CORRESPONDE À CASCA.

Os incrementos médios em diâmetro e altura, observados para o plantio de Teca são apresentados na Tabela 2 e Figura 11, onde é possível observar, por meio da interpretação visual das curvas de crescimento, que aos 48 meses ocorre uma alteração na taxa de crescimento, o que pode representar uma queda nos incrementos. Em estudo de desbaste em plantios de Teca sob espaçamento 3 x 3 m, portanto com menor lotação que área objeto deste estudo, Calderia e Oliveira (2008) recomendam o primeiro desbaste aos 60 meses de idade, idade próxima à observada.

TABELA 2 - INCREMENTOS MÉDIOS EM DIÂMETRO (D) E ALTURA DOMINANTE (Hdom) PARA TECA (*Tectona grandis* Linn f.) NA ÁREA ESTUDADA.

IDADE (Meses)	DIÂMETRO			ALTURA		
	D (cm)	ICA (cm)	IMA (cm)	H (m)	ICA (m)	IMA (m)
12	1,77	1,77	1,77	4,88	4,88	4,88
24	3,18	1,42	1,59	8,07	3,19	4,04
36	4,61	1,43	1,54	10,42	2,35	3,47
48	6,18	1,57	1,54	12,86	2,43	3,21
60	7,40	1,22	1,48	14,38	1,52	2,88
72	8,34	0,94	1,39	15,98	1,60	2,66
84	9,13	0,80	1,30	17,22	1,23	2,46
96	9,80	0,66	1,22	17,91	0,69	2,24
108	10,45	0,66	1,16	18,91	1,01	2,10
120	10,53	0,08	1,05	19,15	0,23	1,91
132	11,02	0,49	1,00	20,19	1,04	1,84
144	11,45	0,43	0,95	20,75	0,56	1,73

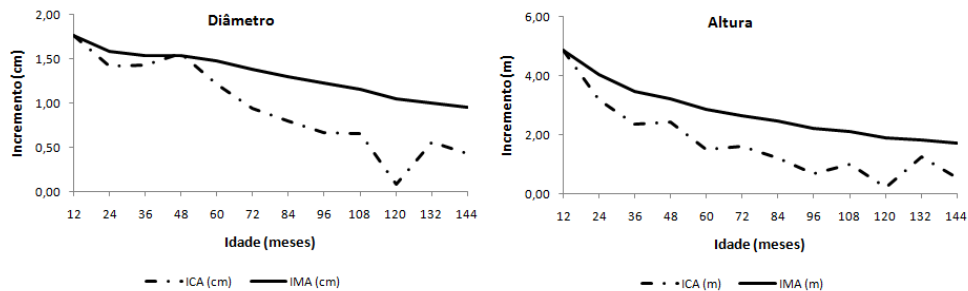


FIGURA 8 - GRÁFICOS DE INCRMEMENTO MÉDIO EM DIÂMETRO E ALTURA PARA TECA (*Tectona grandis* Linn f.) NO MUNICÍPIO DE GLÓRIA d'OESTE, MT.

Os resultados de incremento em área basal e volume seguem a mesma tendência observada para diâmetro e altura, com alteração do comportamento das curvas de crescimento observado aos 48 meses (Tabela 2 e Figura 8). Os autores Cordero e Kanninen (2003), em estudo de desbastes em plantio de Teca na região da América Central observaram que os melhores resultados em incremento de área basal e altura são observados em plantios onde ocorrera desbaste aos 48 meses, o que corrobora os resultados observados neste estudo.

TABELA 3 - INCREMENTOS MÉDIOS EM ÁREA BASAL (G) E VOLUME (V) PARA TECA (*Tectona grandis* Linn f.) NA ÁREA ESTUDADA.

IDADE (Meses)	ÁREA BASAL			VOLUME		
	G (m ²)	ICA (m ²)	IMA (m ²)	V (m ³)	ICA (m ³)	IMA (m ³)
12	0,0002	0,0002	0,0002	0,0005	0,0005	0,0005
24	0,0008	0,0006	0,0004	0,0029	0,0024	0,0014
36	0,0017	0,0009	0,0006	0,0078	0,0049	0,0026
48	0,0030	0,0013	0,0007	0,0174	0,0095	0,0043
60	0,0043	0,0013	0,0009	0,0278	0,0105	0,0056
72	0,0055	0,0012	0,0009	0,0393	0,0114	0,0065
84	0,0066	0,0011	0,0009	0,0508	0,0115	0,0073
96	0,0075	0,0010	0,0009	0,0607	0,0100	0,0076
108	0,0086	0,0010	0,0010	0,0731	0,0123	0,0081
120	0,0087	0,0001	0,0009	0,0751	0,0020	0,0075
132	0,0095	0,0008	0,0009	0,0867	0,0116	0,0079
144	0,0103	0,0008	0,0009	0,0961	0,0094	0,0080

