

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA FLORESTAL**

**Verônica Satomi Kazama**

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO PARA DETERMINAR A  
MAXIMIZAÇÃO DA RENDA DE PLANTIOS DE PARICÁ NA REGIÃO  
NORTE DE MATO GROSSO**

**Santa Maria, RS  
2017**

**Verônica Satomi Kazama**

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO PARA DETERMINAR A  
MAXIMIZAÇÃO DA RENDA DE PLANTIOS DE PARICÁ NA REGIÃO NORTE DE  
MATO GROSSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**

**Orientador: Prof. Dr. Frederico Dimas Fleig**

**Santa Maria, RS  
2017**

Verônica Satomi Kazama

**ANÁLISE DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO PARA DETERMINAR A  
MAXIMIZAÇÃO DA RENDA DE PLANTIOS DE PARICÁ NA REGIÃO NORTE DE  
MATO GROSSO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**

Aprovado em 21 fevereiro de 2017:



\_\_\_\_\_  
**Frederico Dimas Fleig, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**Jorge Antônio de Farias, Dr. (UFSM)**  
\_\_\_\_\_  
**Maurel Behling, Dr. (EMBRAPA AGRÓSILVIPASTORIL)**

Santa Maria, RS  
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Kazama, Verônica Satomi

Análise do crescimento e produção para determinar a maximização da renda de plantios de paricá na região Norte de Mato Grosso / Verônica Satomi Kazama.- 2017.  
88 f.; 30 cm

Orientador: Frederico Dimas Fleig

Coorientadores: César Augusto Guimarães Finger, Hélio Tonini

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2017

1. Engenharia Florestal 2. Crescimento e produção florestal 3. Paricá I. Fleig, Frederico Dimas II. Finger, César Augusto Guimarães III. Tonini, Hélio IV. Título.

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Paulo Mikio Kazama e Margarida Imako Aoki Kazama, aos meus irmãos Alberto, Alexandre, Priscila, Licka, Flávia e Hugo, ao meu namorado, amigo e companheiro Mario e a sua mãe Sanae pelo todo amor, carinho, incentivo e o apoio para concluir esta etapa.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades da minha vida.

Agradeço a todas as pessoas e as instituições pelo apoio em mais esta etapa da minha vida, sem as quais eu não teria alcançado a mesma qualidade do trabalho, agradeço:

- Ao orientador Frederico Dimas Fleig, pela oportunidade, paciência e seu tempo prestado proporcionando maiores conhecimentos;
- A CAPES, pela bolsa de mestrado;
- Aos meus pais Paulo e Margarida, pelo todo amor e incentivo constante em todas as fases da minha vida, mesmo quando parecia não ser possível fizeram sacrifícios para eu conseguir chegar até aqui;
- Aos meus irmãos Alberto, Alexandre, Priscila, Licka, Flávia e Hugo pelo carinho e apoio de sempre;
- Ao amor da minha vida Mario, por me compreender e apoiar em todas minhas decisões e me inspirar e incentivar a caminhar para um futuro melhor para nós, sem medir esforços;
- A minha segunda mãe Sanae, pela força e incentivo para sempre seguir em frente.
- Aos pesquisadores Hélio Tonini e Maurel Belingh da Embrapa Agrossilvipastoril, pelo apoio e auxílio fundamental para a realização desta pesquisa no Mato Grosso;
- Aos Senhores Cláudio e Luiz, da empresa Compensados São Francisco (CSF), pela confiança, disponibilização e apoio financeiro na minha pesquisa;
- Aos funcionários da empresa CSF, Jacir e “Duti”, ao Eduardo do Sindicato das Indústrias Madeireiras do Norte de Mato Grosso, ao pessoal da Prefeitura Municipal de Guarantã do Norte, Thiago, “Zezinho”, e em especial ao Júlio, pela dedicação e paciência na organização e coleta de dados em Guarantã do Norte;
- Ao senhor Ari e a sua esposa do Hotel e Restaurante Esplanada pelo apoio na parte da alimentação durante as coletas de dados em Guarantã do Norte;
- Ao Professor Jorge Farias, pelo apoio nos cálculos dos cenários financeiros do trabalho.
- Aos meus colegas do Laboratório de Manejo Florestal e da Pós-graduação, pelo apoio de sempre;
- Aos meus queridos amigos Luciana Francez, Camila Severiano e Fábio Batista, por todo o carinho, consideração e força em Santa Maria;
- Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal pelo conhecimento proporcionado durante o mestrado;
- Aos meus amigos que compartilharam moradia em Santa Maria, pela amizade e boa convivência;
- A UFSM, pela oportunidade de moradia, alimentação, atendimento psicológico (projeto Anima), esporte e lazer (projeto PSTU) de forma gratuita, nas quais proporcionaram o melhor bem-estar físico e mental durante esta pesquisa.

