

Crescimento inicial de espécies florestais para fins de uso múltiplo na região central de Minas Gerais

Initial growth of forest species for purposes of multiple use in the central region of Minas Gerais

DOI:10.34117/bjdv7n3-299

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 12/03/2021

Gabriela Paranhos Barbosa

Doutora em Ciência Florestal

Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista - IFMG/SJE
Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG/Campus São João Evangelista. Av. Primeiro de Junho, 1043. Centro. 39705000 - São João Evangelista, MG - Brasil
E-mail: gparanhosb@gmail.com

Gilciano Saraiva Nogueira

Doutor em Ciência Florestal

Departamento de Engenharia Florestal/ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - DEF/UFVJM
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK, Faculdade de Ciências Agrária, Departamento de Engenharia Florestal. Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000. Alto da Jacuba. 39100000 - Diamantina, MG - Brasil.
E-mail: nogueirags@gmail.com

Marcio Leles Romarco de Oliveira

Doutor em Ciência Florestal

Departamento de Engenharia Florestal/ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - DEF/UFVJM
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK, Faculdade de Ciências Agrária, Departamento de Engenharia Florestal. Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000. Alto da Jacuba. 39100000 - Diamantina, MG - Brasil.
E-mail: marcioromarco@gmail.com

Josiane Silva Bruzina

Doutora em Ciência Florestal

Instituto de Estudos do Xingu / Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - IEX/UNIFESSPA
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Estudos do Xingu. Rua Constantino Ferreira Viana, Quadra 08 Centro 68380000 - São Félix do Xingu, PA - Brasil
E-mail: bruzinganet@yahoo.com.br

Renato Vinícius Oliveira Castro

Doutor em Ciência Florestal

Departamento de Engenharia Florestal/ Universidade Federal de São João Del Rei -
DEFLO/UFSJ - Campus Sete Lagoas
Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Engenharia Florestal -
Campus Sete Lagoas, Rua Sétimo Moreira Martins. Itapoã II. 35702031- Sete Lagoas,
MG - Brasil
E-mail: renatocastro@ufs.edu.br

Gleyce Campos Dutra

Doutora em Ciência Florestal

Departamento de Engenharia Florestal/ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri - DEF/UFVJM
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK, Faculdade de
Ciências Agrária, Departamento de Engenharia Florestal. Rodovia MGT 367 - Km 583,
nº 5000. Alto da Jacuba. 39100000 - Diamantina, MG - Brasil
E-mail: gleycedutra@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o crescimento inicial de espécies florestais para fins de uso múltiplo e avaliar suas potencialidades para a região central de Minas Gerais. Para o estudo, foram utilizados experimentos com indivíduos das espécies de Mogno Africanos (*Khaya ivorensis* A. Chev., *Khaya senegalensis* A. Juss), Cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. australis), Cedro indiano (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn), Nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss), Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e Jequitibá Rosa (*Cariniana legalis* (Martius) O. Kuntze), além de um povoamento de *Khaya ivorensis* pertencentes à Fazenda das Pedras, em Curvelo/MG. Foi realizada avaliação dos experimentos, nas idades 24, 36 e 48 meses, em que foram mensuradas à circunferência a 1,30 m de altura (*cap*) e estimada a altura total (*H*) de todos os indivíduos das áreas experimentais. No povoamento, foi realizado censo florestal nas mesmas idades, sendo também mensurada a *cap* e *H* de todos os indivíduos. O crescimento inicial das espécies foi avaliado por meio de gráficos mostrando as tendências de crescimento das variáveis *H*, diâmetro a 1,30 m de altura (*dap*) e Volume (*V*). A espécie Paricá apresentou o maior crescimento em *dap* e *H* ao longo dos anos de avaliação dos experimentos, seguida das espécies *Khaya ivorensis*, Cedro Australiano e Cedro Indiano. Os resultados de crescimento encontrados permitem indicar as espécies mais potenciais para fins de uso múltiplo na região central de Minas Gerais.

Palavras-chave: Mogno Africano, Cedro Australiano, Paricá, Nim Indiano

ABSTRACT

Initial growth of forest species for multi-use purposes in the central region of Minas Gerais. The objective of this study was to evaluate the initial growth of forest species for multiple use purposes and to evaluate their potential for the central region of Minas Gerais. For the study, we used experiments with individuals of African Mahogany (*Khaya ivorensis* A. Chev., *Khaya senegalensis* A. Juss), Australian Cedar (*Toona ciliata* M. Roem var. australis), Indian Cedar (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn), Nim (*Azadirachta indica* A. Juss), Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) and Jequitibá Rosa (*Cariniana legalis* (Martius) O. Kuntze), as well a forest stands *Khaya ivorensis* belonging to Fazenda das Pedras in Curvelo/MG. The experiments were

performed at ages 24, 36 and 48 months, where they were measured at the circumference at 1.30 m height (*cbh*) and estimated the total height (*H*) of all individuals in the experimental areas. In the forest stands, a forestry census was conducted at the same ages, and the *cbh* and *H* of all individuals were also measured. The initial growth of the species was evaluated by means of graphs showing the growth trends of the variables *H*, diameter at 1.30 m height (*dbh*) and Volume (*V*). The Paricá had the highest growths in *dbh* and *H* in the evaluation years of the experiments, followed by the *Khaya ivorensis*, Australian Cedar and Indian Cedar. The results obtained indicate the most potential species for multiple use in the central region of Minas Gerais.

Keywords: African Mahogany, Australian Cedar, Paricá, Nim Indian.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as acentuadas explorações de espécies florestais nativas, provocaram significativa diminuição de madeiras nobres, especialmente no hemisfério sul, em países de clima tropical e subtropical (CASAROLI et al., 2018). Uma alternativa para a exploração predatória de madeira nobre de espécies nativas é o plantio de espécies florestais. Com o aumento da utilização de madeira de reflorestamentos para esta finalidade, cresce também o interesse por espécies florestais alternativas, com características tecnológicas para esse uso (BRIGHENTI; MULLER, 2014). No Brasil, têm sido utilizadas espécies de Mogno Africano (*Khaya ivorensis* A. Chev., *Khaya senegalensis* A. Juss.), Cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*), Cedro indiano (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn), dentre outras.