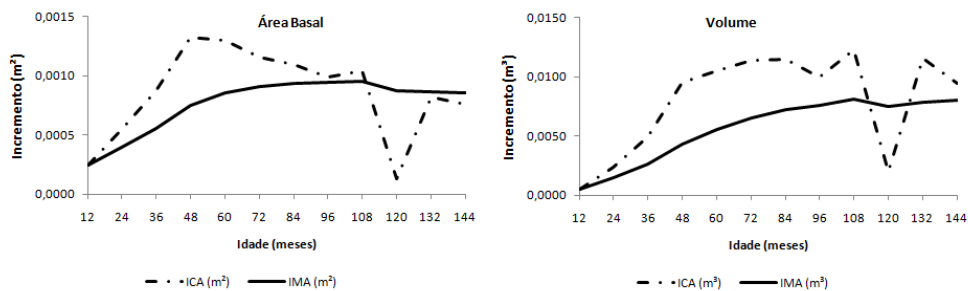


FIGURA 9 - GRÁFICOS DE INCREMENTO MÉDIO EM ÁREA BASAL E VOLUME PARA TECA (*Tectona grandis* Linn f.) NO MUNICÍPIO DE GLÓRIA d'OESTE, MT.

4.2. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA

A partir dos dados de análise de tronco, demonstrados nas Figuras 10a e 10b, acrescidos dos dados de altura dominante obtidos através de inventário florestal nos anos de 2009 e 2010 procedeu-se o ajuste de cada um dos modelos para determinação da capacidade produtiva local. Dentre os três modelos testados o de Weibull apresentou resultados superiores aos demais, com SQR igual 771,053 e S_{yx} (%) igual 8,238 (Tabela 2).

TABELA 4 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS OBSERVADOS PARA OS MODELOS DE DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA LOCAL.

Nº.	MODELO	β_0	β_1	β_2	SQR	S_{YX} (%)
1	CHAPMAN & RICHARDS	31,101	0,007	0,743	771,358	8,240
2	WEIBULL	36,078	0,022	0,762	771,053	8,238
3	GOMPERTZ	25,072	1,853	0,020	803,122	8,408

A distribuição gráfica dos resíduos apresentou semelhança para os três modelos testados (Figuras 10, 11 e 12). Embora os resíduos possuam uma distribuição relativamente uniforme em torno da linha média, a base de dados utilizada apresentou, para os modelos testados, maior dispersão de resíduos na predição da variável de interesse para as maiores idades.

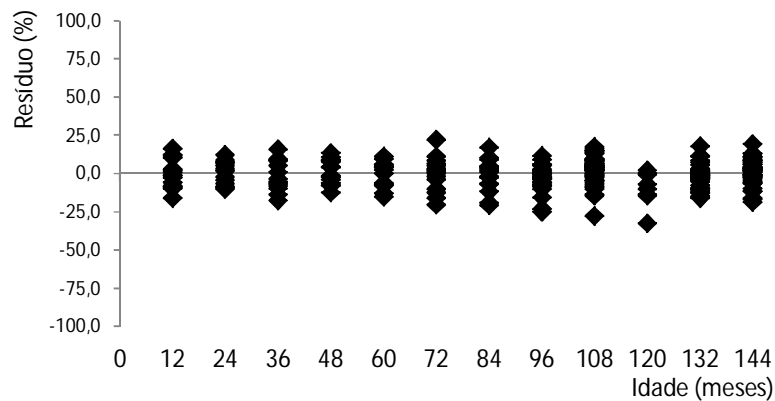


FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DE RESÍDUOS PARA O MODELO DE CHAPMAN & RICHARDS.

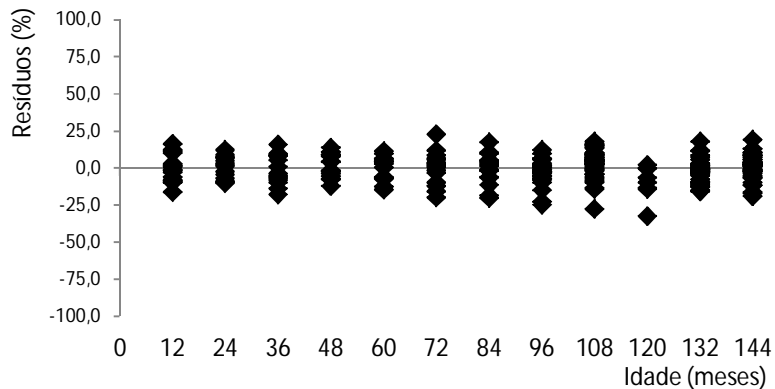


FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DE RESÍDUOS PARA O MODELO DE WEIBULL.

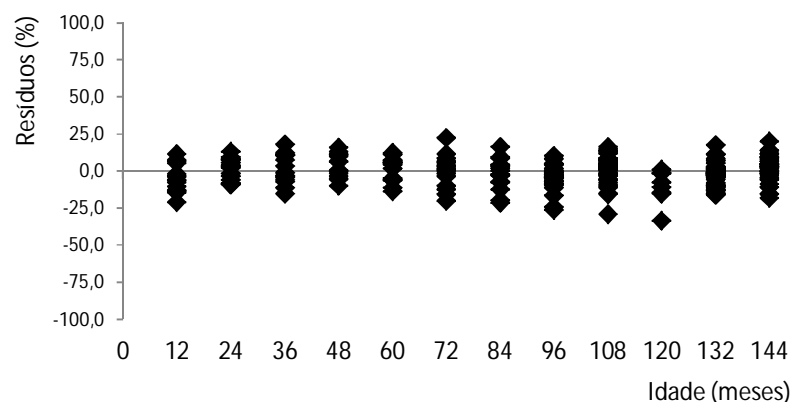


FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DE RESÍDUOS PARA O MODELO DE GOMPERTZ.

