

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

DANYEL NOGUEIRA ALVARENGA

**Avaliação do crescimento em diâmetro do mogno africano
(*Khaya ivorensis*), implantado em Rive, município de
Alegre – ES.**

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2015

DANYEL NOGUEIRA ALVARENGA

**Avaliação do crescimento em diâmetro do mogno africano
(*Khaya ivorensis*), implantado em Rive, município de
Alegre – ES.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientadora: Prof^a. Mayra Luiza Marques da Silva Binoti.

JERONIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2015

DANYEL NOGUEIRA ALVARENGA

Avaliação do crescimento em do Mogno Africano (*Khaya ivorensis*), implantado em Rive, município de Alegre – ES.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovado em 10 de DEZEMBRO de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA

mfm Binoti

Prof.^a. Dr.^a. Mayra Luiza Marques da Silva Binoti
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Fabrizio Gomes Gonçalves

Prof. Dr. Fabrício Gomes Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo

Daniel Henrique Breda Binoti

Prof. Dr. Daniel Henrique Breda Binoti
Pós-doutorando UFES/FAPES.

“Justamente por não saber de amanhã é que a vida é feita agora, a cada segundo que passa. Seja livre, faça o que quiser, mas lembre-se de que é responsável por seus atos e as consequências que trazem. Isso não é um peso, uma amarra que te impede de voar, mas sim o que conecta seus voos passados aos futuros.”

Forfun.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais Roldney e Lurdinha, que apesar das dificuldades, sempre fizeram de tudo para tornar minha vida tranquila e feliz e me ajudaram a conquistar o sonho de me graduar Engenheiro Florestal.

À professora Mayra, pela paciência, simplicidade, simpatia, atenção e sabedoria para me ajudar a realizar esse trabalho, mesmo diante das adversidades encontradas no caminho.

A Nathalia, minha namorada e melhor amiga, por dividir comigo todas as novas experiências, sempre me ajudando quando necessário não importando o motivo. Obrigado por todos os “puxões de orelha” e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

A minha família, e em especial meus tios Robson e Silvana, pela grande ajuda no início dessa jornada, possibilitando que meus primeiros passos na minha graduação pudessem ser dados.

A meus amigos que mesmo distantes sempre tentaram se fazer presentes e aos poucos mas bons amigos que fiz no curso, que com certeza facilitaram todo o processo. Aos variados colegas de classe que de alguma forma contribuíram para minha formação.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de árvores de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*), em um plantio situado em Rive, município de Alegre – ES. Para avaliar o crescimento do povoamento foram instaladas 8 unidades amostrais de 240,0 m² (12,0 x 20,0 m), cada uma contendo 15 árvores, totalizando 120 árvores amostradas. De cada árvore foi medida a circunferência a 1,30 m de altura, para posterior obtenção do diâmetro. As medições foram feitas de Junho de 2012 a Junho de 2015, com intervalo de 6 meses. Foi feita a distribuição das árvores em classes diamétricas com intervalos variando de 1,0 a 5,0 cm, através de histogramas para avaliação do crescimento e mudança de classes da espécie ao longo do período de avaliação. Também foi calculado o incremento médio anual (IMA) e o incremento corrente anual (ICA) e semestral. Os histogramas com classes variando de 1 a 3 cm demonstraram os dados com mais detalhes, já os histogramas de 4 e 5 cm podem não ser aconselháveis. O ICA e o IMA demonstraram a boa dinâmica de crescimento da espécie. O povoamento de mogno apresentou boa adaptação ao solo e clima da região, manifestando um crescimento satisfatório e muito promissor.

Palavras-chave: Mensuração florestal; Povoamento florestal; Crescimento florestal.

SUMÁRIO

RESUMO	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	4
3 REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 A espécie <i>Khaya ivorensis</i>	5
3.2 Histórico de Utilização da Espécie.....	6
3.3 Mogno Africano no Brasil.....	7
3.4 Manejo e Silvicultura	8
3.5 Primeiros estudos sobre Distribuição Diamétrica	9
4 METODOLOGIA.....	11
4.1 Descrição da área de estudo	11
4.2 Descrição do povoamento.....	11
4.3 Avaliação.....	12
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6 CONCLUSÕES	22
7 REFERÊNCIAS	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Povoamento de mogno situado em Rive – ES	13
Figura 2 – Povoamento de mogno situado em Rive – ES	14
Figura 3 – Número de árvores de mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 1 cm (eixo x).....	15
Figura 4 – Número de árvores de mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 2 cm (eixo x).....	16
Figura 5 – Número de árvores de mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 3 cm (eixo x).....	16
Figura 6 – Número de árvores de mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 4 cm (eixo x).....	17
Figura 7 – Número de árvores de mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 1 cm (eixo x).....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Incremento corrente semestral e anual, do DAP em centímetros das árvores de Mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>) no período de junho de 2012 a junho de 2015.....	18
Tabela 2 – Incremento médio anual do DAP em centímetros das árvores de Mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>) no período de junho de 2012 a junho de 2015.....	19

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, desde o seu descobrimento, foi objeto de desejo por ser um território repleto de riquezas naturais. O primeiro recurso a chamar a atenção foi a madeira, que passou a ser largamente desmatada, reduzindo drasticamente a porcentagem de florestas (SIQUEIRA, 1990).

Como resposta, o governo criou leis contra o desmatamento, evitando que mais espécies entrem em extinção, devido a tamanha exploração sem nenhuma reposição (BRITO; BARRETO, 2006).

A madeira tornou-se matéria-prima de importância mundial e pode ser utilizada em inúmeras atividades, como a fabricação de móveis, construção civil e produção de papel, além do fato de ser renovável e comercialmente muito almejada. Algumas propriedades presentes na madeira podem ser citadas para explicar sua preferência comercial a outros tipos de materiais, como a alta resistência física, por exemplo, em relação ao seu baixo peso, bom isolamento térmico, elétrico e acústico, facilidade na trabalhabilidade, entre outros (SILVA, 2013).

Em busca de alternativas para atenuar a exploração das florestas nativas, foi estimulado a plantação de espécies exóticas, como o *Pinus* spp, e *Eucalyptus* spp. (LIMA, 2006). A implantação destas espécies tem demonstrado variadas possibilidades de uso, rotação da cultura mais curta, ótima aplicação industrial e rápido crescimento e bom mercado consumidor (FARIA, 2013). Neste contexto, mais espécies são procuradas como alternativa para o setor madeireiro, como a espécie *Khaya ivorensis* A. Chev., mais conhecida como mogno africano (PACE, 2013).

O gênero *Khaya* pertence à família Meliaceae, que compreende cerca de 51 gêneros com 1.400 espécies. Essa família está presente em todas as regiões tropicais da África, Ásia e Américas. Estima-se que contenha 550 espécies madeiráveis importantes para a economia florestal no mundo (GOUVÊA, 2005; PINHEIRO et al., 2011).

A espécie *Khaya ivorensis* foi introduzida no Brasil em 1976 pela Embrapa Amazônia-Oriental de Belém-PA (FALES; BAENA, 1999). É uma árvore de grande importância, devido ao seu alto valor econômico aliado a um crescimento rápido e a uma ótima qualidade da madeira produzida. Possui também alta resistência ao ataque de pragas em geral, como ao ataque da broca do ponteiro (*Hypsipyla*

grandella) (GASPAROTTO et al., 2001). Foi inserida no território como forma de substituição do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), por este ter se tornado madeira protegida por lei e sofrer com alta incidência de pragas (COUTO et al., 2004; GASPAROTTO et al., 2001).