## RESUMO

### ANÁLISE DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO PARA DETERMINAR A MAXIMIZAÇÃO DA RENDA DE PLANTIOS DE PARICÁ NA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO

AUTORA: Verônica Satomi Kazama  
ORIENTADOR: Frederico Dimas Fleig

O objetivo deste trabalho foi analisar o crescimento e produção para obter a maximização da renda de plantios comerciais destinados à laminação de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby), implantados com espaçamento de 3 x 3,2 m, na região norte do Estado de Mato Grosso. Os dados foram coletados em dois sítios, ruim (SR) e bom (SB), em povoamentos aos dois, três e quatro anos de idade, no município de Guarantã do Norte. Foram criados cenários de produção, em que a modelagem do crescimento e produção levou em consideração o crescimento intrínseco da espécie e a distribuição de frequência por classe diamétrica de interesse para laminação. Os modelos utilizados foram: de crescimento em diâmetro (Dap) em função da idade (I); de altura de inserção de copa (Hic) função do Dap; e de afilamento para estimativa do volume pelo polinômio de 5º grau. Em seguida, foi elaborado o cenário financeiro por meio dos critérios financeiros VPL (valor presente líquido), RBC (razão benefício custo), TIR (taxa interna de retorno) e CMPr (Custo médio de Produção) considerando as taxas de juros anuais de 5,50%, 8,75% e 13,65%. Os resultados mostraram que os modelos de crescimento em Dap ( $R^2_{aj}$  de 0,8341), os modelos de Hic ( $R^2_{aj}$  entre 0,9666 a 0,9527) e os de afilamento ( $R^2_{aj}$  entre 0,8878 a 0,9146) tiveram bons ajustes estatísticos. Os critérios financeiros dos cenários demonstraram-se atrativos, com exceção do povoamento aos quatro anos do SR. Observou-se que a maximização da produção foi dada pelo incremento corrente anual (ICA) do povoamento ao 6º ano no SR (73,60 m<sup>3</sup>/ha/ano) e no SB (114,67 m<sup>3</sup>/ha/ano), e a maximização financeira pela TIR que ocorreu nos povoamentos entre o 6º e ao 7º ano no SR ( $\cong 43\%$ ) e entre ao 5º e ao 6º ano no SB ( $\cong 59\%$ ). Por fim, conforme os cenários de produção e os financeiros foi possível verificar que, com exceção do sítio ruim na idade de quatro anos, o plantio de paricá para laminação do presente estudo pode ser considerado um investimento rentável independente da qualidade do sítio sob as taxas de juros consideradas no trabalho.

Palavras chave: prognose do crescimento, classe de sítio, volume para laminação de paricá.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF GROWTH AND PRODUCTION TO DETERMINE THE MAXIMUM INCOME OF PARICÁ PLANTATIONS IN THE NORTHERN REGION OF MATO GROSSO

AUTHOR: Verônica Satomi Kazama

ADVISOR: Frederico Dimas Fleig

The objective of this study was to analyze the growth and production to obtain the maximization of income of commercial plantations destined to lamination of paricá (*Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby), implanted with spacing of 3 x 3,2 m, in the Region of the State of Mato Grosso. The data were collected in two sites, bad (SR) and good (SB), in stands at two, three and four years of age, in city Guarantã do Norte. Production scenarios were created in which the modeling of growth and production considered the intrinsic growth of the species and the frequency distribution by diametric class of interest for lamination. The models used were: growth in diameter (Dap) as a function of age (I); Of crown insertion height (Hic) Dap function; And tapering for volume estimation by the 5th degree polynomial. Next, the financial scenario was elaborated through the financial criteria VPL (Net Present Value), RBC (Cost Benefit Ratio), Internal Rate of Return (IRR) and CMPr (Average Cost of Production) considering the annual interest rates of 5 , 50%, 8.75% and 13.65%. The results showed that the growth models in Dap ( $R^2_{aj}$  of 0.8341), Hic models ( $R^2_{aj}$  between 0.9666 to 0.9527) and those of grinding (the  $R^2_{aj}$  between 0.8887 to 0.9146) had Good statistical adjustments. The financial criteria of the scenarios were attractive, except for the four-year SR stands. It was observed that the maximization of production was given by the current annual increment (ICA) of the settlement to the 6th year in SR (73.60 m<sup>3</sup>/ha/year) and SB (114.67 m<sup>3</sup> ha/year), and the financial maximization by TIR ( $\cong$ 43%) and between the 5th and the 6th year in the SB ( $\cong$ 59%). Finally, according to the production and financial scenarios, it was possible to verify that, except for the bad site at the age of four years, the paricá planting for lamination of the present study can be considered a profitable investment regardless of the quality of the site under the rates interest rate considered at work.