A partir da Idade de Referência (I_{ref}), foram determinadas a altura máxima e a mínima, sendo elas 26,1 m e 19,1 m, respectivamente (Tabela 5).

TABELA 5 - CLASSES DE SÍTIO ADOTADAS PARA *Tectona grandis* Linn f., CONSIDERANDO O MODELO DE WEIBULL, PELO MÉTODO DA CURVA MÉDIA.

CLASSES	LI (m)	LS (m)
I	25,1	28,1
II	22,1	25,1
III	19,1	22,1
IV	16,1	19,1

Onde: LS: limite superior, em metros; LI: limite inferior, em metros.

Em posse destes valores foram determinados os valores de Limite Inferior (LI) e Limite Superior (LS) para cada uma das classes estabelecidas até a idade de 144 meses (Tabela 6).

TABELA 6 – ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DO LOCAL PARA TECA (*Tectona grandis* Linn f.) ESTABELECIDAS PARA ÁREA ESTUDADA.

IDADE (meses)	CLASSE DE CAPACIDADE PRODUTIVA							
	I		II		III		IV	
	LI	LS	LI	LS	LI	LS	LI	LS
12	3,6	4,2	4,2	4,9	4,9	5,5	5,5	6,2
24	5,7	6,8	6,8	7,9	7,9	8,9	8,9	10,0
36	7,5	8,9	8,9	10,2	10,2	11,6	11,6	13,0
48	8,9	10,6	10,6	12,3	12,3	13,9	13,9	15,6
60	10,2	12,1	12,1	14,0	14,0	15,9	15,9	17,8
72	11,3	13,4	13,4	15,6	15,6	17,7	17,7	19,8
84	12,3	14,6	14,6	16,9	16,9	19,2	19,2	21,5
96	13,2	15,7	15,7	18,2	18,2	20,6	20,6	23,1
108	14,1	16,7	16,7	19,3	19,3	21,9	21,9	24,5
120	14,8	17,6	17,6	20,3	20,3	23,1	23,1	25,8
132	15,5	18,4	18,4	21,2	21,2	24,1	24,1	27,0
144	16,1	19,1	19,1	22,1	22,1	25,1	25,1	28,1

Onde: LI: limite inferior da classe, em metros; LS: limite superior da classe, em metros.

Com o intuito de verificar se as classes estabelecidas contemplavam todas as faixas de crescimento constatadas durante a realização deste estudo, foram lançados os pares de dados H_{dom} x Idade sobre o feixe de curvas, de modo que fosse possível visualizar a abrangência destas, conforme demonstrado na Figura 13.

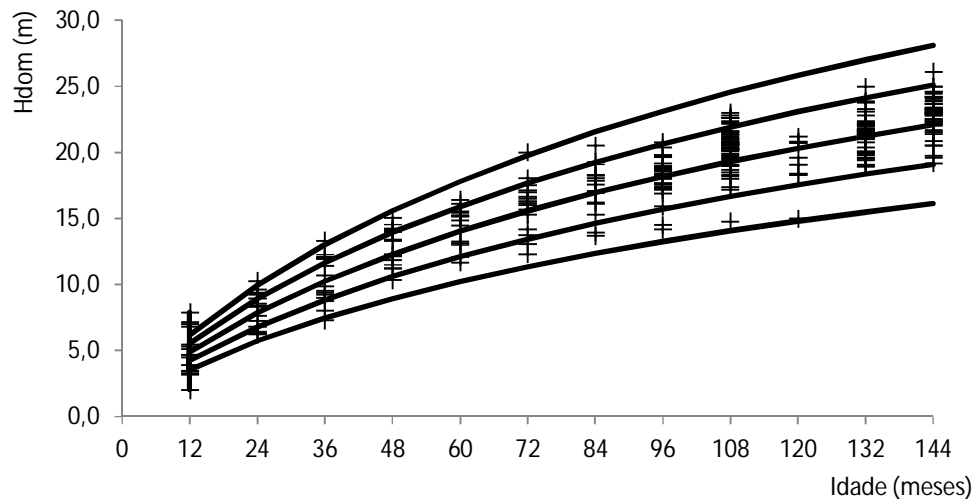


FIGURA 13 – COMPARAÇÃO DAS ALTURAS DOMINANTES COM O FEIXE DE CURVAS DE DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DESENVOLVIDO PARA ÁREA ESTUDADA.