No Brasil, é um dos destaques dentre as madeiras exóticas, por apresentar bom desenvolvimento em locais com predominância de clima tropical úmido, além de se adaptar bem à regiões de clima subtropical (MATHIAS, 2012). Essa espécie tem se tornado uma importante alternativa em função do seu bom desenvolvimento, por outro lado, em regiões sujeitas à deficiência hídrica, decorrente da má distribuição de chuvas, com pluviosidade baixa, tende a ter o crescimento em diâmetro do fuste e altura limitados pelo menor potencial hídrico (ROSA et al., 2014).

A produção de florestas plantadas se apresenta como uma alternativa viável e com potencialidade econômica para produtores rurais. Na região sul do Estado do Espírito Santo, alguns produtores apresentaram interesse em cultivá-la, considerando as condições de solo e clima serem compatíveis a um pleno desenvolvimento, bem como o crescimento rápido, a qualidade da madeira e o valor de mercado (POLTRONIERI et al., 2002). Porém, informações a respeito dessa espécie são escassas, dificultando assim a sua implantação ou até mesmo fazendo com que seja evitada e substituída por culturas mais conhecidas nacionalmente.

O conhecimento dessa espécie ainda é incipiente quanto a diversos fatores, como: exigências nutricionais, déficit hídrico, espaçamento, poda, desbaste, crescimento, alternativas de consórcio, etc. Silva (2013) afirmou que é necessária uma identificação das características tecnológicas da madeira por meio de pesquisas para definir de forma segura e econômica a melhor utilização da mesma.

Em termos do desenvolvimento da espécie, uma informação importante é sobre o crescimento em diâmetro desde a idade inicial até a idade de corte, pois fornece subsídios para conhecer o volume de madeira por classe de diâmetro, ou seja, conhecer o volume para multiprodutos.

Entre as possíveis variáveis que pode-se medir em uma árvore, a circunferência e o diâmetro apresentam importância destacada, sendo um poderoso fator para evidenciar as propriedades de um povoamento florestal, tais como o cálculo da área basal, volume, crescimento e quocientes de forma é possível, tornando-se uma medida básica e importante (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2003).

Para fins de manejo, Barros (1980) afirma que conhecer a estrutura diamétrica de florestas é de grande relevância, visto que a idade muitas vezes não é um parâmetro muito confiável, uma vez que estimar sua real idade pode ser uma tarefa de difícil realização, principalmente em florestas nativas.

2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍCOS

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o crescimento em diâmetro de árvores de Mogno Africano (*Khaya ivorensis*), em um plantio situado em Rive, município de Alegre – ES.

Os objetivos específicos foram: quantificar o crescimento em diferentes amplitudes de classes diamétricas; quantificar o crescimento através do incremento médio anual; quantificar o crescimento através do incremento corrente anual e semestral.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A espécie *Khaya ivorensis*

A família Meliaceae está presente em todas as regiões tropicais da África, mais precisamente na Costa do Marfim, Gana, Togo, Benin, Nigéria e sul de Camarões. Também é possível encontrar povoamentos da espécie em locais um pouco mais distantes do seu local de origem, como na Ásia e nas Américas (ACAJOU D'AFRIQUE, citado por SILVA, 2013).

Outros gêneros também são conhecidos como mogno, sendo estes o *Pseudocedrela*, *Swietenia* e *Entandrophragma*.

Nos locais de ocorrência natural, ocorre desde 0 a 450 metros de altitude, normalmente em vales úmidos, sendo uma espécie que suporta bem condições de alta umidade devido a grandes períodos de chuva, porém é sensível quando ocorre o inverso, em períodos de estiagem, afetando assim seu desenvolvimento. Havendo irrigação adequada e suplementar, a espécie produz novas brotações mesmo nos meses mais frios do ano, sendo ela bem maleável quanto ao manejo (ACAJOU D'AFRIQUE, citado por SILVA, 2013).

É uma árvore de porte elevado, apresentando 200 cm de DAP e 50 m de altura, caule sem tortuosidades, livre de ramificações até uma faixa de 30 m aproximadamente, com sistema radicular muito amplo. A casca espessa e rugosa, apresenta coloração marrom-avermelhada. As folhas são paripenadas, com pares de folíolos brilhantes e glabros. A inflorescência é uma panícula e o fruto é constituído por uma cápsula acastanhada (LAMPRECHT, 1990, citado por FALESI; BAENA, 1999).

Cresce melhor em solos bem estruturados, porém, suporta bem as condições onde os teores de argila atingem até 68% e rápidos momentos de alagamento, necessitando basicamente de radiação solar, água e nutrientes provindos do solo. A partir dos 7 e 8 anos de idade. As tendências de crescimento apresentam rápidos incrementos em diâmetro e abertura da copa, período que corresponde ao início da frutificação. Estima-se, portanto que entre 16 e 20 anos as árvores apresentam as dimensões para a obtenção de madeira serrada (PINHEIRO et al., 2011).

Apresenta tolerância na fase jovem ao sombreamento, característica importante para sobrevivência da espécie, e alta resistência a pragas em geral,

apresentando poucos indivíduos que possam causar danos a madeira, como a broca do ponteiro terminal (*Hypsypila grandella*) que ataca o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) (GASPAROTTO et al., 2001) dando-a um atrativo ainda maior.

Devido a estas ótimas características da espécie, tem-se mostrado crescente a procura por plantios comerciais. Esse interesse é amplificado devido ao seu elevado valor comercial no mercado nacional e principalmente no internacional, somado ao seu rápido crescimento e a facilidade em se produzir mudas (FALESI; BAENA, 1999).

Machado et al. (2003) alegam que algumas propriedades da madeira de mogno africano se assemelham às do mogno brasileiro, apresentando baixas a médias retrações e boas características de resistência a esforços estáticos e à compressão. No geral, não existem diferenças visuais significativas entre as duas espécies, onde a mais evidente é uma coloração avermelhada do ramo no ápice do Mogno Africano, enquanto o mesmo ramo é esverdeado no mogno brasileiro.

3.2 Histórico de Utilização da Espécie

No intervalo entre 1919 e 1959 ocorreu um grande aumento na exportação do mogno, atingindo o valor econômico em torno de 83 mil m³ de madeira, apenas na Costa do Marfim, sendo 80% do total das exportações da espécie. Em 1959, o mesmo processo acontecia na França, que consumia cerca de 47 mil m³ de madeira. Já em Gana, com o fim da Segunda Guerra Mundial, iniciou-se as atividades comerciais de exportações com a espécie *Khaya ivorensis*, chegando a 81 mil m³ de toras e 37 mil m³ de madeira serrada.

Os outros países africanos como a Guiné, Camorões e Angola, em que o mogno africano está introduzido naturalmente, também ocorrem atividades comerciais ligadas a exportação de madeira, mas, apesar de serem grandes exportadores, os valores são inferiores aos demais citados (ACAJOU D' AFRIQUE, 1979).

Desde 1970, existem relatos da atividade extrativista no estado do Pará a procura da madeira do mogno. Nesse caso, a atividade se resumiu em uma garimpagem, onde eram extraídos apenas indivíduos com interesse comercial. Chegando em 1990, uma nova onda de extração da espécie foi registrada, agora em

busca dos indivíduos remanescentes da primeira extração, juntamente com outras espécies de interesse comercial (VERÍSSIMO et al., 1995).