Além de espécies de madeiras nobres, espécies para outras finalidades tem surgido como é o caso do Nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) que fornece compostos químicos para variados usos farmacológicos, medicinais e no combate de pragas agrícolas (MARTINEZ et al., 2011). Algumas nativas, como o Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke), tem sido muito disseminada entre os silvicultores devido à facilidade de obtenção de sementes e ao baixo custo de implantação, e por fornecerem matéria prima para indústria de celulose, utilização na fabricação de laminados e compensados, para a indústria moveleira e construção civil (ROSA, 2006; OHASHI et al., 2010).

Embora seja crescente o uso de espécies alternativas em reflorestamentos no Brasil, ainda são escassos os estudos dessas espécies, e desta forma pouco se sabe sobre o crescimento das mesmas, principalmente em algumas regiões do país com características edáficas e climáticas específicas. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento inicial de espécies florestais para fins de uso múltiplo e avaliar suas potencialidades para a região central de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo, foram utilizados experimentos com plantio de espécies florestais nativas e exóticas, além de um povoamento de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*) pertencentes à Fazenda das Pedras, localizada em Curvelo, na região central de Minas Gerais. A região, com características típicas do bioma Cerrado, apresenta clima Cwa considerado subtropical de inverno seco e verão quente, e índice pluviométrico médio anual entre 1100 e 1200 mm (INMET, 2018). Os solos predominantes na região são argilosos, de baixa fertilidade natural e com baixos teores de matéria orgânica.

Os experimentos são instalados em três áreas distintas, denominadas Pé de Manga (1,88 ha), Campina (1,88 ha) e Grão Mogol (0,50 ha). Esses experimentos foram organizados em parcelas de 625 m², sendo 25 indivíduos por parcela em espaçamento de 5 m x 5 m. Na área Pé de Manga as parcelas experimentais contêm indivíduos das espécies de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*, *Khaya senegalensis*), Cedro Australiano (clone 1151), Cedro Indiano, Jequitibá Rosa (*Cariniana legalis* (Martius) O. Kuntze), Paricá e Nim Indiano. Cada espécie apresenta 3 parcelas de repetições, com 25 mudas/parcela. Na área Campina, são parcelas experimentais das espécies *Khaya ivorensis*, *Khaya senegalensis*, Cedro Indiano, Cedro Australiano (clone 1151), Cedro Australiano (clone 1210), Paricá e Nim Indiano, também em 3 repetições de 25 mudas/parcela. E na área Grão Mogol são parcelas experimentais das espécies *Khaya ivorensis*, *Khaya senegalensis* e Cedro Australiano (clone 1210), sendo 2 repetições de 25 mudas/parcela para cada espécie. Foi realizada avaliação dos experimentos por três anos consecutivos, nas idades 24, 36 e 48 meses, em que foram mensuradas à circunferência a 1,30 m de altura (*cap*) com fita métrica e estimada a altura total (*H*) por meio de um hipsômetro Haglof, de todos os indivíduos das áreas experimentais.

Já o povoamento de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*), possui uma área de 20 ha, foi implantado em 2014, em espaçamento de 5 m x 5 m. Foi realizado o inventário 100% (censo) dos indivíduos, nas idades 24, 36 e 48 meses, sendo mensurada a *cap* e estimada a *H* de todos os indivíduos do povoamento. As linhas de plantio foram localizadas por meio da coleta de suas coordenadas geográficas, com o auxílio de um GPS de navegação.

O comportamento inicial das espécies florestais exóticas e nativas presentes nos experimentos, bem como do povoamento de Mogno Africano foi avaliado por meio de gráficos mostrando as tendências de crescimento das variáveis diâmetro a 1,30 m de altura (*dap*) e altura total (*H*). Para o povoamento foi ainda avaliada as tendências de crescimento em Volume (*V*). Foi aplicado o modelo de Schumacher (1939) com a finalidade de

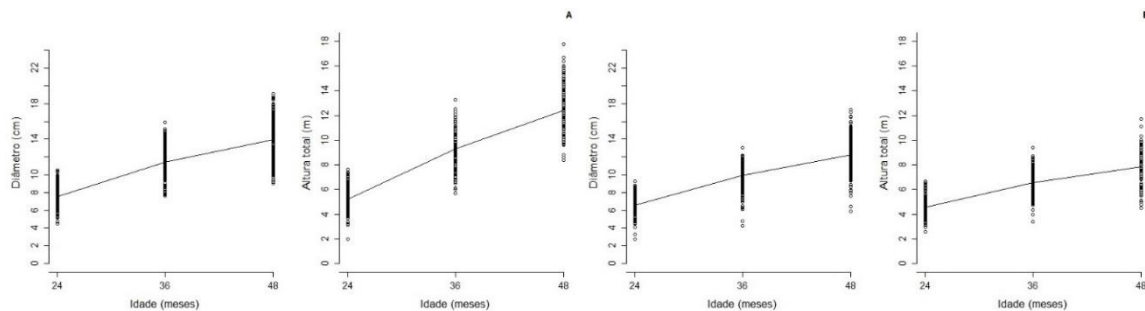
descrever o crescimento dessas variáveis, por meio do emprego de relações simples em função da idade. Foram ainda identificados na literatura, estudos que apresentam tendências de crescimento das espécies, que foram comparadas com o crescimento das espécies presentes nas áreas dos experimentos e do povoamento.

3 RESULTADOS

Os resultados do comportamento inicial das espécies presentes nos experimentos avaliados podem ser verificados pelas tendências de crescimento e pelas curvas geradas pela equação de Schumacher (1939), para as variáveis *dap* e *H*. As tendências para as espécies de Mogno Africano (*khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*) são apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Tendência de crescimento das variáveis *dap* (diâmetro a 1,30 m de altura) e altura total (*H*) para as espécies *Khaya ivorensis* (A) e *Khaya senegalensis* (B) presentes nos experimentos na Fazenda das Pedras, Curvelo/MG.

Figure 1. Growth trend of the *dap* variables (diameter at 1.30 m height) and total height (*H*) for the species *Khaya ivorensis* (A) and *Khaya senegalensis* (B) present in the experiments at Fazenda das Pedras, Curvelo/MG.



Na Tabela 1 são apresentados os principais resultados estatísticos para *dap* e *H* ao longo dos anos de avaliação dos experimentos, para as espécies florestais presentes nos experimentos na Fazenda das Pedras, em Curvelo/MG.

