



Índice de espaçamento relativo para povoamentos de *Tectona grandis* L. f. em Mato Grosso

Beno Guilherme ZIECH¹*, Versides Sebastião de Moraes e SILVA¹,
Ronaldo DRESCHER¹, Diogo Guido Streck VENDRUSCOLO¹

¹ Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

* E-mail: janine_rs@hotmail.com

Recebido em março/2017; Aceito em abril/2017.

RESUMO: Este estudo teve como objetivo determinar o grau de competição por meio do Índice de Espaçamento Relativo (S%) em dois talhões de teca (*Tectona grandis* L. f.), com idades de 108 e 144 meses, sem desbastes e densidade inicial com 1.667 árvores por hectare. A base de dados empregada foi obtida mediante inventário florestal e complementada pela análise completa de tronco de 16 árvores dominantes. Os valores do S% foram inferiores a 15% nas idades superiores a 96 meses, indicando forte competição entre as árvores. Verifica-se que o S% reduz acentuadamente até a idade de 48 meses, devido ao rápido crescimento da teca nas idades iniciais. Os valores do S% associados ao crescimento diamétrico demonstraram que o início da competição em plantios de teca na região em estudo ocorre por volta dos 60 meses, indicando a necessidade de desbaste nessa idade. A técnica de S% pode ser empregada como indicativo do momento de aplicações de desbastes em povoamentos de teca.

Palavras-chave: teca, manejo florestal, densidade, Hart-Becking.

Spacing relative index for stands of *Tectona grandis* L. f. in Mato Grosso state, Brazil

ABSTRACT: This study aimed to determine the degree of competition through the Relative Spacing Index (S%) in two teak stands (*Tectona grandis* L. f.), with ages of 108 and 144 months, without thinning and initial density of 1,667 trees per hectare. The database used was obtained by forest inventory and complemented by full analysis of 16 dominant tree trunk. The values of S% are less than 15% in trees older than 96 months, indicating strong competition among them. It is found that the S% reduces markedly until the age of 48 months due to the rapid growth of teak in the early age. The values of S% associated to the diametric growth showed that the beginning of competition in teak plantations in the region under study occurs around 60 months, indicating the need for thinning at this age. The S% technique can be used as indicative of the time of thinning in teak stands.

Keywords: teak, forest management, density, Hart-Becking.

1. INTRODUÇÃO

A *Tectona grandis* L. f., popularmente conhecida como teca (Brasil) ou teak (Índia), tem se mostrado como uma das espécies florestais com potencial de cultivo intensivo no Brasil, especialmente no estado de Mato Grosso, com mais de 68 mil hectares de área cultivada (IBÁ, 2016). Sua madeira é utilizada em móveis de luxo, na construção naval ou fabricação de moveis com preços mais acessíveis utilizando árvores dos primeiros desbastes. Sua versatilidade quanto ao uso, torna a teca uma importante fonte de renda e um investimento lucrativo (NEWBY et al., 2012; SREEKANTH et al., 2012; CUNHA NETO et al., 2016).

Estudo sobre a teca no estado de Mato Grosso, desenvolvido por Medeiros (2016) aponta que os povoamentos apresentam produtividades variáveis em função da diversidade de fatores fisiográficos, sobretudo os edáficos, combinadas com os diferentes graus de tratamentos culturais implementados, espaçamentos

dotados, e isso proporciona muitas vezes produtividades aquém do esperado para a cultura.

Uma característica importante a ser determinada no momento da implantação de qualquer povoamento florestal é a densidade inicial, que 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 (SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008; MEYER et al., 2013).

Burger (1980) observou 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. Dessa forma, estudos sobre o controle da densidade de povoamentos são cruciais como elemento de suporte no gerenciamento florestal.

Uma alternativa para avaliação e controle da densidade em povoamentos florestais é a utilização do Índice de Densidade

Hart-Becking ou Índice de Espaçamento Relativo - S% (BURKHART, 2013), que conforme Scolforo (1998), foi desenvolvido por Hart, em 1926, e aperfeiçoado, em 1954, por Becking.