As classes estabelecidas neste estudo, com intervalo de 3 metros, abrangeram satisfatoriamente o intervalo de alturas da base de dados, com exceção dos pares de dados da idade de 12 meses, que apresentou valores fora do intervalo abrangido. Como alternativa a esta situação poderia ser utilizado um intervalo de classe maior ou mesmo um maior número de classes, contudo, conforme observado por Figueiredo (2005), a adoção de intervalos de classe superior a 3 metros dificulta o estudo da espécie e, por conseguinte, o seu manejo. Este autor também observou, durante estudo de determinação da capacidade produtiva de Teca realizado no Estado do Acre, que mesmo com o emprego de 6 classes de produtividade não foi possível a inclusão de todas as alturas de árvores dominantes nas idades mais jovens. Ainda conforme este autor, esta característica tende a diminuir a partir do 4º ano, o que, notadamente, é verificado no presente estudo.

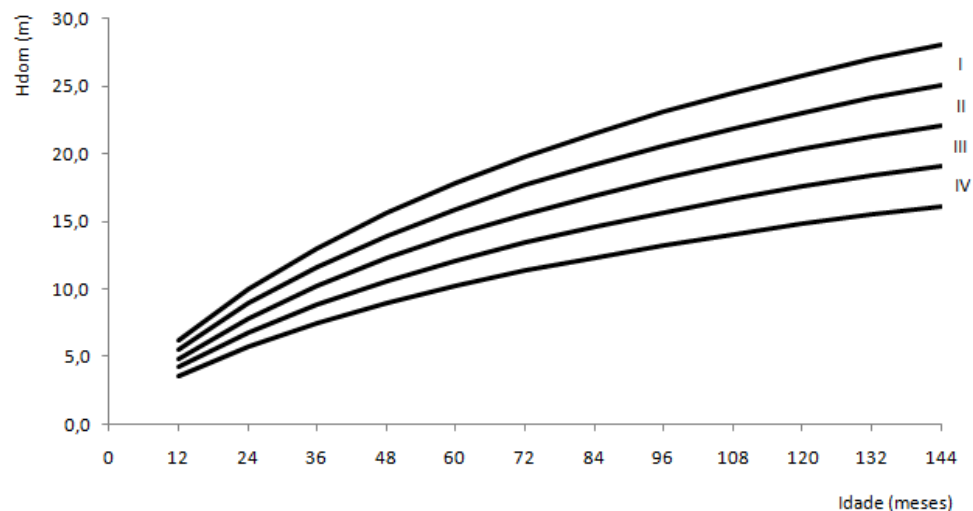


FIGURA 14 – FEIXE DE CURVAS ESTABELECIDO PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DO LOCAL, EM PLANTIO DE TECA (*Tectona grandis* Linn f.) EM GLÓRIA d'OESTE, MATO GROSSO.

Em estudos de classificação de sítio na Índia, Tewari (2002) estabeleceu 4 classes de produtividade, baseadas na altura dominante, onde é possível verificar que o sítio mais produtivo indica altura dominante de 17,1 m para idade de 10 anos, abaixo do valor verificado na área deste estudo, localizada em Glória d'Oeste para mesma idade. Já para classificações de sítio realizadas no Estado de Mato Grosso, Drescher (2004) observou altura dominante de 20 metros em plantios de Teca na idade de 120 meses.

Os resultados ora obtidos assemelham-se aqueles obtidos por Vaides *et al.* (2004), que estabeleceram, para Guatemala, 4 classes locais de produtividade para Teca, na idade de 10 anos (120 meses): Baixa (< 16 m); Média (16 a 20 m); Alta (20 a 24 m) e Excelente (> 24 m), sendo que a menor classe estabelecida para a área de Glória d'Oeste corresponderia à classe média do referido estudo. É importante ressaltar que estes autores constataram durante o estudo que mais de 60% dos sítios avaliados situavam-se na classe Baixa.

Pelo exposto, nota-se que o plantio de Teca localizado no município de Glória d'Oeste apresenta bons resultados de crescimento em altura dominante, quando comparado a outros povoamentos, considerando-se esta variável. Tal fato demonstra que o sítio onde está

localizada floresta objeto deste estudo possui características favoráveis ao desenvolvimento desta espécie.

4.3. ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO

Os resultados obtidos, para o Talhão 1, nos levantamentos, realizados nos anos de 2009 e 2010 apresentaram espaçamento médio entre plantas de 2,69 m e 2,70 m, respectivamente, enquanto a altura dominante, para o mesmo período, foi de 21,6 m e 23,2 m, respectivamente. Estes resultados permitiram determinar o Índice de Espaçamento Relativo ($S\%$) para o ano de 2009, o qual encontrava-se no patamar de 12,47 enquanto para o ano de 2010 possuía valor de 11,64, denotando aumento da competição intra específica nas duas idades estudadas (Tabela 1).

TABELA 7 - RESULTADOS DO ESTUDO DE ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO ($S\%$) DE TECA (*Tectona grandis* Linn f.) EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.

PLANTIO	ANO	IDADE (Meses)	N (árv./ha)	EM (m)	H _{DOM} (m)	S (m ²)	S%
TALHÃO 1	2009	132	1378	2,69	21,6	6,29	12,47
TALHÃO 1	2010	144	1370	2,70	23,2	6,32	11,64

Onde: N= número de árvores; EM= espaço médio entre árvores; Hdom = altura dominante; G= área basal e S%= índice de espaçamento relativo.