Tabela 1. Resultados estatísticos para *dap* e *H* nas idades de 24, 36 e 48 meses, para as espécies presentes nos experimentos na Fazenda das Pedras, Curvelo/MG

Table 1. Statistical results for *dap* and *H* at the ages of 24, 36 and 48 months for the species present in the experiments at Fazenda das Pedras, Curvelo/MG

Espécie	Estatística	Idade (meses)					
		24		36		48	
		<i>dap</i> (cm)	<i>H</i> (m)	<i>dap</i> (cm)	<i>H</i> (m)	<i>dap</i> (cm)	<i>H</i> (m)
<i>Khaya ivorensis</i>	Média	7,5	5,2	11,5	9,3	13,9	12,4
	Mínimo	1,8	2,0	7,6	5,1	9,0	7,8
	Máximo	10,5	7,6	15,9	13,3	19,1	17,8
	Desvio Padrão	1,2	0,8	1,7	1,4	2,4	1,9
<i>Khaya Senegalensis</i>	Média	6,7	4,6	9,7	6,5	12,4	7,8
	Mínimo	2,8	2,6	4,2	3,4	5,1	4,5
	Máximo	9,2	6,7	13,1	9,4	17,3	11,7
	Desvio Padrão	1,0	0,7	1,3	0,9	2,0	1,2
Cedro Australiano Clone 1210	Média	7,1	6,9	10,1	8,1	12,2	9,7
	Mínimo	6,0	5,9	8,5	6,7	9,6	7,5
	Máximo	8,2	7,8	11,8	11,0	15,1	12,1
	Desvio Padrão	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,8
Cedro Australiano Clone 1151	Média	8,9	7,3	12,4	8,8	14,5	10,1
	Mínimo	5,1	5,0	8,3	6,5	10,2	6,9
	Máximo	13,4	11,0	16,0	11,9	18,1	12,9
	Desvio Padrão	1,7	1,2	1,9	1,6	2,0	1,4
Cedro Indiano	Média	9,2	8,2	12,2	11,0	14,4	13,4
	Mínimo	4,6	3,7	7,2	5,8	8,2	6,5
	Máximo	13,4	13,7	20,3	17,4	26,9	20,7
	Desvio Padrão	2,1	2,3	2,8	2,7	3,8	3,5
Nim Indiano	Média	4,4	5,4	6,9	6,9	8,8	7,8
	Mínimo	3,3	4,1	5,3	5,2	6,5	5,6
	Máximo	5,4	7,0	8,3	8,6	12,5	11,3
	Desvio Padrão	0,4	0,6	0,6	0,7	1,2	1,1
Paricá	Média	12,1	10,5	16,3	15,7	19,3	19,3
	Mínimo	6,4	5,1	9,7	8,4	11,2	10,4
	Máximo	16,4	17,1	24,4	26,2	29,8	29,3
	Desvio Padrão	2,2	2,8	3,0	3,2	4,0	3,6
Jequitibá Rosa	Média	3,3	3,3	6,8	5,0	9,2	6,8
	Mínimo	2,0	2,2	5,1	3,0	7,4	4,9
	Máximo	4,6	4,3	9,5	6,5	12,5	9,2
	Desvio Padrão	0,6	0,4	0,9	0,7	1,0	0,9

Analisando o crescimento em diâmetro para a espécie *Khaya ivorensis*, observa-se que a mesma apresenta uma grande amplitude de diâmetros (Figura 1A), que variam de 9 a 19,1 cm (Tabela 1), considerando a idade de 48 meses. Quanto ao crescimento em altura, a espécie também apresenta grandes variações, com indivíduos de 7,8 m a 17,8 m de altura aos 48 meses. A curva de crescimento em altura mostra que a espécie se encontra em pleno crescimento, ainda distante de sua estagnação.

Analisando a espécie *Khaya senegalensis*, observa-se que a espécie apresentou bom crescimento, porém com valores de *dap* e *H* inferiores a espécie *Khaya ivorensis*. Os valores médios encontrados para a *Khaya senegalensis* foram 12,4 cm de *dap* e 7,8 m de *H* aos 48 meses de idade (Tabela 1). Para a *Khaya ivorensis* na mesma idade, os valores médios foram 13,9 cm de *dap* e 12,4 m de *H*.

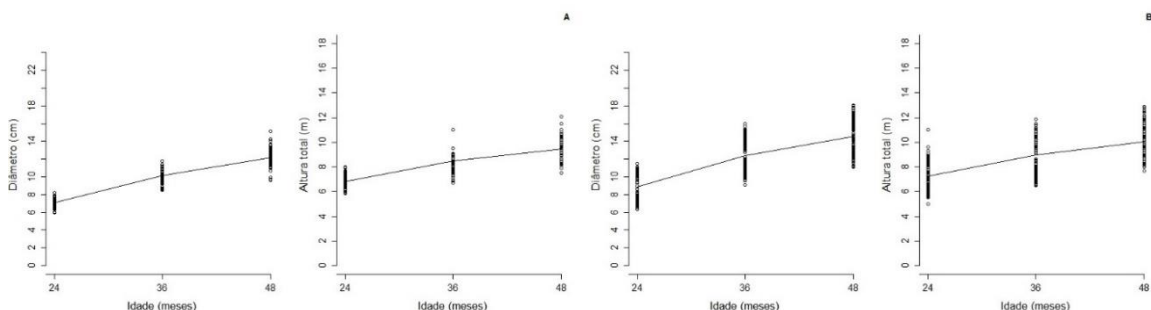
A amplitude entre os valores de *dap* para a *Khaya senegalensis* se apresenta alta (Figura 1B), com indivíduos com diâmetro mínimo de 5,1 cm e máximo de 17,3 cm aos 48 anos meses de idade, idade da última avaliação dos experimentos.

Quanto ao crescimento em altura, observa-se que a curva de crescimento apresenta menor inclinação do que a de *Khaya ivorensis*, com *H* mínima de 4,5 m e máxima de 11,4 m. O crescimento em altura média da espécie entre os anos foi de 1,9 m.ano⁻¹, bem inferior à média para a *Khaya ivorensis*, que foi de 3,1 m.ano⁻¹ entre os anos avaliados.

As tendências de crescimento para a espécie Cedro Australiano (clones 1210 e 1151), podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2. Tendência de crescimento das variáveis *dap* (diâmetro a 1,30 m de altura) e altura total (*H*) para a espécie Cedro Australiano - clone 1210 (A) e clone 1151 (B) presentes nos experimentos na Fazenda das Pedras, Curvelo/MG.

Figure 2. Growth trend of *dap* variables (diameter at 1.30 m height) and total height (*H*) for the Australian Cedar - clone 1210 (A) and clone 1151 (B) present in the experiments at Fazenda das Pedras, Curvelo/MG.