O primeiro estudo que utilizou essa técnica para teca foi realizado por Lamprecht (1990) em plantios na Indonésia. A técnica fundamenta-se no princípio de que uma determinada espécie em uma idade deve ter espaço suficiente para desenvolver a copa e que este pode ser determinado através da razão entre o espaço médio entre as árvores e a altura dominante (SCOLFORO, 1998; SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008). Os autores atentam, ainda, que quanto menor o valor de S%, maior será a densidade do povoamento florestal, assim, segundo Yang; Burkhardt (2017) esse índice pode ser útil para o planejamento de desbastes. Segundo Burger (1980) e Scolforo (1998), o método tem como vantagem não ser influenciado pela idade nem pelo sítio, já que a altura dominante capta o efeito dessas variáveis.

O índice de espaçamento relativo é um importante atributo do povoamento florestal e pode ser utilizado em diversas situações. Ducey (2009) e Zhao et al. (2012) demonstraram que existe uma relação previsível entre a proporção de copa viva e o índice de espaçamento relativo. Além disso, essa variável (S%) tem sido utilizada como co-variável na modelagem de diversos parâmetros de povoamentos florestais conforme destacado por Mitsopoulos; Xanthopoulos (2016).

Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar as relações entre o índice de espaçamento relativo e o crescimento da *Tectona grandis* de forma a demonstrar o seu uso como ferramenta de decisão na definição do momento de execução dos desbastes florestais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um plantio florestal com *Tectona grandis* localizado no município de Glória d'Oeste, Mato Grosso, entre os meridianos 58 e 59° Oeste e paralelos 16 e 17° Sul. A região é caracterizada por apresentar clima tropical, quente e sub-úmido, com quatro meses de seca, de junho a setembro. A precipitação total anual observada é de 1.500 mm, com volumes máximos nos meses dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média anual varia entre 22 a 24 °C (ALVARES et al., 2013). O solo no local é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Argissólico (MOREIRA; VASCONCELOS, 2007).

O povoamento tem área total de 30,87 hectares, distribuídos em dois talhões, contíguos, com as seguintes características: talhão 1 = 20,00 ha implantado em abril de 1998 e talhão 2 = 10,87 ha implantado em março de 2001. Em ambos os talhões as mudas são de origem seminal e foram dispostas em campo em espaçamento 3 m x 2 m. Os povoamentos não receberam podas e desbastes até a idade da coleta de dados.

Para obtenção das variáveis dendrométricas, foi realizado inventário florestal por meio da medição de 12 unidades amostrais com área de 600 m² (30 m x 20 m) instaladas pelo processo de amostragem aleatória simples, sendo seis unidades em cada talhão. Nas unidades amostrais, foi mensurado o diâmetro a 1,30 m de altura (DAP), e a altura total (H) de todas as árvores das parcelas. Os dados das parcelas foram obtidos em duas ocasiões, aos 132 e 144 meses de idade do talhão 1 e 96 e 108 meses de idade do talhão 2.

A avaliação da eficiência do método de amostragem foi

testada para a variável DAP, de acordo com os parâmetros empregados por Souza et al. (2015). Os valores das estatísticas de amostragem nos dois talhões foram: erro amostral = 5,06% e 4,56%; coeficiente de variação = 4,89% e 4,46%, e intensidade amostral requerida de 2 parcelas para ambos os talhões.

A partir dos dados obtidos no inventário florestal, foram identificadas e mensuradas, por parcela, as seis árvores de maior diâmetro, que correspondem às árvores dominantes seguindo o conceito de Assmann (1970). Também foram abatidas 8 árvores dominantes em cada um dos talhões estudados, totalizando 16 árvores-amostra, para realização a análise completa de tronco.

Em cada uma das árvores-amostra foram retirados discos, com espessura de aproximadamente 4 cm, nas alturas de 0,10 m, 0,70 m, 1,30 m e, a partir dessas, em distâncias fixas consecutivas de 1,0 m, até altura onde o diâmetro do tronco fosse igual a 5 cm. Os discos coletados em campo foram secos à sombra, conforme metodologia descrita por Drescher (2004), para análise completa de tronco.

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 semieixos. A medição dos anéis de crescimento iniciou pelo semieixo direito, prosseguindo em sentido horário (Figura 1), no sentido medula-casca. Na medição dos anéis de crescimento foi utilizada lupa de aumento e régua com precisão de décimos de centímetros.

A taxa de mortalidade nos talhões foi determinada por meio da diferença entre o número de indivíduos observado entre cada inventário florestal e o número de árvores da lotação inicial. Por não se ter o acompanhamento da mortalidade nas idades anteriores, está foi obtida dividindo-se o número de árvores mortas pelo número de anos anteriores.