O plantio comercial da espécie foi estimulado após sua considerável redução na região de origem, devido a uma exploração descontrolada e leis pouco efetivas em um intervalo de aproximadamente 70 anos (FALESI; BAENA, 1999).

3.3 Mogno Africano no Brasil

O Brasil, em toda a sua história, foi alvo do extrativismo descontrolado de madeira, fato ainda sem solução, porém com maior tentativa de controle por meio de órgãos públicos (SIQUEIRA, 1990).

Em busca de alternativas para atenuar a exploração das florestas nativas, foi estimulado a implantação de espécies exóticas em plantios comerciais, a partir da década de 1960, como o *Pinus* spp, e *Eucalyptus* spp. (LIMA, 2006). Após a implantação destas espécies, verificou-se características como: variadas possibilidades de uso, rotação da cultura mais curta, ótima aplicação industrial e rápido crescimento e bom mercado consumidor. Por esse fato, mais espécies exóticas são procuradas como alternativa para o setor madeireiro, como a espécie *Khaya ivorensis* A. Chev., mais conhecida como mogno africano (PACE, 2013).

A espécie *Khaya ivorensis* foi introduzida no Brasil em 1976 pela Embrapa Amazônia-Oriental de Belém-PA (FALESI; BAENA, 1999). É uma árvore de grande importância, apresentando bom mercado consumidor, aliado a um crescimento rápido, em comparação a algumas espécies nativas, e a uma ótima qualidade da madeira produzida. Foi inserida no território como forma de substituição do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), por este ser susceptível ao ataque da broca-do-ponteiro (*Hypsipyla grandella*), e ter se tornado madeira protegida por lei, proibindo assim sua comercialização e exploração em território nacional, gerando assim maior procura por espécies alternativas promissoras, como o mogno africano vem sendo (GASPAROTTO et al., 2001).

Após a implantação inicial, o mogno mostrou-se bem adaptado ao clima e solo brasileiro, tornando-se uma espécie de altíssima importância para a região amazônica, com utilização destacada pelos reflorestadores do estado do Pará (FALESI; BAENA, 1999).

Mesmo com o enfoque comercial da espécie, existem ainda florestas nativas intactas de mogno em território brasileiro, situadas principalmente no Acre e em pequenas porções do oeste do Pará e sudeste do Amazonas (GROGAN; BARRETO; VERÍSSIMO, 2002).

3.4 Manejo e Silvicultura

O conceito básico de um manejo florestal sustentável é que todo o volume de madeira retirado de um povoamento deve ser repostado ao longo de um determinado tempo, seja por regeneração induzida ou mesmo pelo crescimento de árvores jovens remanescentes (BAIMA, 2001).

No ano de 1920 foram realizados, em Belize, os primeiros experimentos silviculturais com mogno. O estudo foi dirigido pelo departamento florestal, onde foi testado um sistema denominado “*shelterwood*”, que consiste em abrir espaços para o crescimento vegetal e ao mesmo tempo reter parcialmente a cobertura do dossel. Como resultado, a regeneração de plântulas foi abundante, porém as taxas de crescimento foram baixas devido ao ambiente criado receber pouca radiação solar (NEGREROS-CASTILLO; HALL, 1996).

Com a crescente utilização do mogno em cenário mundial, tornou-se necessário também a uma melhor compreensão de como a espécie pode ser melhor manejada. Buscando um sistema de manejo florestal mais eficiente para o mogno, Snook (1993) recomendou a abertura de grandes clareiras pela retirada de espécies secundárias, antes e durante a extração, deixando assim mais espaço para o dossel e conseqüentemente uma maior incidência solar. A autora também frisa que para manter as clareiras, é necessário práticas como a queima controlada, capina e escarificação do solo, servindo também para enriquecer os solos e reduzir a competição com a regeneração existente de outras espécies florestais.

Com o passar dos anos mais sistemas foram criados a fim de obter melhores resultados, como no sistema denominado “*Taugnya*”, onde o mogno é plantado entre fileiras de milho, se tratando de um sistema agroflorestal, oferecendo um alto desenvolvimento da árvore devido a relação positiva entre o crescimento e a abertura do dossel (LAMB, 1966).

3.5 Primeiros estudos sobre Distribuição Diamétrica

Segundo Santos et al. (2013), os primeiros estudos sobre a distribuição diamétrica aconteceram aproximadamente em 1900, quando François de Liocourt formou um conceito sobre a distribuição de diâmetros em florestas inequiâneas. A partir disto, uma grande quantidade de modelos matemáticos capazes de descrever a estrutura dos povoamentos foram elaborados, tornando-se o meio mais eficaz e simples para descrever atributos de um povoamento.

Esses estudos foram largamente desenvolvidos pelo mundo, sendo muito utilizados na Europa e Estados Unidos. No Brasil essa ferramenta já é aplicada para o auxílio em manejos florestais, facilitando assim um melhor planejamento para o manejo de espécies arbóreas (FERREIRA, 2011).

A exploração de uma espécie florestal sem um correto planejamento pode levar a uma provável extinção da mesma. Para que isso não aconteça, são necessários estudos que visem estimar de forma precisa o potencial produtivo do indivíduo arbóreo (ANDERSON, 1994), criando assim apropriados planos de manejo e modelos de produção, sendo então possível usufruir da espécie de forma sustentável.

Para que uma espécie florestal possa ser utilizada comercialmente e ganhar a confiança do produtor, é necessário o conhecimento sobre sua estrutura e dinâmica. Informações, como aspectos dendrométricos relacionados ao crescimento, tornam-se de grande interesse para futura utilização da mesma. Estes aspectos são de fundamental importância nas estimativas de volume, que representa uma das melhores formas de conhecer o potencial produtivo em florestas, e biomassa da madeira (MOREIRA et al, 2012).

Entre as possíveis variáveis que pode-se medir em uma árvore, a circunferência e o diâmetro apresentam importância destacada, sendo um poderoso fator para evidenciar as propriedades de um povoamento florestal, tais como o cálculo da área transversal, área basal, volume, crescimento e quocientes de forma é possível, tornando-se uma medida básica e importante (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2009).

A obtenção dos dados em um povoamento é simples, podendo ser facilmente avaliada por meio de medição direta dos indivíduos arbóreos, utilizando ferramentas como a trena comum ou diamétrica, e posteriormente os dados podem ser

agrupados em classes com amplitudes que melhor se adequam a determinado estudo feito. Contudo, apesar da importância que distribuição diamétrica exerce nas florestas, somente o seu conhecimento não é suficiente para caracterização, planejamento e execução de um plano de manejo eficiente (ARAÚJO JUNIOR et al., 2010).

Para fins de manejo, Barros (1980) afirma que conhecer a estrutura diamétrica de florestas é de grande relevância, visto que a idade muitas vezes não é um parâmetro muito confiável, uma vez que estimar sua real idade pode ser uma tarefa de difícil realização, principalmente em florestas nativas.

Dentre os diversos métodos de avaliação, a distribuição diamétrica, que surge como um ótimo indicador da estrutura florestal, fornecendo assim base para identificar a intensidade de crescimento para a floresta como um todo (SCOLFORO, 2006).

A distribuição diamétrica também pode ser um ótimo indicador de estoque em crescimento das florestas, fornecendo informações para tomada de decisões e auxiliando no plano de manejo que deverá ser executado, permitindo estimativas do estoque de madeira antes mesmo de uma futura exploração, fato este ótimo comercialmente (MACHADO, 2009).