Analisando os gráficos de tendência de crescimento para *dap* e *H* da espécie Cedro Australiano, observa-se que ambos os clones apresentaram bom crescimento, com valores próximos de *dap* e *H*. O Cedro Australiano apresenta um crescimento médio em diâmetro para o clone 1210 de 3,0 cm.ano⁻¹ e em altura de 2,4 m.ano⁻¹, e para o clone 1151 em diâmetro de 3,6 cm.ano⁻¹ e em altura de 2,5 m.ano⁻¹

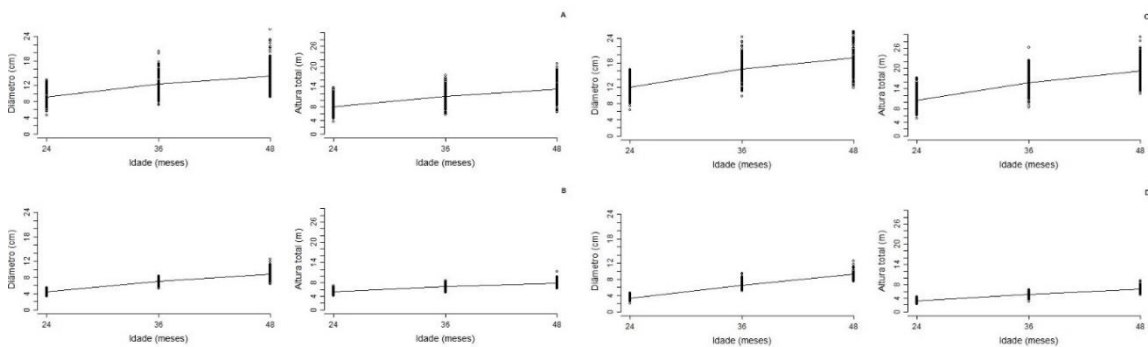
Os valores de diâmetro para os Cedros Australianos, aos 48 meses de idade, para o clone 1210 variam entre 9,6 e 15,1 cm (Tabela 1), e para o clone 1151 de 10,2 a 18,1 cm. Os valores médios em *dap* para os clones se encontram em 12,2 cm e 14,5 cm para os clones 1210 e 1151, respectivamente.

Quanto ao crescimento em altura, as alturas aos 48 meses de idade para o clone 1210 variam de 7,5 m a 12,1 m, e para o clone 1151 de 6,9 m a 12,9 m. Os valores de altura média encontrados são 9,7 m para o clone 1210 e 10,1 m para o clone 1151, aos 48 meses de idade.

As tendências de crescimento para as espécies Cedro Indiano, Nim Indiano, Paricá e Jequitibá Rosa podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3. Tendência de crescimento das variáveis *dap* (diâmetro a 1,30 m de altura) e altura total (*H*) para as espécies Cedro Indiano (A), Nim Indiano (B), Paricá (C) e Jequitibá Rosa (D) presentes nos experimentos na Fazenda das Pedras, Curvelo/MG.

Figure 3. Growth trend of the *dap* variables (diameter at 1.30 m height) and total height (*H*) for the species Cedro Indiano (A), Nim Indiano (B), Paricá (C) and Jequitibá Rosa (D) at Fazenda das Pedras, Curvelo/MG.



Analisando o crescimento em diâmetro e altura para a espécie Cedro Indiano, observa-se que a amplitude entre os valores de *dap* e *H* se apresentam muito variáveis, sendo a espécie de maior amplitude (Figura 3A), juntamente com a espécie Paricá. Seus indivíduos apresentaram valores de *dap* entre 8,2 e 26,9 cm e *H* entre 6,5 e 20,7 m aos 48 meses. Aos 24 meses a espécie apresentou *dap* médio de 9,2 cm e *H* média de 8,2 m. Porém, foram encontrados indivíduos com valores máximos de 13,4 cm de *dap* e 13,7 m de altura (Tabela 3).

Avaliando os resultados de crescimento para a espécie Nim Indiano, observa-se que o Nim Indiano assim como a espécie Jequitibá Rosa, se apresentam como as espécies de crescimento mais lento dentre as avaliadas (Figura 3 B). O crescimento médio em altura para a espécie foi de 1,9 m.ano⁻¹. Aos 48 meses, sua altura média foi de 7,8 m, porém os indivíduos com as maiores alturas chegaram a 11,3 m. A curva do crescimento em altura já indica uma forte tendência a estabilização do crescimento em altura.

Quanto ao crescimento em diâmetro, o valor médio de crescimento em *dap* para a espécie foi de 2,2 cm.ano⁻¹. Seu diâmetro médio aos 48 meses foi de 8,8 cm. Seus maiores indivíduos atingiram 12,5 cm de *dap*. Tanto para o diâmetro quanto para a altura, a espécie

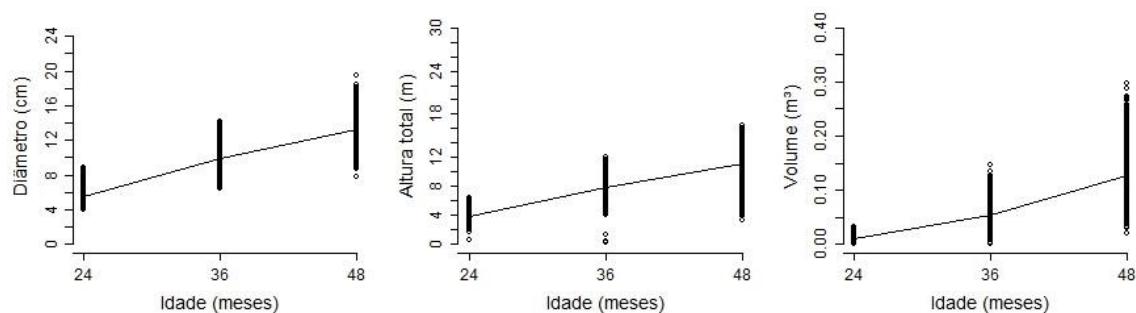
apresentou pequena amplitude entre os valores das variáveis, principalmente nas idades de 24 e 36 meses. Essa baixa amplitude pode estar relacionada ao fato da espécie ter apresentado crescimento mais lento, e os indivíduos permanecerem desta forma com valores de *dap* e *H* mais próximos. Isso pode ser observado nos baixos valores do desvio padrão (Tabela 1) apresentado pela espécie.