Em seus estudos, Tewari (1999) recomenda que o espaçamento médio entre árvores de Teca, para idade de 10 anos, em sítio mediano, seja de 3,8 metros, enquanto para sítios bons, de 4,7 metros, bem acima dos valores observados neste estudo.

Conforme Fishwick (1974), quando o índice de espaçamento relativo (S%) cai abaixo de 15, ocorre competição severa entre plantas, com ocorrência de morte natural. Esta condição é observada na área do Talhão 1, uma vez que ocorreu a redução do números de árvores por hectares entre os anos de 2009 e 2010. De modo amplo, Lamprecht (1990), considera que os resultados de índice de espaçamento relativo compreendidos entre 20 e 30 apresentam os melhores resultados práticos na redução de competição entre as árvores.

Para o Talhão 2 o EM entre as árvores foi de 2,68 m no ano de 2009 e de 2,77 m para o ano de 2010, enquanto H_{dom} passou de 18,4 m (2009) para 20,9 m no ano subsequente (2010). Por conseguinte, o valor de S% reduziu de 14,60 no ano de 2009 a 13,30 no ano de 2010 (Tabela 2).

TABELA 8 - RESULTADOS DO ESTUDO DE ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO (S%) DE TECA (*Tectona grandis* Linn f.) EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.

PLANTIO	ANO	IDADE (Meses)	N (árv./ha)	EM (m)	HDOM (m)	S (m ²)	S%
TALHÃO 2	2009	96	1389	2,68	18,4	6,23	14,60
TALHÃO 2	2010	108	1300	2,77	20,9	6,66	13,30

Onde: N= número de árvores; EM= espaço médio entre árvores; Hdom = altura dominante; G= área basal e S%= índice de espaçamento relativo.

A redução acentuada no número de árvores observada mediante inventário florestal nas idades de 96 e 108 meses pode ser um reflexo da densidade elevada, o que corrobora a observação de Fishwick (1974), citado anteriormente.

Durante a coleta dos discos foi possível observar que a clareira aberta após abate de árvores amostra apresentava formato irregular da

copa (Figura 15), o que pode estar relacionado à falta de espaço para desenvolvimento, decorrente da alta competição existente no povoamento. Conforme Assman (1960), o índice de espaçamento relativo tem a desvantagem de mudar de valor com o aumento da idade, mesmo para povoamentos em lotação completa, o que fica evidente na comparação de $S\%$ entre os anos de 2009 e 2010. Para Finger e Schneider (1999), esta alteração no valor de $S\%$ está relacionada ao estreitamento da copa em decorrência competição.



FIGURA 15 – DETALHE DA ASSIMETRIA DAS CLAREIRAS FORMADAS APÓS RETIRADA DA ÁRVORE AMOSTRA.

Na interpretação visual das curvas de crescimento em diâmetro e altura, obtidas a partir da análise de tronco, foi possível verificar que o comportamento da curva de crescimento apresentou alteração abrupta, aos 48 meses (Figura 16), sendo que nesta idade o valor de $S\%$ era 21,6 para uma mortalidade de 17,3%. Este valor aproxima-se do limite inferior indicado por Lamprecht (1990), como limitante para desenvolvimento satisfatório de árvores de um plantio florestal.

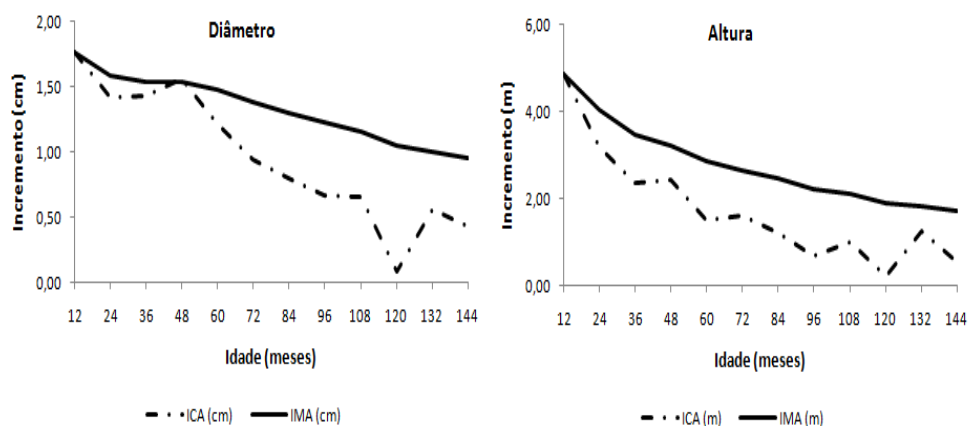


FIGURA 16 - CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ALTURA OBSERVADOS PARA ÁREA EM ESTUDO.

A partir dos dados do Talhão 1, foi gerada a Tabela 9 e a Figura 17, que apresentam o comportamento do Índice de espaçamento relativo observado até a idade de 144 meses, considerando-se uma mortalidade de 17,3%, até a idade de 132 meses e de 17,8% na idade de 144 meses.