Formações florestais diferentes apresentam distribuições diamétricas igualmente diferentes, variando de sua forma até em sua amplitude. Por isso a distribuição de diâmetro é uma característica importante para a avaliação de estoque em crescimento em um povoamento florestal (FERREIRA et al., 1998).

Machado et al. (2009) concluíram que medições contínuas em um povoamento, aliados ao uso da distribuição diamétrica podem ser uma ferramenta de grande precisão na avaliação estrutural em florestas plantadas. A melhor forma de descrever a estrutura diamétrica de um povoamento florestal é por meio de funções de densidade de probabilidade (FDP), onde estas são utilizadas em diversas análises, como na distribuição de frequência por classes de diâmetro para diferentes idades, sítios e densidades (BARTOSZECK et al., 2004).

4 METODOLOGIA

4.1 Descrição da área de estudo

O povoamento estudado foi instalado no distrito de Rive, município de Alegre - ES (Latitude -20°45'49", Longitude -41°31'59"), altitude de 254 metros. Os solos no da região são, em geral, minerais pouco profundos, bem drenados, pouco erodíveis, ácidos, bastante porosos e de fertilidade natural baixa, ocorrendo associados aos pouco profundos, moderadamente drenados, susceptíveis à erosão, de pouca capacidade de retenção de água e com baixa reserva mineral (latossolo vermelho-amarelo e cambissolo). Há, ainda, pequenas manchas de terra roxa estruturada e solos podzólicos vermelho-amarelo e litólicos. O território é modelado em rochas cristalinas e, portanto, bastante acidentado (PEZZOPANE et al., 2004).

O clima da região tem temperaturas que podem variar de 17 a 29 °C, podendo ter a máxima de 36 °C (de dezembro a abril) e a mínima de 15 °C (sob ação de intensas massas de ar), apresentando a temperatura média anual de 23 °C, quente e chuvoso no verão e seco no inverno (IDAF, citado por Prefeitura Municipal de Alegre, 2014).

A pluviosidade fica em torno de 1200 mm, sendo que a maior concentração é no período de novembro à março. O período de maio a setembro é seco e de pouca chuva, resultando em carência de água nos solos das áreas baixas (que predominam no Distrito-Sede) durante quase todo ano, exceto no verão, quando, normalmente, há algum excesso de água (SANTOS, 1999, SIQUEIRA et al., 2004, PEZZOPANE et al., 2004).

4.2 Descrição do povoamento

Antes do plantio da *Khaya ivorensis* a área do povoamento era uma área de pastagem a qual foi limpa com a aplicação de herbicida. Foram plantadas 900 árvores em dezembro de 2010, no espaçamento 4,0 x 4,0 m, totalizando 14.400 m². As covas foram feitas com enxadão, nas dimensões de 40,0 x 40,0 x 40,0 cm. A adubação foi feita na cova, com 100g de supersimples, 5 dias antes do plantio. As

manutenções de limpeza foram capinas manuais do tipo coroamento utilizando enxada e roçadas manuais com foices, sempre que necessário.

A área do povoamento foi demarcada e medida com o auxílio de um GPS (*Global Positioning System*).

4.3 Avaliação

Para avaliar o crescimento do povoamento foram instaladas 8 unidades amostrais de 240,0 m² (12,0 x 20,0 m), cada uma contendo 15 árvores, totalizando 120 árvores amostradas. Entretanto, 4 árvores foram classificadas como mortas, sendo quantificadas e avaliadas, apenas 116 árvores. De cada árvore foi medido a circunferência a 1,30 m do solo, para posterior obtenção do diâmetro.

As medições foram feitas no período de 3 anos, com início em Junho de 2012 e concluídas em Junho de 2015, com o povoamento já estabelecido como mostra a Figura 1 e a Figura 2, onde a cada intervalo de 6 meses era efetuada a medição de todos indivíduos contidos nas unidades amostrais. Esse intervalo de tempo é necessário para que mudanças significativas no incremento em diâmetro possam ocorrer nos indivíduos da população.



Figura 1 – Povoamento de mogno situado em Rive – ES.



Figura 2 – Povoamento de mogno situado em Rive – ES.

Posteriormente, as árvores amostradas foram então distribuídas em classes diamétricas com intervalos variando de 1,0 a 5,0 centímetros. Com os resultados das classes, foram então feitos histogramas para posterior comparação entre anos, pela avaliação do crescimento em classes de diâmetro por semestre.

Além disso, foi quantificado o incremento corrente por semestre e por ano (ICA) e o incremento médio anual (IMA) por parcela (unidade amostral), obtido pelo valor médio das árvores, conforme as Equações 1 e 2. O ICA considerou como 1º ano, o período de junho de 2012 à junho de 2013, 2º ano de avaliação de junho de 2013 à junho de 2014 e o 3º ano, de junho de 2014 à junho de 2015. Para o cálculo do IMA, considerou-se o mês de junho dos quatro anos de medição.

$$ICA \text{ do } DAP = DAP_{(t+1)} - DAP_t \quad (1)$$

$$IMA \text{ do } DAP = \frac{dap_t}{t} \quad (2)$$

em que:

ICA = incremento corrente anual obtido, em cm;

IMA = incremento médio anual obtido, em cm;

DAP = diâmetro a 1,30 m de altura, em cm;

t = idade, em anos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 demonstra a distribuição diamétrica dos dados coletados entre 2012 e 2015 na amplitude de classe de 1 cm. Para fins de comparação, todos os gráficos possuem a mesma amplitude diamétrica, ou seja, variando de 0 a 23 cm, mesmo que nas primeiras medições ainda não houvesse árvores nas maiores classes. Observou-se que a distribuição ao passar dos anos, se comporta em uma taxa crescente, ou seja, o gráfico tende a movimentar-se para direita, atingindo cada vez mais novas classes diamétricas e demonstrando o desenvolvimento do povoamento ao longo do tempo.

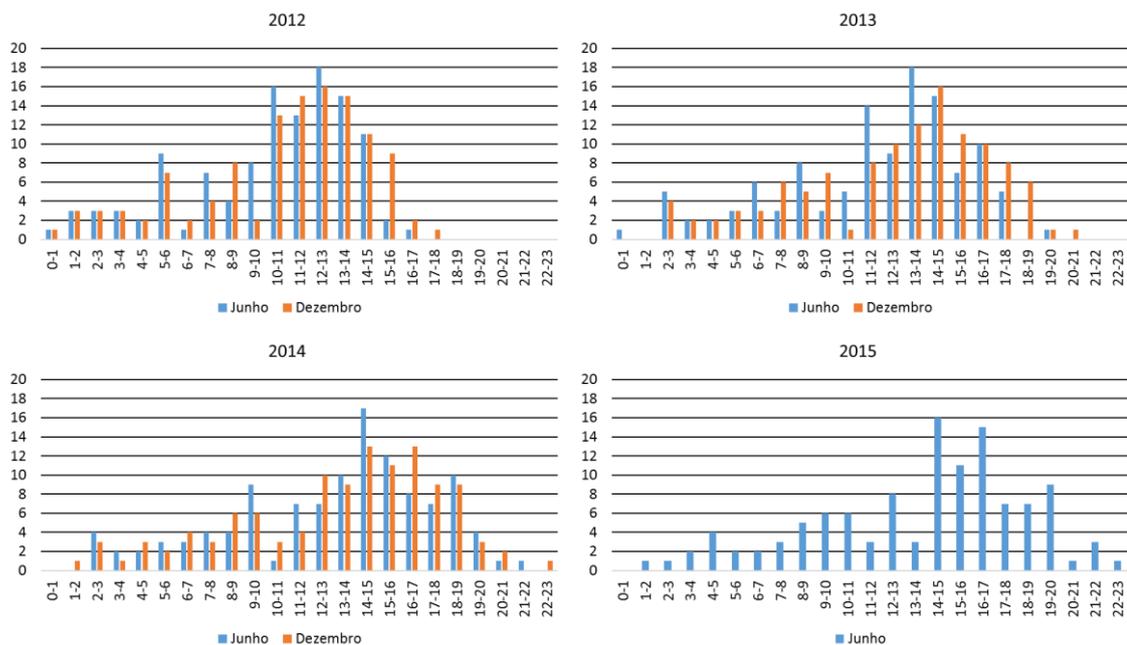


Figura 3 – Número de árvores de mogno africano (*Khaya ivorensis*) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 1 cm (eixo x).