Analisando o crescimento do Paricá, observa-se que foi a espécie que apresentou maior desenvolvimento dentre todas as espécies avaliadas. Seu crescimento se destacou de todas as demais espécies tanto em diâmetro quanto em altura. Aos 24 meses, o *dap* médio já era 12,1 cm e a altura média 10,5 m. Aos 36 meses de idade a espécie apresentou *dap* médio de 16,3 cm e altura média de 15,7 m. Aos 48 meses de idade, os indivíduos da espécie chegaram a *dap* médio de 19,3 cm e altura média de 19,3 m. Nos gráficos de crescimento em diâmetro e altura é possível observar a elevada amplitude (Figura 3C), com indivíduos que variaram de 11,2 cm a 29,8 cm de diâmetro e de 10,4 m a 29,3 m de altura, aos 48 meses.

Analisando o crescimento da espécie Jequitibá Rosa, observa-se que a espécie apresenta crescimento mais lento, com menor amplitude de diâmetros e alturas (Figura 3D). Em diâmetro, a média apresentada pela espécie aos 48 meses foi de 9,2 cm, com *dap* mínimo de 7,4 cm e máximo de 12,5 cm. Em altura, a média aos 48 meses foi de 6,8 m, com mínima de 4,9 m e máxima de 9,2 m (Tabela 1). A curva do crescimento em altura indica tendência a estabilização do crescimento em altura, sendo o crescimento médio de 1,7 m.ano⁻¹.

Os resultados do comportamento inicial do povoamento de Mogno Africano podem ser verificados pelas tendências de crescimento das variáveis *dap*, *H* e *V* (volume) (Figura 4).

Figura 4. Crescimento das variáveis *dap* (diâmetro a 1,30 m de altura), *H* (altura total) e *V* (volume) para os indivíduos do povoamento de Mogno Africano na Fazenda das Pedras, Curvelo-MG.



As curvas de crescimento ajustadas para *dap*, *H* e *V* para o povoamento de Mogno Africano, mostram que a espécie se encontra em pleno crescimento, ainda distante de sua estagnação. Analisando o crescimento em diâmetro observa-se que a amplitude de diâmetros é grande, com indivíduos que variam de 7,8 a 19,4 cm e média de 13,1 cm, considerando a idade de 48 meses. Esses resultados se encontram muito equivalentes ao encontrado pela mesma espécie considerando as avaliações nos experimentos. O crescimento médio em *dap* entre os anos de avaliação foi de 3,3 cm.ano⁻¹.

O crescimento em altura também se mostrou variável, com indivíduos entre 3,4 e 16,5 m. A média de altura para o povoamento foi de 11,1 m e o crescimento médio de 2,8 m.ano⁻¹. Aos 36 e 48 meses, é possível observar pelo gráfico de tendência em altura que alguns indivíduos aparentemente apresentaram redução no tamanho. Isso ocorreu, pois, alguns indivíduos apresentaram elevado crescimento em *H* por vezes não acompanhado na mesma velocidade pelo crescimento em *dap*, assim estes tiveram problemas com quebra de copas. Quanto ao crescimento em volume, os indivíduos apresentaram volume médio de 0,1258 m³ aos 48 meses de idade, e incremento de 0,0315 m³.ano⁻¹.

4 DISCUSSÃO

O crescimento em diâmetro para a espécie *Khaya ivorensis* apresentou uma grande amplitude de diâmetros. Essa característica é típica de povoamentos implantados com material genético seminal, que apresentam grande variabilidade entre os indivíduos. Segundo Pinheiro et al. (2011), a propagação da *Khaya ivorensis* é por sementes, e no Brasil ainda é bastante limitada a propagação vegetativa da espécie. Portanto, nos primeiros anos de vida, é muito comum encontrar uma variação grande em diâmetros quando se compara indivíduos dessa espécie.

Quanto ao crescimento em altura, Ribeiro et al. (2017) apresentam dados de plantios da espécie *Khaya ivorensis* em Minas Gerais com idades de 4,4 anos, em que as alturas médias encontradas estão entre 13,1 e 13,4 m. Considerando essas informações observa-se que o experimento avaliado apresenta bom crescimento em altura, sua média de altura aos 4 anos é de 12,4 m, o que demonstra que a espécie se adaptou bem e tem elevado potencial produtivo sob as condições edáficas, climáticas e silviculturais encontradas no experimento em análise.

Ribeiro et al. (2017) ainda relatam que os plantios em Minas Gerais têm sido muito produtivos, atingindo valores de altura média de 3 m.ano⁻¹ e *dap* médio de 4 cm.ano⁻¹,

próximo aos 5 anos de idade. No experimento avaliado esses valores foram altura média de $3,1 \text{ m.ano}^{-1}$ e dap médio de $3,5 \text{ cm.ano}^{-1}$, aos 4 anos de idade.

Embora a Fazenda das Pedras esteja inserida em clima do tipo Cwa, considerado subtropical de inverno seco e verão quente, e pluviosidade inferior a exigência da espécie que fica entre 1600 e 2500 mm (PINHEIRO et al., 2011) a espécie apresentou bons resultados de crescimento. Possivelmente, nos primeiros anos de vida, a irrigação realizada no experimento fez com que os indivíduos da espécie não sentissem os efeitos das condições adversas a sua adaptação. Vale ressaltar que a espécie tem apresentado boa adaptação em regiões de Cerrado, mesmo sem irrigação. Em estudo realizado em Goiás para avaliar o crescimento de plantas jovens de mogno-africano, após diferentes manejos de irrigação dos primeiros anos do ciclo, Santos et al. (2020) observaram que as variáveis de crescimento altura, altura de fuste e diâmetro não mostraram incremento significativo em plantas jovens de *Khaya ivorensis* quando comparadas as plantas que foram irrigadas com as plantas sem irrigação.

Os solos da região em que os experimentos estão localizados também não são os mais adequados a espécie, mas a boa fertilização inicial foi favorável ao crescimento da espécie nas áreas experimentais.

Lemmens (2008), em estudo sobre a espécie, levantou várias tendências de crescimento em condições de plantio. O autor concluiu que a *Khaya ivorensis* pode ser considerada espécie de crescimento médio, exigente de luz e com propriedades de desrama natural (galhos mortos se desprendem do fuste sozinhos). Pinheiro et al. (2011) apresenta a espécie como de crescimento rápido, e exigente de radiação solar, água e nutrientes. Entretanto os mesmos autores destacam que a introdução da espécie é recente no país e que muitas informações ainda necessitam ser investigadas, dividindo opiniões.