TABELA 9: COMPORTAMENTO DA MORTALIDADE, ALTURA DOMINANTE E ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO TALHÃO 1 ATÉ A IDADE DE 144 MESES.

IDADE (meses)	LOTAÇÃO (N/ha)	MORTALIDADE (%)	Hdom (m)	S%
12	1666	0,0	4,88	50,19
24	1378	17,3	8,07	33,37
36	1378	17,3	10,42	25,84
48	1378	17,3	12,86	20,95
60	1378	17,3	14,38	18,73
72	1378	17,3	15,98	16,85
84	1378	17,3	17,22	15,65
96	1378	17,3	17,91	15,04
108	1378	17,3	18,91	14,24
120	1378	17,3	19,15	14,07
132	1378	17,3	20,19	13,34
144	1370	17,8	20,75	13,02

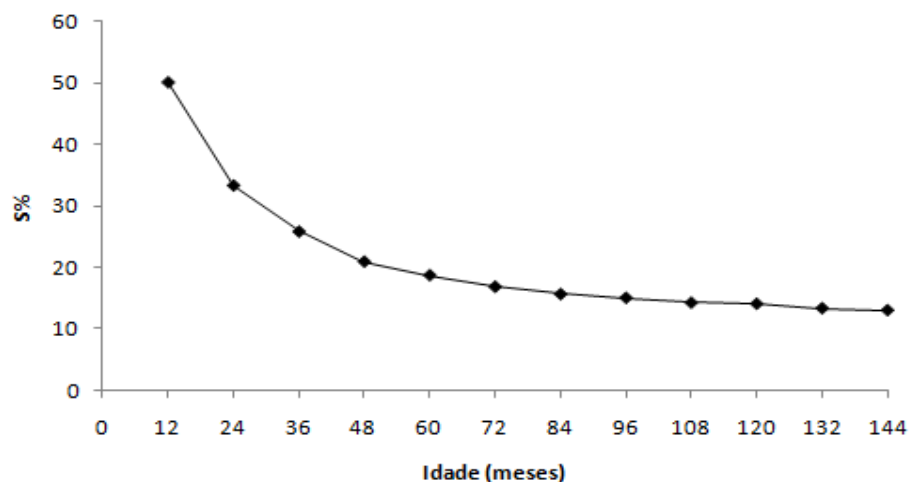


FIGURA 17 – ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO EM FUNÇÃO DA IDADE PARA POVOAMENTO DE TEÇA (*Tectona grandis* Linn f.) EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO (TALHÃO 1).

Conforme Fishwick (1974), $S_{\%}$ abaixo de 15 indica forte competição e indica a necessidade de redução da quantidade de árvores por unidade de área. Esta situação pode ser solucionada através da aplicação de desbaste. A Tabela 10, obtida mediante a equação geral do índice de espaçamento relativo, e aplicada ao Talhão 1, retorna o $S_{\%}$ em função da lotação e altura dominante, enquanto a Tabela 11 retorna o número de árvores em função de H_{dom} e $S_{\%}$.

TABELA 10 - ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO PARA PLANTIO DE TECA (*Tectona grandis* Linn f.), EM FUNÇÃO DA ALTURA DOMINANTE E DENSIDADE INICIAL, EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.

Nº. Árvores	H _{dom} (m)											
	4,9	8,1	10,4	12,9	14,4	16,0	17,2	17,9	18,9	19,1	20,2	20,7
1700	120,5	72,9	56,4	45,8	40,9	36,8	34,2	32,8	31,1	30,7	29,1	28,4
1600	128,0	77,4	60,0	48,6	43,5	39,1	36,3	34,9	33,0	32,6	31,0	30,1
1500	136,6	82,6	64,0	51,9	46,4	41,7	38,7	37,2	35,2	34,8	33,0	32,1
1400	146,3	88,5	68,5	55,6	49,7	44,7	41,5	39,9	37,8	37,3	35,4	34,4
1300	157,6	95,3	73,8	59,8	53,5	48,1	44,7	43,0	40,7	40,2	38,1	37,1
1200	170,7	103,2	79,9	64,8	58,0	52,1	48,4	46,5	44,1	43,5	41,3	40,2
1100	186,2	112,6	87,2	70,7	63,2	56,9	52,8	50,8	48,1	47,5	45,0	43,8
1000	204,8	123,9	95,9	77,8	69,5	62,6	58,1	55,8	52,9	52,2	49,5	48,2
900	227,6	137,6	106,6	86,4	77,3	69,5	64,5	62,0	58,7	58,0	55,0	53,6
800	256,1	154,8	119,9	97,2	86,9	78,2	72,6	69,8	66,1	65,3	61,9	60,3
700	292,6	176,9	137,0	111,1	99,3	89,4	83,0	79,8	75,5	74,6	70,8	68,9
600	341,4	206,4	159,9	129,6	115,9	104,3	96,8	93,1	88,1	87,0	82,6	80,3
500	409,7	247,7	191,9	155,6	139,1	125,1	116,2	111,7	105,7	104,5	99,1	96,4
400	512,1	309,7	239,8	194,5	173,9	156,4	145,2	139,6	132,2	130,6	123,8	120,5
300	682,8	412,9	319,8	259,3	231,8	208,6	193,6	186,1	176,2	174,1	165,1	160,7
200	1024,2	619,3	479,7	388,9	347,7	312,8	290,4	279,2	264,4	261,1	247,7	241,0
100	2048,5	1238,6	959,3	777,8	695,4	625,7	580,8	558,4	528,7	522,3	495,3	482,0