A distribuição diamétrica para as amplitudes de classe de 2 cm, 3 cm, 4 cm e 5 cm, são demonstradas nas Figuras 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

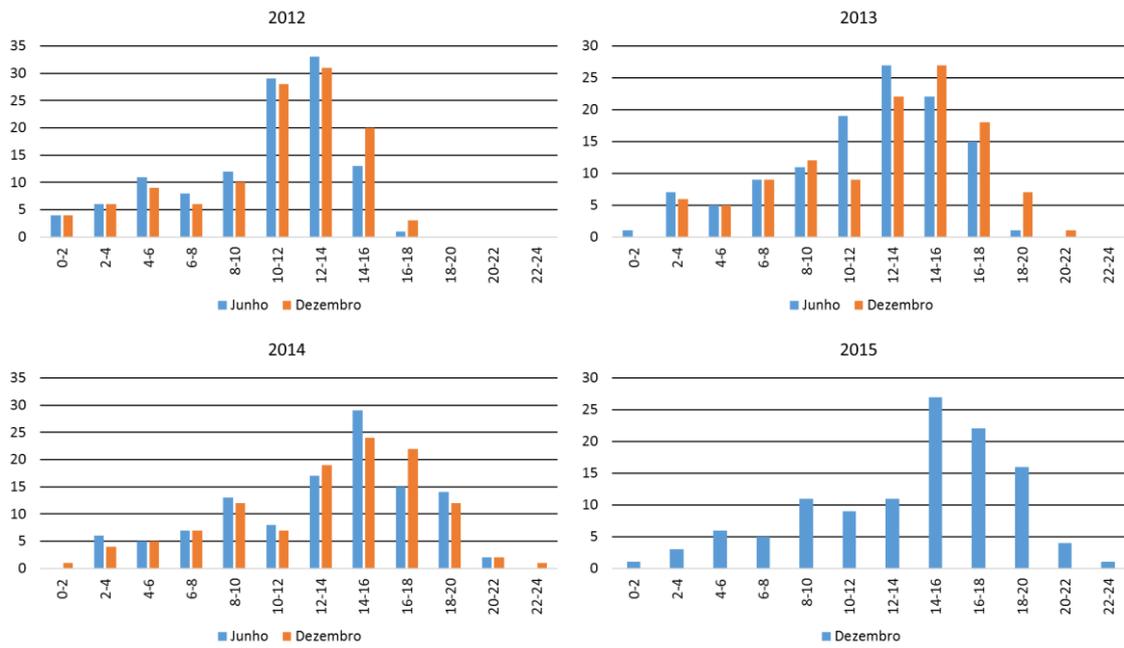


Figura 4 - Número de árvores de mogno africano (*Khaya ivorensis*) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 2 cm (eixo x).

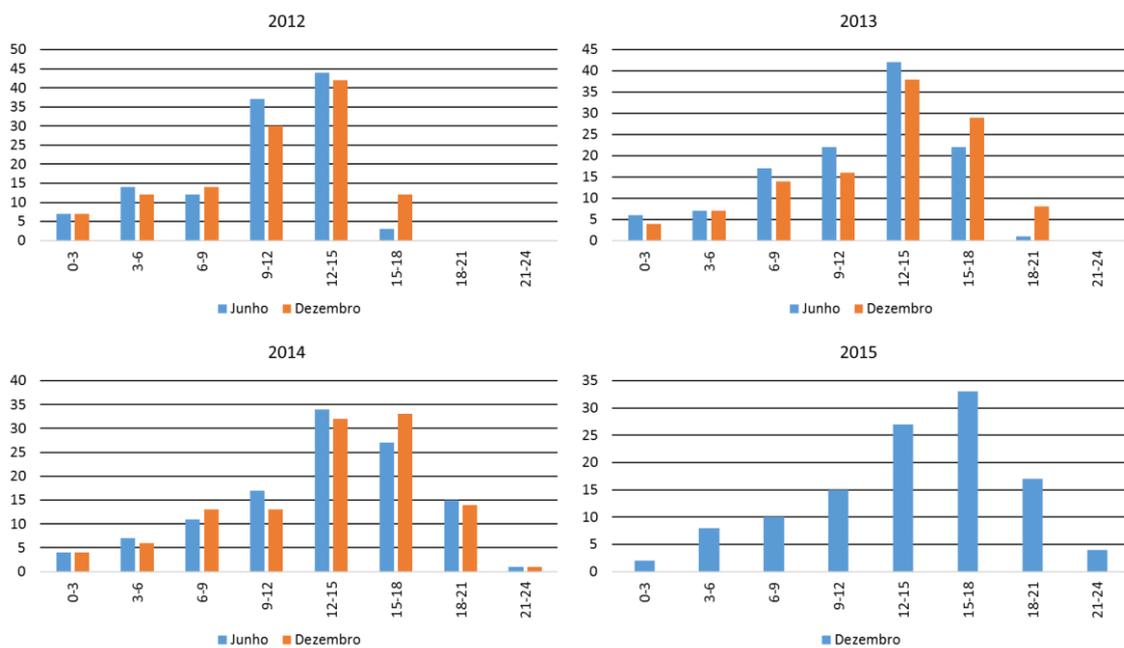


Figura 5 - Número de árvores de mogno africano (*Khaya ivorensis*) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 3 cm (eixo x).