É incontestável que a espécie tem despertado grande interesse, devido ao seu crescimento rápido, a possibilidade de fornecer madeira nobre em curto prazo e ao seu elevado valor econômico. Porém, segundo Pinheiro et al. (2011) no Brasil não há estudos consistentes quanto ao plantio da espécie, não sendo possível fazer muitas inferências quanto aos aspectos silviculturais e de manejo da espécie. Ribeiro et al. (2017) ressalta que não existem muitos dados publicados sobre as tendências de crescimento da espécie em questão. O que existe são informações esparsas em plantios que apresentam características distintas em relação ao espaçamento, tratos silviculturais, regiões, ou consórcios com outras espécies. Nenhum trabalho apresenta a espécie em plantio comercial com idades superiores, próximas ao primeiro corte. Desta forma, a obtenção de informações dessa

natureza se torna indispensável para que seja possível qualquer tipo de planejamento envolvendo a espécie.

A espécie *Khaya senegalensis* apresentou crescimento inferior a espécie *Khaya ivorensis*. Esse resultado já era esperado visto que, segundo Pinheiro et al. (2011), a *Khaya senegalensis* apresenta algumas características indesejáveis como menor taxa de crescimento, fuste menos reto e mais ramificado quando comparada a *Khaya ivorensis*. A amplitude entre os valores de *dap* para a *Khaya senegalensis*, também se apresentou alta, o que pode estar relacionado ao material genético de origem seminal, que garante elevada variabilidade entre os indivíduos.

A *Khaya senegalensis* é uma espécie de crescimento menor que a *Khaya ivorensis*, porém Pinheiro et al. (2011) relatam que a espécie apresenta menores exigências para seu crescimento. Segundo os autores, a espécie se desenvolve em precipitações entre 650 mm e 1800 mm, sendo capaz de suportar até 7 meses de estação seca. Desta forma, a espécie conseguiu se adaptar bem à região onde a Fazenda das Pedras está inserida, que é caracterizada por apresentar três meses do ano secos e pluviosidade média anual entre 1100 e 1200 mm (INMET, 2018). A espécie é também capaz de se desenvolver em solos rochosos e rasos.

No Brasil não existem informações quanto ao crescimento e rotação da espécie, mas com base em experiências internacionais, Pinheiro et al. (2011) afirmam que para plantios planejados, com sistemas de desbastes, os ciclos de rotação variam entre 40 e 60 anos.

Considerando os Mognos Africanos avaliados, pode-se concluir que até os 48 meses de idade, a espécie *Khaya ivorensis* apresentou melhor crescimento, com valores das variáveis *dap* e *H* superiores a *Khaya senegalensis*.

Analisando a espécie Cedro Australiano, ambos os clones apresentaram crescimento satisfatório, tendo o clone 1151 apresentado resultados ligeiramente superiores. A amplitude entre os valores de diâmetro é menor para os Cedros Australianos, quando comparadas às espécies de Mogno Africano. Essa característica de maior homogeneidade dos diâmetros, pode ser justificada por ser um material genético clonal, diferentemente das espécies de Mogno Africano analisadas.

Pinheiro et al. (2003) relata que o Cedro Australiano é uma espécie muito produtiva, podendo chegar a atingir 8 m de altura e 15 cm de *dap* com três anos de idade. De acordo com essas informações é possível inferir que a espécie apresentou um bom crescimento na

Fazenda das Pedras, visto que os valores médios encontrados para a espécie se encontram bem próximos aos relatados na literatura.

Quanto às suas exigências climáticas e nutricionais, a espécie cresce em áreas com precipitação anual entre 800 mm e 1800 mm, com 2 a 6 meses de estiagem. Segundo Souza et al. (2010), o Cedro Australiano é moderadamente tolerante ao estresse hídrico, mas responde bem a quantidade de água disponibilizada durante o seu ciclo, resultando em elevado crescimento. É uma espécie de crescimento rápido, exigente em nutrientes, e tem preferência por solos com boa drenagem, profundos e calcários, não suportando solos argilosos compactados e nem solos arenosos e pobres (PINHEIRO et al., 2003; BRAGA et al., 2015). Entretanto, diversos autores têm apresentado o crescimento da espécie com bons resultados em condições adversas. Embora apresente média de precipitação inferior as exigências da espécie, a espécie apresentou elevado potencial produtivo para a região em estudo, se tornando uma alternativa que proporciona bom retorno financeiro em curto espaço de tempo, sendo uma excelente opção para madeira nobre para serraria e indústria moveleira.

Segundo Souza et al. (2010), o corte comercial do Cedro Australiano ocorre aproximadamente aos 12 anos, podendo ser antecipado ou adiado, dependendo das condições específicas do povoamento e da finalidade da madeira. Pinheiro et al. (2003) afirma que com cerca de 8 a 10 anos no máximo, plantios planejados, com sistemas de desbastes, já se encontram prontos a serem explorados. Poucos são os dados sobre o crescimento dessa espécie, mas no Brasil, a espécie tem apresentado excelente crescimento e por esse motivo tem sido uma das espécies exóticas mais promissoras para reflorestamentos. Pinheiro et al. (2003) relatam ainda que com um ano de idade, plantios na Zona da Mata de Minas Gerais tem apresentado crescimento rápido, atingindo de 3 a 4 m de altura e *dap* de 15 cm.

Considerando os clones de Cedros Australianos estudados, pode-se concluir que até a idade da última avaliação, 48 meses, os clones apresentaram crescimentos bem próximos, estando o clone 1151 superior ao clone 1210.

Quanto à espécie Cedro Indiano, Elorza Martinez et al. (2006) relatam que a espécie apresenta rápido crescimento podendo atingir até 8,5 m de altura nos primeiros 12 meses, dependendo do sítio; e aos 24 meses apresentar altura de 12,7 m e *dap* de 11,5 cm. Esses valores são superiores aos encontrados nos experimentos da Fazenda das Pedras. Venturin et al. (2014) avaliando o desenvolvimento da espécie, encontraram aos 48 meses de idade valores médios de 11,16 m de altura e 13,19 cm de *dap* para plantios de Cedro Indiano em

espaçamento 3 m x 3 m. Os autores relatam que o Cedro Indiano é uma espécie muito promissora para reflorestamentos e para produção de curta rotação no Brasil, por apresentar elevada taxa de crescimento. Porém, no Brasil, as informações de crescimento da espécie são ainda limitadas.