TABELA 11: NÚMERO DE ÁRVORES POR UNIDADE DE ÁREA PARA PLANTIO DE TECA (*Tectona grandis* Linn f.), EM FUNÇÃO DA ALTURA DOMINANTE E ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO, EM GLÓRIA D'OESTE, MATO GROSSO.

S%	H _{dom} (m)											
	4,9	8,1	10,4	12,9	14,4	16,0	17,2	17,9	18,9	19,1	20,2	20,7
120,0	1707	1032	799	648	580	521	484	465	441	435	413	402
110,0	1862	1126	872	707	632	569	528	508	481	475	450	438
100,0	2048	1239	959	778	695	626	581	558	529	522	495	482
90,0	2276	1376	1066	864	773	695	645	620	587	580	550	536
80,0	2561	1548	1199	972	869	782	726	698	661	653	619	603
70,0	2926	1769	1370	1111	993	894	830	798	755	746	708	689
60,0	3414	2064	1599	1296	1159	1043	968	931	881	870	826	803
50,0	4097	2477	1919	1556	1391	1251	1162	1117	1057	1045	991	964
40,0	5121	3097	2398	1945	1739	1564	1452	1396	1322	1306	1238	1205
30,0	6828	4129	3198	2593	2318	2086	1936	1861	1762	1741	1651	1607
20,0	10242	6193	4797	3889	3477	3128	2904	2792	2644	2611	2477	2410
10,0	20485	12386	9593	7778	6954	6257	5808	5584	5287	5223	4953	4820

5. CONCLUSÕES

- A técnica de análise de tronco completa permitiu a obtenção de dados passados das árvores da área de avaliada, permitindo a realização do estudo do índice de espaçamento relativo;

- O modelo de Weibull apresentou o melhor ajuste para predição da altura dominante em função da idade, sendo selecionado para realização da classificação da capacidade produtiva local, sob o seguinte formato: $H_{dom} = 36,078 / [1 - \exp(-0,022 Id^{0,762})] + \epsilon$;
- Foram estabelecidas 4 classes de capacidade produtiva de local para o povoamento de Teca no município de Glória d'Oeste: Classe IV (16,1 – 19,1 m); Classe III (19,1 – 22,1 m); Classe II (22,1 – 25,1 m) e Classe I (25,1 -28,1 m);
- O valor de $S_{\%}$ observado para o Talhão 1, em lotação completa, na idade de 132 meses e H_{dom} de 18,4 m, foi igual a 12,47. A mesma área apresentou, na idade de 144 meses e H_{dom} de 23,2 m, $S_{\%}$ igual a 11,64.
- O Talhão 2 apresentou na idade de 96 meses, em lotação completa e H_{dom} de 18,4 m o valor de $S_{\%}$ igual a 14,6. A mesma área, sob as mesmas condições apresentou, na idade de 108 meses, H_{dom} igual a 20,9 e $S_{\%}$ igual a 13,30.
- A área apresentou alteração da curva de incrementos médios aos 48 meses, denotando aumento da competição intraespecífica. O valor de $S_{\%}$ observado nesta idade, para uma taxa de mortalidade de 17,3 em relação à lotação inicial, era de 21,3.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, E. **The principles of forestry yield study**. Oxford: Pergamon Press, 1970.

ALCÂNTARA, B. K. **Caracterização da diversidade genética de Teca (*Tectona grandis*) de diferentes procedências usando marcadores microssatélites**. Piracicaba, 2009. 92 p. (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.

ÂNGELO, H.; SILVA, V. S. M.; A. N. SOUZA.; GATTO, A. C. Aspectos financeiros da produção de Teca no Estado de Mato Grosso. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 23-32, jan./mar. 2009.

ÂNGELO, H. GUIMARÃES, D. P. Subsídios econômicos ao manejo florestal sustentável na região amazônica. **ÁRVORE**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 345-351. 2001.

ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; NOGUEIRA, G. S.; OLIVEIRA, M. L. R de; MIRANDA, R. O. V. de; CASTRO, R. V. O.; PELLI, E. Projeção da distribuição diamétrica de povoamentos de eucalipto em diferentes amplitudes de classe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF. V. 45, n. 11, p. 1275-1281, Nov. 2010.

BARUSSO, A. P. **A DETERMINAÇÃO DE FUNÇÕES DE CRESCIMENTO MEDIANTE ANÁLISE DO TRONCO**. Curitiba. PR. UFPR, 1977.133 p. (Dissertação de Mestrado).