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 altura dominante (H_{dom}) e espaço médio (EM) entre árvores determinados nos inventários florestais realizados em cada um dos talhões. Os valores de S% para cada idade foram estimados a partir da Equação 1, descrita por Schneider; Schneider (2008):

$$S\% = \left(\frac{EM}{H_{dom}} \right) 100 \quad (1)$$

em que: S% = Índice de Espaçamento Relativo; EM = espaço médio entre árvores; H_{dom} = altura dominante.

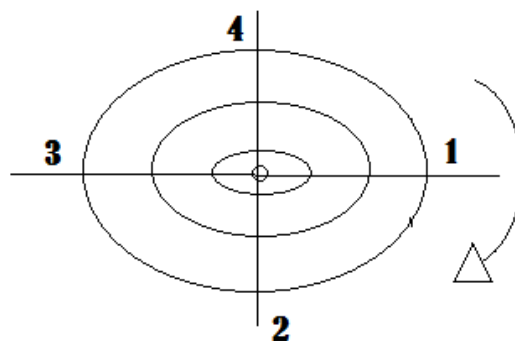


Figura 1. Esquema de medição dos anéis de crescimento: semieixos 1-3 no disco do sentido do maior diâmetro.

Figure 1. Measurement scheme of the growth rings: axes 1-3 on the disk of the direction of the largest diameter.

Sendo o EM estimado pela Equação 2:

$$EM = \sqrt{\frac{10000}{N}} \quad (2)$$

em que: N = Número de árvores por hectare.

3. RESULTADOS

Nos anos de 2009 e 2010 apresentaram o espaçamento médio entre plantas foi de 2,69 m e 2,70 m, para os talhões 1 e 2 respectivamente, enquanto a altura dominante (H_{dom}), para o mesmo período, foi de 21,6 m e 23,2 m (Tabela 1). Esses resultados permitiram determinar o Índice de Espaçamento Relativo ($S\%$) para as idades de 132 e 144 meses, o qual apresentou redução percentual de 0,83%, denotando aumento da competição intraespecífica nas duas idades estudadas. O talhão 2 apresentou valores semelhantes de EM, e redução de $S\%$ de 1,3% entre as idades de 96 e 108 meses.

Ao avaliar os valores de $S\%$, verifica-se que esses também foram baixos, e isso indica a ocorrência de competição severa entre plantas, causando segundo Schneider et al. (2015) a morte natural. Essa condição é observada nos dois talhões, no entanto, com maior expressão no talhão 2.

Por meio das curvas de incremento em diâmetro e altura (Figura 2), obtidas a partir da análise de tronco das árvores provenientes do talhão 1, foi possível observar que o comportamento da curva apresentou um aumento no incremento em diâmetro, aos 48 meses.

Para avaliar a aplicabilidade do $S\%$ como indicativo de início de competição entre as árvores, utilizou-se os dados de análise de tronco do talhão 1 para gerar as informações contidas na Tabela 2.

Na Figura 3 pode-se observar o comportamento do índice de espaçamento relativo observado até a idade de 144 meses, considerando-se uma mortalidade de 16,2%, na idade de 132 meses e de 17,8% na idade de 144 meses.

De maneira geral, o emprego dessa técnica é bastante simples, e permite obter rapidamente o número de árvores adequado para determinado $S\%$ desejado para a espécie, podendo ser empregado como indicador do momento de aplicação de desbastes conforme destacado por Finger; Schneider (1999).

O cálculo do Índice de Espaçamento Relativo indicou forte competição a partir dos 72 meses, quando diminuiu para 16%, denotando a necessidade de redução da quantidade de árvores por unidade de área através da aplicação de desbaste.

4. DISCUSSÃO

O índice de espaçamento relativo é uma variável do povoamento florestal que pode ser obtido de forma direta e

Tabela 1. Índice de espaçamento relativo ($S\%$) para *Tectona grandis* em Glória D'Oeste, Mato Grosso.

Table 1. Relative spacing index ($S\%$) for *Tectona grandis* in Glória D'Oeste, Mato Grosso state.

T.	Ano	Idade (meses)	N (árv ha ⁻¹)	EM (m)	H _{dom} (m)	G (m ²)	S%
1	2009	132	1378	2,69	21,26	6,29	12,47
	2010	144	1370	2,70	23,2	6,32	11,64
2	2009	96	1389	2,68	18,4	6,23	14,60
	2010	108	1300	2,77	20,9	6,66	13,30

T = talhão; N = número de árvores; EM = espaço médio entre árvores; H_{dom} = altura dominante; G = área basal; S% = índice de espaçamento relativo.