Quanto às características climáticas e edáficas, a espécie pode ser cultivada em climas com precipitação que variam de 500 a 3000 mm e temperaturas médias de 14 a 26 °C. E embora se desenvolva em solos rasos e compactados, apresenta melhor desempenho em solos franco-argilosos, profundos e bem drenados (ELORZA MARTINEZ et al., 2006). Nesse sentido, devido sua relativa facilidade a adaptação, a espécie apresentou bom crescimento na região em estudo.

A espécie Nim Indiano apresentou crescimento satisfatório, porém mais lento quando comparada as demais avaliadas. Segundo Martinez et al. (2011) o Nim Indiano em condições favoráveis cresce de 4 a 7 m de altura nos primeiros cinco anos, e de 5 a 11 m durante os cinco anos seguintes. Seu ciclo de rotação para produção madeireira, dependendo do espaçamento de plantio, pode variar entre 8 e 23 anos.

Miranda et al. (2014), em estudo de crescimento da espécie no Mato Grosso, encontraram resultados de *dap* médio de 6,34 cm e a *H* média de 6,08 m, aos 4 anos de idade. Os resultados de crescimento encontrados para a espécie Nim indiano na Fazenda das Pedras indicam que a espécie apresentou bom crescimento, com média de *dap* e *H* superiores aos relatados por Miranda et al. (2014). Entretanto, é possível inferir que na região a espécie não deve atingir as maiores alturas encontradas na literatura, pois com média de altura de 7,8 m, já é possível observar a existência de uma tendência a estabilização do crescimento em altura, indicado pela curva de crescimento em altura.

O Nim Indiano é uma espécie de clima tropical, que atinge seu máximo potencial de desenvolvimento a temperaturas entre 20° C e 32° C. A espécie é bastante resistente a seca, podendo se desenvolver com precipitação média anual de 400 mm, porém com condições ideais entre 800 mm e 1800 mm. Pode se desenvolver em diferentes tipos de solo, até mesmo, em solos pobres em nutrientes, mas desenvolve-se melhor em solos arenosos, profundos e bem drenados (MARTINEZ et al., 2011).

A espécie tem se disseminado por todo o Brasil rapidamente, mas seu uso mais comum tem sido a exploração das folhas e frutos para obtenção da matéria prima para produção de produtos inseticidas, fungicidas e para uso medicinal, veterinário ou na indústria de cosméticos. O plantio para produção madeireira ainda é bastante limitado, existindo registros de seu uso para a produção de móveis e energia (MARTINEZ et al.,

2011). As informações sobre a silvicultura e manejo da espécie no Brasil são escassas, existindo assim pouca informação quanto ao seu crescimento.

O Paricá foi a espécie que apresentou maior crescimento dentre as avaliadas, e elevada amplitude de valores de *dap* e *H*. Segundo Carvalho (2007) os plantios comerciais da espécie Paricá se apresentam muito heterogêneos e irregulares, justificando assim essa variação encontrada nesse estudo. O autor ainda relata que a propagação das plantas de Paricá para a formação dos plantios ocorre via seminal, uma vez que se trata de uma espécie rústica, com baixa exigência nutricional e de boa adaptabilidade a diversos tipos de solos, justificando também essa variabilidade.

Souza et al. (2005), avaliando parcelas experimentais de Paricá na região amazônica, obteve valores médios de diâmetro de 11,60 cm e de altura média de 15,10 m, para a espécie Paricá com 48 meses de idade.

O Paricá se desenvolve em regiões de precipitação média anual de 1600 mm a 3000 mm, e temperatura média anual entre 24,8 °C e 26,6 °C. Entretanto, segundo Rosa (2006), a espécie apresenta rápido crescimento e se adapta bem a diversas condições edáficas e climáticas, tolerando solos de baixa fertilidade e elevada acidez. Possivelmente, foram essas características de adaptação que permitiram que a espécie, embora seja de regiões amazônicas, apresentasse bom crescimento na região central de Minas Gerais.

Cordeiro et al. (2015), destaca que a espécie, por ser de crescimento rápido, demanda grande incidência de luz, e que normalmente responde bem à maioria das práticas silviculturais. No entanto, os autores destacam que a espécie pode apresentar grande variação no crescimento em altura e diâmetro, dependendo das condições de plantio, do espaçamento utilizado, manejo, condições edáficas e climáticas, bem como em relação a locais e procedências das sementes.

Por ser uma espécie que ocorre naturalmente no Brasil, os estudos da espécie se apresentam mais consolidados, entretanto se concentrando na região amazônica. Assim, ainda existe a necessidade de se conhecer melhor os aspectos de crescimento da espécie nas outras regiões do país. Carvalho (2007) relata que o rápido crescimento da espécie, possibilita que sua exploração seja realizada aos 15 anos de idade. Os principais usos da espécie, que apresenta densidade baixa em torno de 0,30 g/cm³ é a fabricação de laminados e compensados para a indústria moveleira e construção civil (ROSA, 2006).

Quanto ao Jequitibá Rosa, a espécie apresentou crescimento mais lento, e tendência a estabilização do crescimento em altura. Das espécies nativas tropicais utilizadas em plantações florestais, o Jequitibá Rosa se destaca, devido ao alto valor agregado de sua

madeira e pelo seu desempenho silvicultural. Toledo Filho e Bertoni (2001) estudando o crescimento da espécie em experimentos em Moji Mirim São Paulo, encontraram aos 4 anos de idade altura média de 4,73 m e *dap* médio de 4,7 cm.

A espécie é caracterizada como de crescimento moderado a rápido, e tolerância moderada a luz. Rêgo e Possamai (2001) relata que as condições ideais para crescimento da espécie são temperaturas médias entre 25 a 35°C, precipitação acima de 1500 mm anuais e solos profundos, férteis, ricos em matéria orgânica e bem drenados. Embora seja uma espécie nativa brasileira, com ocorrência natural no estado de Minas Gerais, as características climáticas específicas encontradas na região central de Minas Gerais não favoreceram o crescimento da espécie, estando assim entre as espécies de menor crescimento entre as avaliadas.

Comparando os resultados entre espécies, é possível inferir que a espécie Paricá representa a espécie de melhor desenvolvimento, tendo apresentado o maior crescimento em *dap* e *H* ao longo dos anos de avaliação dos experimentos. Em posições intermediárias aparecem às espécies *Khaya ivorensis*, Cedro Indiano, os clones de Cedros Australianos e a *khaya senegalensis*. Quanto às espécies de menor desenvolvimento, o Jequitibá Rosa e o Nim Indiano apresentam resultados bem próximos.