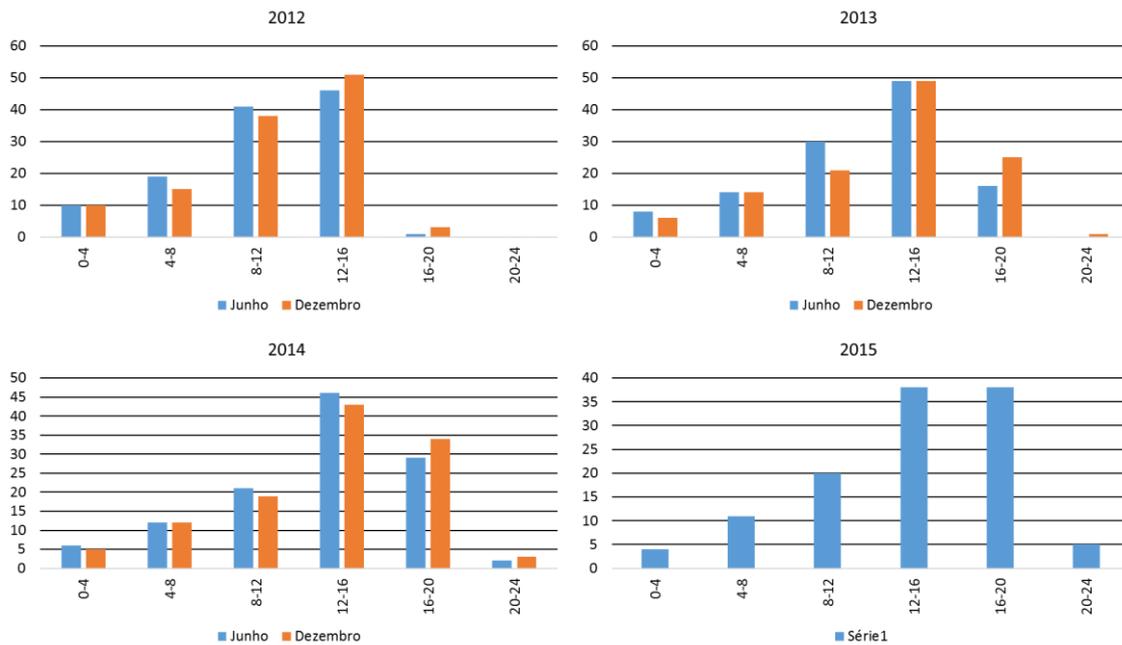


Figura 6 - Número de árvores de mogno africano (*Khaya ivorensis*) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 4 cm (eixo x).

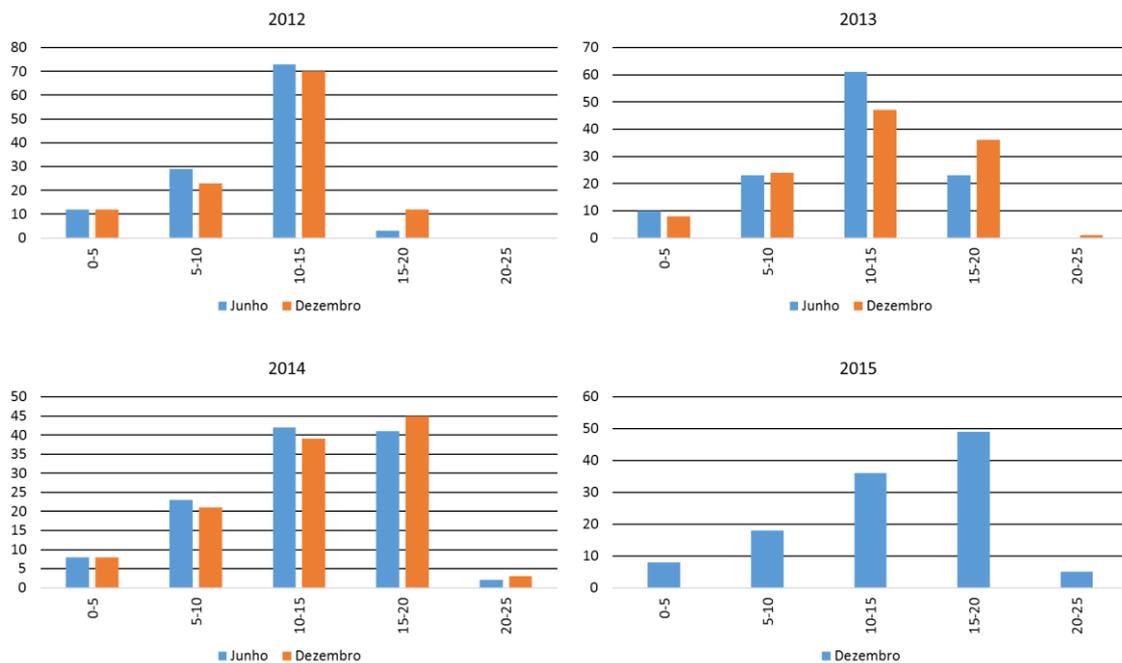


Figura 7 - Número de árvores de mogno africano (*Khaya ivorensis*) por semestre de junho de 2012 a junho de 2015 (eixo y), por classe de diâmetro para amplitude de classe de 5 cm (eixo x).

Observa-se que quanto menor é a amplitude de classe, maior será o detalhamento na distribuição dos histogramas. Nos gráficos de amplitude de 4 e 5

cm (Figura 4 e 5, respectivamente), nota-se que o crescimento das árvores em diâmetro e a mudança de frequência entre as classes é muito mais sutil, não os representando de forma eficaz, quando comparados aos histogramas de menor amplitude de classe.

Ao comparar o incremento corrente entre semestres e entre anos (Tabela 1), é possível observar uma mudança na distribuição dos incrementos dos indivíduos ao longo do tempo, onde no primeiro ano de medição, a maior taxa de incremento situava-se no segundo semestre, período situado entre Janeiro e Junho, onde ocorre uma maior taxa de precipitação e conseqüentemente maior crescimento dos indivíduos.

Tabela 1 – Incremento corrente semestral e anual, do DAP em centímetros das árvores de mogno africano (*Khaya ivorensis*) no período de junho de 2012 a junho de 2015.

Parcela	Semestre						Ano		
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°	3°
1	0,41	1,06	0,69	0,22	0,26	0,45	1,46	0,91	0,71
2	0,57	0,86	0,85	0,40	0,05	0,63	1,43	1,25	0,68
3	0,47	0,41	0,57	0,44	0,35	0,56	0,87	1,01	0,91
4	0,49	0,98	0,81	0,35	0,01	0,50	1,47	1,16	0,51
5	0,49	0,86	0,58	0,32	0,08	0,63	1,35	0,90	0,71
6	0,67	0,83	0,82	0,68	0,17	0,58	1,50	1,50	0,76
7	0,98	1,37	1,04	0,52	0,07	0,62	2,35	1,55	0,69
8	0,69	1,07	1,03	0,77	0,34	0,50	1,76	1,81	0,84
Média	0,60	0,93	0,80	0,46	0,17	0,56	1,52	1,26	0,73
Desvio	0,18	0,27	0,18	0,19	0,14	0,07	0,41	0,33	0,12

Porém esse panorama é alterado no semestre seguinte, conforme mostra a Tabela 1, ocorrendo um maior incremento no primeiro semestre do ano de medição. Uma das possíveis causas do maior incremento no 1º semestre deve-se ao fato de que a região no qual o povoamento se encontra é comum haver maior pluviosidade nos meses de novembro a março, período situado na medição em questão (SANTOS, 1999; SIQUEIRA et al., 2004; PEZZOPANE et al, 2004).

Porém, nos dois últimos anos a região vivencia um clima atípico e com baixa pluviosidade, influenciando conseqüentemente o que seria um maior período de crescimento no 2º semestre, ocorrendo no 1º semestre. Esse fato também pode

explica o baixo valor do ICA no 5º semestre (0,17 cm) em relação aos outros anos, devido a um baixíssimo índice pluviométrico no período, afetando assim diretamente no crescimento do povoamento (INCAPER, 2015).

As baixas taxas de precipitações favorecem a dormência da atividade do câmbio, órgão diretamente responsável pelo desenvolvimento da planta, refletindo assim no crescimento em DAP das árvores. Sendo assim, a precipitação torna-se um fator limitante no desenvolvimento da espécie (FRITTS, citado por CURTO, 2015).