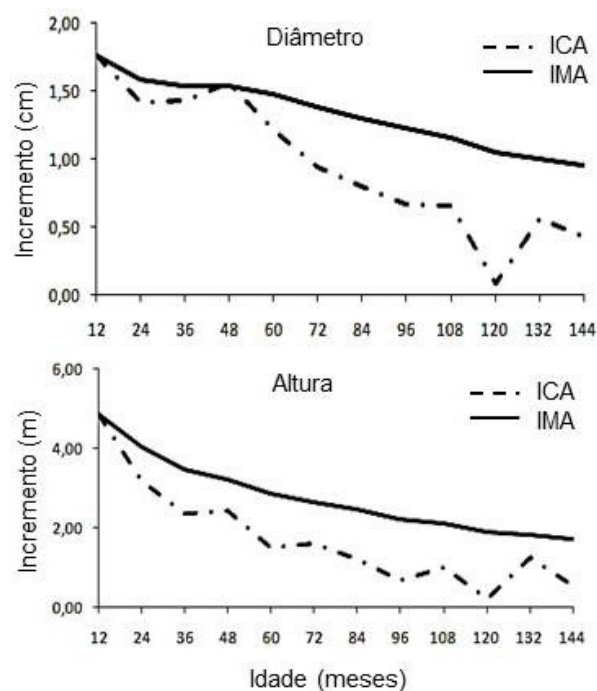


Figura 2. Incremento em diâmetro e altura observados para *Tectona grandis* em Glória D'Oeste, Mato Grosso.

Figure 2. Increase in diameter and height observed for *Tectona grandis* in Glória D'Oeste, Mato Grosso, state.

Tabela 2. Comportamento da mortalidade, altura dominante e índice de espaçamento relativo para *Tectona grandis* em Glória D'Oeste, Mato Grosso.

Table 2. Behavior of mortality, dominant height and spacing index for *Tectona grandis* em Glória D'Oeste, Mato Grosso, state.

Idade (meses)	N (árv ha ⁻¹)	M (%)	H _{dom} (m)	S%
12	1666	0,0	4,9	50,2
24	1639	1,6	8,1	30,6
36	1612	3,2	10,4	23,9
48	1585	4,9	12,9	20,1
60	1558	6,5	14,4	17,6
72	1531	8,1	15,9	16,0
84	1504	9,7	17,2	15,0
96	1477	11,3	17,9	14,5
108	1450	13,0	18,9	13,9
120	1423	14,6	19,2	13,8
132	1396	16,2	20,2	13,3
144	1369	17,8	20,8	13,0

N= número de árvores; H_{dom} = altura dominante; S%= índice de espaçamento relativo.

rápida, com dados de parcelas permanentes ou análise de tronco. Esse atributo é empregado como indicador de competição e pode ser inserido como co-variável em modelos de previsão (MITSOPOULOS; XANTHOPOULOS, 2016). Os valores $S\%$

abaixo de 15% obtidos nesse estudo indicam forte competição entre as árvores de teca segundo Fishwick (1974) e isso proporcionou início de mortalidade natural.

A redução acentuada observada do número de árvores é um reflexo da densidade elevada, o que corrobora a observação de Fishwick (1974). Schneider et al. (2015) complementam que em povoamentos florestais, a competição entre os indivíduos aumenta com a idade, culminando com a dominação de árvores e morte de outras, o que é convencionado de autodesbaste, ou mortalidade.

Lamprecht (1990) considerou que os resultados de índice de espaçamento relativo compreendidos entre 20% e 30% apresentam os melhores resultados práticos e indica que a competição não está afetando o crescimento das árvores. Sheeren et al. (2004) destacaram para a cultura do eucalipto que, quando os valores de S% apresentam-se inferiores a 16%, ocorre prejuízos severos em relação ao incremento médio em diâmetro do povoamento e conseqüentemente no volume das árvores.

Através das curvas de incremento, foi constatado que na fase jovem, por volta dos 48 meses, quando as plantas já estão estabelecidas, houve um maior ritmo de crescimento, e ainda nessa fase, o valor de S obtido (20,1%) apresentou-se em um intervalo considerado como adequado para povoamentos florestais (LAMPRECHT, 1990; SHEEEREN et al., 2004).