Quanto ao povoamento de mogno africano, os resultados de crescimento encontrados foram bem próximos ao observado pela mesma espécie nas parcelas experimentais. Segundo Silva et al. (2016), a previsão de corte final da espécie nas condições encontradas no Brasil está entre 15 e 20 anos de idade e os desbastes são definidos ao longo do ciclo de rotação para melhorar a forma do fuste e reduzir a competição.

No Brasil, poucos são os estudos de crescimento sobre o Mogno Africano (SILVA et al., 2016; RIBEIRO et al., 2017). Essa carência de informações representa uma limitação para o desenvolvimento e consolidação da espécie como potencial em reflorestamentos no país, visto que os plantios no país já atingem idades próximas a desbastes e corte final, necessitando de planejamento e otimização das atividades florestais.

5 CONCLUSÕES

- Os resultados obtidos permitem concluir que as espécies avaliadas apresentaram bom crescimento e se mostram potenciais para produção florestal na região central de Minas Gerais.

- A espécie Paricá se destacou, sendo indicada para reflorestamentos na região, observado os objetivos a que se destinam sua madeira.
- Dentre as espécies de madeira nobre para uso em serraria e movelaria, a *Khaya ivorensis* merece destaque por apresentar maior crescimento, e resultados satisfatórios no povoamento analisado.
- O crescente desenvolvimento e o aumento da demanda de mercado por produtos madeiráveis, levam a utilização de espécies alternativas de madeira, sendo necessários estudos que permitam o conhecimento do crescimento dessas espécies nas diferentes regiões do país.

AGRADECIMENTOS

À Fazenda das Pedras, CAPES, FAPEMIG, CNPQ, PPGCF/UFVJM

REFERÊNCIAS

- BRAGA, M. M.; FURTINI, A. E. No.; OLIVEIRA, A. H. Influência da saturação por bases na qualidade e crescimento de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 49 - 58 2015.
- BRIGHENTI, A. M.; MULLER, M. D. Tolerância de plantas de *Khaya ivorensis* e *Toona ciliata* a herbicidas. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 747 - 754 2014.
- CARVALHO, P. E. R. **Paricá *Schizolobium amazonicum***. Circular Técnica 142, Colombo, Paraná. EMBRAPA Florestas, 2007, 8 p.
- CASAROLI, D.; ROSA, F. de O.; ALVES, J.; EVANGELISTA, A. W. P.; BRITO, B.V. de; PENA, D. S. Aptidão edafoclimática para o Mogno-Africano no Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 357 - 368, 2018.
- CORDEIRO, I.M.C.C.; BARROS, P.L.C.; LAMEIRA, O.A.; GAZEL FILHO, A.B. Assessment of paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) plantations at different ages and cultivation systems in aurora do Pará (Pará state-brazil). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, p. 679 - 687, 2015.
- ELORZA MARTÍNEZ, P.; GARCÍA, J. M. M.; SÁNCHEZ, M. de la L. H.; PÉREZ, G. Cultivo intercalado de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight) y su efecto sobre el contenido de materia orgánica en el suelo **Revista UDO Agrícola**, Cumaná, v. 6 p. 109 - 113, 2006.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráficos de precipitação**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_gaf> Acesso em 01 nov. 2018.
- LEMMENS, R. H. M. J. *Khaya ivorensis* A. Chev. In: LOUPPE, D.; OTENGAMOAKO, A. A.; BRINK, M. (Edit.). **Timbers/Bois d’oeuvre 1**. PROTA, Wageningen, Netherlands: Prota, 2008.
- MARTINEZ, S. S.; RAMOS, A. L. M.; BRECHELT, A.; CARNEIRO, R. G.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; **O Nim, *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2011, 205 p.
- MIRANDA DLC, KELM V, SANTOS JP. Crescimento de nim (*Azadrachta Indica* A. Juss) em plantio puro e consorciado no norte de mato grosso. **Nativa**, Sinop, v. 2, n. 1, p. 37- 41, 2014.
- OHASHI, S. T.; YARED, J. A. G.; NETO, J. T. F. Variability among *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby provenances planted in the municipality of Colares - PA. **Acta Amazonia**, Manaus, v. 40, p. 81 – 88, 2010.
- PINHEIRO, A. L.; LANI, J. L.; COUTO, L. **Cedro-Australiano: cultivo e utilização (*Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. Muell) Bahadur**. Viçosa, MG: UFV, 2003, 42 p.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos africanos (*Khaya spp.*)**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011, 102 p.

RÊGO, CM.; POSSAMAI, E. **Recomposição florestal Cultivo do jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*)**. Circular técnica, 25, Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001, 24 p.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya spp.*) e o Crescimento da Atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, p. 1 - 11, 2017.

ROSA, L. S. Ecologia e silvicultura do Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia Brasileira. Belém - PA: **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 45, p. 135 - 174, 2006.

SANTOS, P. M.; JÚNIOR, J. A.; SENA, C. C.; DOMINGOS, M. V. H; EVANGELISTA, A. W. P.; CASAROLI, D.; BATTISTI, R.; SOUSA, J. M. F. Necessidade de se irrigar a fase inicial de floresta de Mogno-Africano no cerrado. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 41399-41409, 2020.

SILVA, L. F.; FERREIRA, G. L.; SANTOS, A. C. A.; LEITE, H. G.; SILVA, M. P. Equações hipsométricas volumétricas e de crescimento para *Khaya ivorensis* plantada em Pirapora. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 3, p. 362 - 368, 2016.

SCHUMACHER, F. X. A new growth curve and its application to timber studies. **Journal of Forestry**, v. 37, p. 819 - 820, 1939.

SOUZA, J. C. A. V.; BARROSO, D. G. CARNEIRO, J. G. A. **Cedro australiano (*Toona ciliata*)**. Manual Técnico 21. Niterói: Programa Rio Rural, 2010, 12 p.

SOUZA, D. B. de; CARVALHO, G. S.; RAMOS, E. J. A. **Paricá, *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke**. Manaus: Rede de Sementes da Amazônia. Informativo Técnico 13, 2005, 2 p.

TOLEDO FILHO, D. V.; BERTONI, J. E. A. Plantio de espécies nativas consorciadas com leguminosas em solo de cerrado. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 27 - 36, 2001.

VENTURIN, N.; CARLOS, L. SOUZA, P. A. de; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, R. P. HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight em função de diferentes espaçamentos e idades. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 4, p. 629 - 636, 2014.