Os valores médios de ICA para o DAP, considerando os 3 anos de medição, foram, respectivamente de 1,72 cm, 1,26 cm e 0,76 cm, conforme mostra o Gráfico 1. Morais (2006) constatou em um estudo utilizando eucalipto clonal com idade de aproximadamente 3 anos e no espaçamento de 3,0 x 2,0 m, o ICA de 1,56 cm para o DAP. Com isso, é seguro afirmar que o Mogno apresentou um bom ICA para o DAP, visto que a cultura do Eucalypto é uma das mais escolhidas comercialmente devido, dentre outros fatores, ao seu rápido crescimento.

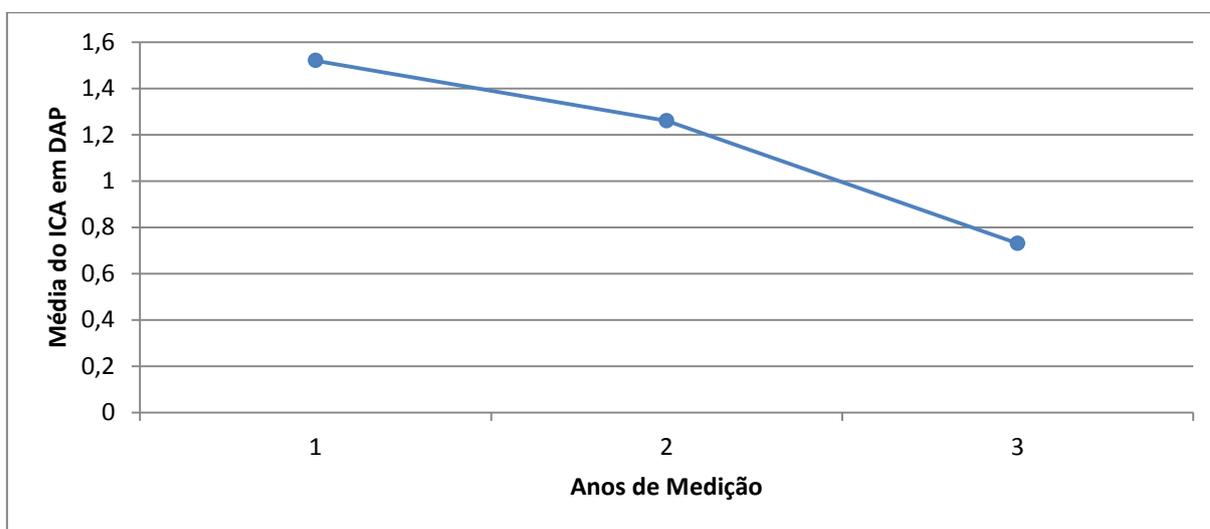


Gráfico 1 – Média do ICA para DAP entre 2012 e 2015.

O decréscimo dos valores médios de ICA, durante os anos de medição pode ser explicado, além do clima atípico e de baixa pluviosidade, pelo fato de que quanto mais jovem é o povoamento, aior será seu crescimento. Sendo assim, os indivíduos terão nos anos seguintes um crescimento inferior comparado ao dos primeiros anos de medição.

Em relação aos valores médios do IMA para o DAP do povoamento, foram obtidas as médias tanto para as parcelas quanto para os anos de medição, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Incremento médio anual do DAP em centímetros das árvores de mogno africano (*Khaya ivorensis*) no período de junho de 2012 a junho de 2015.

Parcela	1° (1,5 anos)	2° (2,5 anos)	3° (3,5 anos)	4° (4,5 anos)
1	6,59	4,54	3,50	2,88
2	6,15	4,26	3,40	2,80
3	6,99	4,54	3,53	2,95
4	7,20	4,91	3,84	3,10
5	6,06	4,18	3,24	2,68
6	7,27	4,96	3,97	3,26
7	7,35	5,35	4,26	3,47
8	7,37	5,13	4,18	3,44
Média	6,87	4,73	3,74	3,07
Desvio	0,54	0,42	0,38	0,29

Os dados utilizados começam em Junho de 2012 e vão até Junho de 2015, obtendo assim quatro períodos de medições.

Assim como aconteceu no ICA, os valores médios do IMA encontrados para cada ano vão decrescendo conforme os anos avançam, reduzindo cerca de 50% da taxa de incremento entre o primeiro e último ano de medição, decréscimo esse que pode ser visto claramente no Gráfico 2.

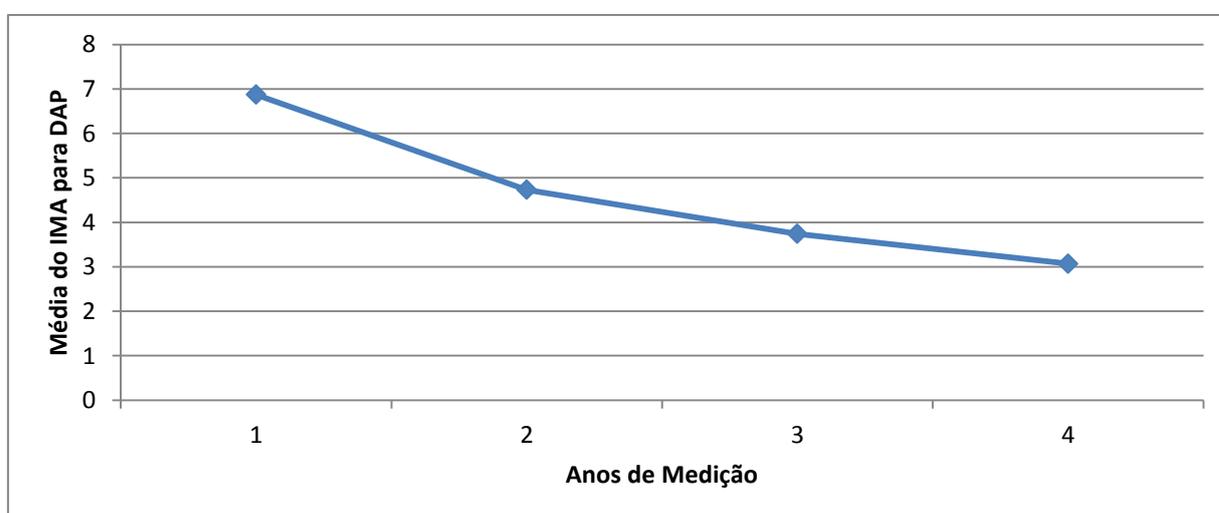


Gráfico 2 – Média do IMA para DAP entre 2012 e 2015.

O Gráfico 2 reafirma que o incremento médio anual tende a ser maior quanto mais jovem for a planta.

Silva et al. (2011) verificaram que o IMA do DAP de um povoamento de Mogno Africano com 2 anos de idade, ficou na faixa de 3,43 cm, em plantio no sistema agrossilvipastoril.

A partir dos valores obtidos nos trabalhos citados e comparando-os com os valores encontrados no presente estudo, pode-se afirmar que crescimento anual de *Khaya ivorensis* sob as condições de clima e solo no qual o povoamento está submetido mostrou-se adequado e promissor quanto aos incrementos.

6 CONCLUSÕES

O povoamento de *Khaya ivorensis* A. Chev, já com alguns anos de implantação, apresentou boa adaptação solo e ao clima da região na qual está submetida, manifestando um crescimento satisfatório e promissor, em comparação a espécies comumente utilizadas por produtores, como a cultura do Eucalipto.

As amplitudes de classes diamétricas utilizadas nos histogramas demonstraram claramente o desenvolvimento da floresta com o passar dos anos. Os melhores resultados observados se encontram nas amplitudes de classes de 1 a 3 cm, onde os dados encontrados são mais bem distribuídos, possibilitando mais detalhes na avaliação do crescimento do povoamento. Já as amplitudes de classe de 4 a 5 cm, por abranger um grande número de indivíduos, mascararam os dados, não demonstrando com clareza a dinâmica de crescimento do povoamento.