A curva do índice de espaçamento relativo (Figura 3) segue um padrão de “j” invertido, o que é esperado segundo Yang; Burkhart (2017). Para a teca os valores de S% reduz acentuadamente até a idade de 48 meses de idade, devido ao rápido crescimento da espécie nas idades iniciais. A partir dessa idade, os valores de S foram inferiores a 20%, diminuindo anualmente até o valor de 13% aos 144 meses. De acordo com Pandey; Brown (2000) e Caldeira; Oliveira (2008), em espaçamentos mais adensados, o fechamento do dossel em povoamentos de teca ocorre entre o quarto e o quinto ano, iniciando assim a competição intraespecífica das copas por luz lateral.

Pérez; Kanninem (2005) mencionam que espécies de rápido crescimento são extremamente exigentes em relação aos tratamentos silviculturais. Para a teca, por exemplo, a aplicação de desbastes e desramas são imprescindíveis, para promover

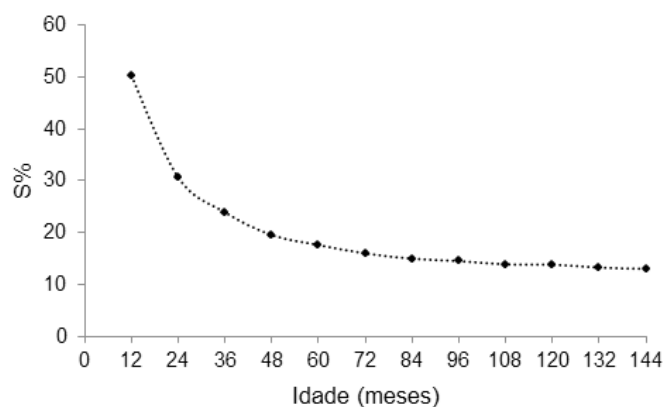


Figura 3. Índice de espaçamento relativo em função da idade para povoamento de *Tectona grandis* em Glória D'Oeste, Mato Grosso (talhão 1).

Figure 3. Relative spacing index for a function of age for *Tectona grandis* settlement in Glória D'Oeste, Mato Grosso, state (compartment 1).

maior produtividade e qualidade das árvores (PELISSARI et al., 2013; SILVA et al., 2016).

Estudos desenvolvidos por Cruz et al. (2008), em Mato Grosso, revelaram que o primeiro desbaste em povoamentos de teca deve ser feito entre 60 e 72 meses, para evitar o início da competição e assim garantir o ritmo de crescimento da cultura. Observa-se que essa idade coincide com os valores de forte competição obtidos pelo método do S% (72 meses,) dessa forma, essa técnica pode ser uma ferramenta simples e valiosa na tomada de decisão sobre o momento de intervenções de desbastes.

5. CONCLUSÕES

Os valores de S abaixo de 16% mostram a existência de competição a partir dos 72 meses. Portanto, o primeiro desbaste deve ser aplicado por volta de 60 meses, para evitar o início da competição e assim garantir o ritmo de crescimento da cultura.

O índice de espaçamento relativo pode ser utilizado como indicativo do momento de intervenções de desbastes em povoamentos de *Tectona grandis*.

6. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v. 22, p. 711-728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. Oxford: Pergamon Press, 1970. 506p
- BURGER, D. **Ordenamento a produção Florestal**. Curitiba: FUPEF, 1980. 124 p.
- BRUKHART, H. E. Comparison of maximum size-density relationships based on alternate stand attributes for predicting tree numbers and stand growth. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 298, n. 1, p. 404-408, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.041>
- CALDEIRA, S. F.; OLIVEIRA, D. L. C. Desbaste seletivo em povoamentos de *Tectona grandis* com diferentes idades. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 38, n. 2, p. 223-228, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000200005>
- CRUZ, J. P.; LEITE, H. G.; SOARES, C. B.; CAMPOS, J. C. C.; SMIT, L.; NOGUEIRA, G. S.; OLIVEIRA, M. L. R. de. Modelos de crescimento e produção para plantios comerciais jovens de *Tectona grandis* em Tangará da Serra, Mato Grosso. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 821-828, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000500006>
- CUNHA NETO, F. V.; VENDRUSCOLO, D. G. S. V.; DRESCHER, R. Artificial form factor equations for *Tectona grandis* in different spacings. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 37, p. 3554-3561, 2016. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11379>
- DRESCHER, R. **Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn. F., em povoamentos jovens de duas regiões do estado de Mato Grosso**. 2004. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- DUCEY, M. J. Predicting Crown Size and Shape from Simple Stand. *Journal of Sustainable Forestry*, v. 1, n. 2, p. 5-21, 2009. <http://dx.doi.org/10.1080/10549810802320076>
- 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, p. 79-87, 1999.