BATISTA, J. L. F, COUTO, H. T. Z., MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudo em três tipos de floresta. **Scientia Forestalis**: n. 60, p. 149-163, dez. 2001.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 452 p.

BURGER, D. **Ordenamento Florestal. A produção Florestal** Curitiba: FUPEF, 1980. 124 p.

CÁCERES FLORESTAL S/A. **Manual de Reflorestamento da Teca**. Cáceres: 2002, 32 p.

CALDEIRA, S.F.; OLIVEIRA, D. L. C. Desbaste seletivo em povoamentos de *Tectona grandis* com diferentes idades. **Acta Amazonica**: Vol. 38(2) 2008, 223-228.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Viçosa: UFV, 2002. 407 p.

CORDERO, L. D. F.; KANNINEN, M. *Hacia el manejo intensivo de La teca (Tectona grandis) em Centroamerica*. Disponível em <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/PerezyKanninen1.pdf>. Acesso em: 10/04/2011.

CRUZ, J. P.; LEITE, H. G.; SOARES, C. P. B.; CAMPOS, J. C. C.; SMIT, L. NOGUEIRA, G. S. Curvas de crescimento e de índice de local para povoamentos de *Tectona grandis* EM Tangará da Serra, Mato Grosso. **ÁRVORE**: Viçosa – MG, v. 32, n. 4, p. 679-685, 2008.

DRESCHER, R. **Crescimento e produção de Tectona grandis Linn F., em povoamentos jovens de duas regiões do Estado de Mato Grosso**. Santa Maria. RS. UFSM, 2004. 116 p. (Dissertação de Doutorado).

ENCINAS, J. I., SILVA, G. F., PINTO, J. R. R. **IDADE E CRESCIMENTO DAS ÁRVORES**. Brasília: Universidade de Brasília – UnB. Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

ENTERS. T. Site, technology and productivity of teak plantations in Southeast Asia. **UNASILVA**: 201, Vol. 51, 2000.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e seus municípios**. Cuiabá: Secretaria de Estado de Cultura, 1997. 668 p.

FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, L. C.; BARBOSA, L. K. F. **Teca (Tectona grandis L. f.): principais perguntas do futuro empreendedor florestal**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2005. 87 p.

FIGUEIREDO, E. O. **Avaliação de modelos pelo método da curva média para construção de curvas de índice de sítio para Tectona grandis L. f.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 49 p.

FIGUEIREDO, E. O. **Avaliação do crescimento da Teca (Tectona grandis L. F.) pela análise de tronco**. EMBRAPA: Instruções Técnicas, nº. 35, jun/2001, p. 1-4.

FISHWICK, R. W. Pesquisa de intensidade de desbaste. **Floresta**. Vol. 5, nº. 1, 1974.

GRADUAL, L.; KJAER, E. D.; SUANGTHO, V.; SAARDAVUT, P.; KAOSAR, A. Conservation of genetic resources of teak (*Tectona grandis*) in Thailand. In: Linn, F. **DFSC Series of Technical Notes**. Humlebaek: Danida Foresta Seed Centre, 1999. 38 p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

MAESTRI, R.; SCOLFORO, J. R. S.; HOSOKAWA, R. T.; Um sistema de predição do crescimento e da produção para povoamentos de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* de Wild). **ÁRVORE**. Viçosa, MG. V. 19, n. 3, p. 358-381, 1995.

MATRICARDI, W. A. T. **Efeitos dos fatores do solo sobre o desenvolvimento da Teca (*Tectona grandis* L. F.) cultivada na grande Cáceres – Mato Grosso.** Piracicaba. SP. ESALQ, 1989. 135 p. (Dissertação de mestrado).

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal.** Santa Maria: FACOS-UFSM, 2008. 566 p.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, C. A. M **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal.** Santa Maria: FACOS-UFSM, 2009. 294 p.

FINGER, C. A. G., SCHNEIDER, P. R. DETERMINAÇÃO DO PESO DO DESBASTE PARA FLORESTAS DE *Eucalyptus grandis* HILL ex MAIDEN, COM BASE NO ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, 79 – 87, 1999.

SCOLFORO, J. R.; **BIOMETRIA FLORESTAL. Módulo 3: Métodos para classificação de sítios florestais.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.

SCOLFORO, J. R.; **BIOMETRIA FLORESTAL 2: técnica de regressão para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos de madeira.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.

SCOLFORO, J. R.; **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

SELLE, G. L.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Classificação de sítio para *Pinus taeda* L., através da altura dominante, para a região de Cambará do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 77-95, 1994.

SHIMIZU, J. Y.; KLEIN, H.; OLIVEIRAM, J. R. V. **Diagnóstico de plantações florestais em Mato Grosso: 2007.** Cuiabá, MT: Central de Textos, 2007.

TEWARI, D. N. **A monograph on Teak (*Tectona grandis* Linn f.).** Dehra Dun: international Book Distributors, 1999.479 p.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas.** Viçosa: UFV, 2002. 407 p.

VAIDES, E. UGALDE, L. GALLOWAY, G. **Crecimiento y productividad de teca en plantaciones forestales jóvenes en Guatemala.** Comunicacion Técnica, 2004.