A baixa taxa pluviométrica da região no período de medições, podem ter afetado os dados obtidos, fazendo com que a cultura, apesar da ótima adaptação, sofresse interferência em seu crescimento. O Mogno Africano apresenta sensibilidade à deficiência hídrica, decorrente da má distribuição de chuvas, tendendo a ter o crescimento em diâmetro limitado. Visto isso, supõe-se ser possível obter resultados ainda melhores que os desde estudo, a partir de regime de chuvas mais estável e frequente.

7 REFERÊNCIAS

- ACAJOU D'AFRIQUE. **Revue Bois et Forêts des tropiques**, n. 2 183, p. 33-48, 1979. In: SILVA, L. V. M. S. **PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE MOGNO AFRICANO (*Khaya ivorensis* A. Chev.) 2013. 27f.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.
- ANDERSON, A. B.; MACEDO, D. S., MOUSASTICHOSHVILY, I. **Impactos ecológicos e socioeconômicos da exploração seletiva de virola no estuário amazônico.** World Wildlife Fund. Brasília. 1994, 44p.
- ARAÚJO JÚNIOR, C. A. et al. Projeção da distribuição diamétrica de povoamentos de eucalipto em diferentes amplitudes de classe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1275-1281, 2010.
- BAIMA, A. M. V. **O Status de *Swietenia macrophylla* King (Mogno) em duas florestas exploradas no Estado do Pará: O caso de Marabá e Rio Maria.** 2001. 174f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA, 2001.
- BARROS, P. L. C. **Estudo das distribuições diamétricas da Floresta do Planalto Tapajós – Pará.** 1980. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1980.
- BARTOZECK, A. P. S. et al. Distribuição diamétrica para bracatingas em diferentes idades, sítios e densidades da região metropolitana de Curitiba. **Revista Floresta.** Curitiba. v. 34, n. 3, p. 305-324, 2004.
- BRITO, B.; BARRETO, P. A eficácia da aplicação da lei de crimes ambientais pelo IBAMA para proteção de florestas no Pará. **Revista de Direito Ambiental**, v. 43, n. 1, p. 35-65, 2006.
- COUTO, L. C. et al. Vias de valorização energética da biomassa. **Biomassa e Energia**, v. 1, n. 1, p. 71-92, 2004.
- FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. **Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo.** Belém. Embrapa Amazônia Oriental Documentos 4, 1999. 52 p.
- FARIA, M. F. **Caracterização de produtores de eucalipto em Ervália – MG.** 2013 19f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

FERREIRA, J. C. S. **Análise da estrutura diamétrica em povoamentos de florestas plantadas a partir de funções de densidade de probabilidade**. 2011. 116f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2011.

FERREIRA, R. L. C.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Dinâmica da estrutura de uma floresta secundária de transição. II - Distribuição diamétrica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 331– 344, 1998.

FRITTS, H. C. Tree rings and climate. Londres: Academic Press INC. 1976. 567 p. In: CURTO, R. A. **Avaliação do crescimento e potencial de manejo em plantio superestocado de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze**. 2015. 251f. Tese (Pós Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015.

GASPAROTTO, L. et al. Mancha areolada causada por *Thanatephorus cucumeris* em Mogno Africano. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 660-661, 2001.

GOUVÊA, C. F. **Estudo do desenvolvimento floral em espécies arbóreas da família Meliaceae**. 2005. 134 f. Tese (Doutorado em Ciências: Biologia na Agricultura e no Meio Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2005.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A. **Mogno na Amazônia Brasileira: Ecologia e Perspectivas de Manejo**. Belém: Imazon. 2002. 40 p.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Incaper explica estiagem no ES do ponto de vista meteorológico**. Disponível em: < http://www.incaper.es.gov.br/noticia_completa.php?id=3660>. Acesso em: 10 de novembro de 2015.

LAMB, F. B. **Mahogany of Tropical America: its Ecology and Management**. Michigan: University of Michigan. 1966. 220 p.

LIMA, L. B. Madeira reflorestada e exportação. **Revista da Madeira**. v.99, 2006. Disponível em: < http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=954&subject=Mercao&title=Madeira%20reflorestada%20e%20exporta%C3%A7%C3%A3o >. Acesso em 29/05/2015.

MACHADO, S. A. et al. Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, 2009.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 1. ed. Curitiba: os autores, 2003. 309p.

MATHIAS, J. Mogno africano. **Globo Rural**, 2010. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI152905-18293,00-MOGNO+AFRICANO.html>>. Acesso em: 28/05/2015.

MOREIRA, F. T. A. et al. Características dendrométricas de um povoamento de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) no semiárido paraibano. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 7, n. 3, p. 127-132, 2012.

NEGREROS-CASTILLO, P.; HALL, R. First-year results of partial overstory removal and direct seeding of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in Quintana Roo, Mexico. **Journal of Sustainable Forestry**. v. 3, p. 65-76. 1996.

PACE, J.H.C. **Avaliação do acabamento superficial na madeira de *Corymbia citriodora* (hook) e *Khaya ivorensis* a. Chev.** 2013. 29f. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

PINHEIRO, A.L. et al. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mogno-africanos (*Khaya* spp.). **Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura**. Viçosa, MG. p. 102. 2011.

POLTRONIERI, L.S. et al. Detecção de *Phamerochaete salmonicolor* em mogno africano no estado do Pará. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 3, p.321, 2002.

PEZZOPANE, J. E. M. et al. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal-SP, v. 24, n. 1, p. 9-15, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE. **Características Geográficas**. Disponível em:<<http://www.alegre.es.gov.br/site/index.php/a-cidade/historia/caracteristicas-geograficas>> Acesso em: 01 de nov. 2015.

ROSA, F. O. et al. **Crescimento e desenvolvimento do mogno africano cultivado em ambiente protegido e em campo**. In: II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, Fortaleza, PE, 2014. p. 2387 – 2393.

SANTOS, E. S. et al. Distribuição diamétrica para *Virola surinamensis* (rol.) warb na Floresta Estadual do Amapá-Flota/AP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 13. n. 1, 2013.

SANTOS, A. R. **Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* L.) e arábica (*Coffea arabica* L.) na bacia do Rio Itapemirim, ES.** 1999, 62 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1999.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 393p.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; PULZ, F. A. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. **Manejo Florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998, p.189-246.

SILVA, A. R. et al. Comportamento da espécie mogno africano (*Khaya ivorensis*) em sistema integração lavoura-pecuária-floresta no município de Paragominas-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS n. 8, 2011, Belém, PA.

SILVA, L. V. S. **Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.).** 2013. 17f. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2003.

SIMÕES, J. W. et al. Crescimento e produção de madeira de eucalipto. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais.** São Paulo. n. 20, p. 77-97, 1980.

SIQUEIRA, J. D. P. A atividade florestal como um dos instrumentos de desenvolvimento do Brasil. In: Congresso Florestal Brasileiro, 1990, Campos do Jordão, SP. v. 6, p.15-8.

SNOOK, L. K. **Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan.** 1993. 254f. Tese (Doutorado) - Yale University School of Forestry & Environmental Studies, New Haven, 1993.

VERÍSSIMO, A. et al. Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: the case of mahogany. **Forest Ecology and Management.** v. 72, n. 1, p. 39-60. 1995.