- FISHWICK, R. W. Pesquisa de intensidade de desbaste. **Floresta**, Curitiba, v. 5, n. p. 35-45, 1974.
- IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **O setor brasileiro de árvores plantadas**. Brasília: IBÁ, 2016. 100p.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas**. Rossdorf: TZVerl.-Ges.; 1990. 343p.
- MEDEIROS, R. A. **Potencial produtivo, manejo e experimentação em povoamentos de *Tectona grandis* L.f. no estado de Mato Grosso**. 2016. 182 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- MEYER, E. A.; FLEIG, F. D.; PEREIRA, L. D.; VUADEN, E. Ajuste do modelo de Reineke para estimativa da linha de máxima densidade na Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 669-678, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000400010>
- MITSOPOULOS, I.; XANTHOPOULOS, G. Effect of stand, topographic, and climatic factors on the fuel complex characteristics of Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.) and Calabrian (*Pinus brutia* Ten.) pine forests of Greece. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 360, p. 110-121, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.10.027>
- MOREIRA, M. L. C.; VASCONCELOS, T. N. N. **Mato Grosso: solos e paisagens**. Secretaria de planejamento e coordenação geral. SEPLAN/MT. Cuiabá/MT, 2007, 272p.
- NEWBY, J. C.; CRAMB, R. A.; SAKANPHET, S.; MCNAMARA, S. Small holder teak and agrarian change in Northern Laos. **Small-scale Forestry**, v. 11, n. 1, p. 27-46, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s11842-011-9167-x>
- PANDEY, D.; BROWN, C. **Teak: a global overview**. Unasylva, v. 51, p. 3-13, 2000.
- PELLISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; DRESCHER, R. Desenvolvimento quantitativo e qualitativo de *Tectona grandis* L.f. em Mato Grosso. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 3, p. 371-383, 2013. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2013.027>
- PÉREZ, D.; KANNINEN, M. Stand growth scenarios for *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 210, p. 25-441, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.037>
- SCHEEREN, L. W.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento e produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* Smith manejados com desbaste, na região sudeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p.111-122, 2004.
- SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. S. P.; FLEIG, F. D.; CUNHA, T. A. Influência do espaçamento no autodesbaste de povoamento monoclonal de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n.1, p. 119-126, 2015. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509817468>
- SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2008. 566p.
- SCOLFORO, J. R. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 441p.
- SILVA, R. S.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; ROCHA, J. R. M.; CHAVES, A. G. S.; SOUZA, H. S.; MOTTA, A. S. Desempenho silvicultural de *Tectona grandis* L. f. em diferentes espaçamentos em Cáceres, MT. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 3, p. 397-405, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.143015>
- SOUZA, H. S.; CHAVES, A. G. S.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; SILVA, R. S.; MOTTA, A. S. Processos de amostragem para estimativa de produção em plantio de teca. **Agrarian Academy**, v. 2, n. 3, p. 81-89, 2015. http://dx.doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_008
- SREEKANTH, P. M.; BALASUNDARAN, M.; NAZEEM, P. A.; SUMA, T. B. Genetic diversity of nine natural *Tectona grandis* Lf populations of the Western Ghats in Southern India. **Conservation Genetics**, v. 13, n. 5, p. 1409-1419, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s10592-012-0383-5>.
- TEWARI, D. N. **A monograph on Teak (*Tectona grandis* Linn f.)**. international Book Distributors. Dehra Dun, India, 1999. 479p.
- YANG, S.; BURKHART, H. E. Application of height- and diameter-based relative spacing for estimation of stand basal area. **Forest Science**, Bethesda, v. 1, p. 1-5, 2017. <http://dx.doi.org/10.5849/FS-2016-075>
- ZHAO, D.; KANE, M.; BORDERS, B. E. Crown ratio and relative spacing relationships for loblolly pine plantations. **Open Journal of Forestry**, v. 2, n. 3, p. 110-115, 2012. <http://dx.doi.org/10.4236/ojf.2012.23014>