Keywords: growth prognosis, site class, volume for peeling of paricá plantations.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Formas de crescimento das árvores. ....	22
Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo. ....	29
Figura 3 – Coleta dos discos e o equipamento utilizado para polir estes discos das árvores amostras de paricá em plantios comerciais à laminação, aos 4 anos de idade, implantados com espaçamento 3 x 3,2 m, em Guarantã do Norte, MT. ....	33
Figura 4 – Análise dos discos de paricá em plantios comerciais à laminação aos 4 anos de idade, implantados com espaçamento 3 x 3,2 m, em Guarantã do Norte, MT. ....	34
Figura 5 – Precipitação mensal referente ao período de janeiro de 2011 a fevereiro de 2016, na região de Guarantã do Norte, MT. ....	35
Figura 6 – Anel de crescimento de paricá em plantios comerciais à laminação, aos 4 anos, com espaçamento 3 x 3,2 m, em Guarantã do Norte, MT. ....	36
Figura 7 – Representação de uma seção do fuste entre as fatias $h_i$ e $h_{i+1}$ , demonstrando os raios ( $w$ ) dos anéis de crescimento ( $j$ ). ....	36
Figura 8 – Exemplo do procedimento de cálculo do volume dos sortimentos para plantios de paricá para a laminação, em Guarantã do Norte, MT, conforme o modelo de afilamento pelo polinômio do 5º grau. ....	42
Figura 9 – Curvas de produção em diâmetro, incremento corrente anual em diâmetro (ICA) e incremento médio anual em diâmetro (IMA) por meio do modelo Linear e modelo Pienaar e Schiver de plantios de paricá sob espaçamento 4 x 4 m, em Paragominas e Ulianópolis, Pará. ....	50
Figura 10 – Distribuição da frequência diamétrica dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Guarantã do Norte, MT. ....	52
Figura 11 – Perfil com as médias dos valores de cubagem das árvores do $D_g$ e $D_{h100}$ dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, aos 4 anos de idade, no sítio bom e ruim, em Guarantã do Norte, MT. ....	53
Figura 12 – Projeção das classes diamétricas a partir da idade de referência de 4 anos do plantio de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Guarantã do Norte, MT. ....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equações do polinômio do 5º grau para estimar diâmetro, altura e volume total e do sortimento. ....	41
Tabela 2 – Critérios financeiros para avaliação dos cenários. ....	44
Tabela 3 – Teores de pH e de alguns macronutrientes e caracterização física do solo de três áreas de plantio de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, na camada de 20 a 40 cm, em Garantã do Norte, MT. ....	45
Tabela 4 – Teores de micronutrientes do solo de três áreas de plantio de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, na camada de 20 a 40 cm, em Garantã do Norte, MT. ....	47
Tabela 5– Valores de Dg, Hg, Dh100 e H100, com seus respectivos ICA e IMA, dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT. ....	48
Tabela 6 – Análise de variância entre os diâmetros e as alturas totais obtidas por parcela temporária e análise de tronco, dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT. ....	49
Tabela 7– Avaliação do crescimento do paricá em dois sítios com espaçamento de 4 x 3 e 3 x 3 m em Sinop, MT. ....	51
Tabela 8 – Análise de variância e os coeficientes do modelo de crescimento em diâmetro em função da idade ( $D = b_0 + b_1 \sqrt{I}$ ) dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT. ....	55
Tabela 9 – Análise de covariância do modelo de crescimento em diâmetro ( $d = b_0 + b_1 \sqrt{I} + b_2 \text{Sítio} + b_3 I \cdot \text{Sítio}$ ) para verificar a diferença em nível e inclinação entre os sítios bom e ruim dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Garantã do Norte, MT. ....	56
Tabela 10 – Análise de covariância do modelo de crescimento em diâmetro ( $d = b_0 + b_1 \sqrt{I} + b_2 \text{Tipo} + b_3 I \cdot \text{Tipo}$ ) para verificar a diferença em nível e inclinação entre os sítios bom e ruim dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Garantã do Norte, MT. ....	56
Tabela 11 – Equações de crescimento em diâmetro para cada classe de Dap dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, Garantã do Norte, MT. ....	57
Tabela 12 – Número de árvores por hectare projetados para cada classe de diâmetro nas idades futuras a partir da idade de referência de 4 anos, dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT. ....	59
Tabela 13 – Coeficientes e critérios estatísticos das equações de altura de inserção de copa em função do diâmetro ajustadas para os plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em um sítio ruim e bom, em Garantã do Norte, MT. ....	60

Tabela 14 – Estimativa da relação da altura de inserção de copa para cada classe de Dap em plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT. ....	61
Tabela 15 – Estimativa do diâmetro e alturas relativas, pelo polinômio do 5º grau, dos indivíduos dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, aos 4 anos de idades, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT. ....	62
Tabela 16 – Sortimento individual para laminação de cada classe de Dap, em sítio ruim dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Garantã do Norte, MT. ....	63
Tabela 17 – Sortimento individual para laminação de cada classe de Dap, em sítio bom dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Garantã do Norte, MT. ....	64
Tabela 18 – Volume total dos sortimentos para laminação de cada classe de Dap, em sítio ruim e bom dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Garantã do Norte, MT. ....	65
Tabela 19 – Cenários de produção e crescimento de volume comercial à laminação de plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio ruim e bom, em Garantã do Norte, MT. ....	67
Tabela 20 – Custos financeiros de plantios de paricá para laminação sob espaçamento 3 x 3,2 m, em Garantã do Norte, MT, para o ano de 2016. ....	71
Tabela 21 – Expectativa econômica dos plantios de paricá para laminação aos 4, 5, 6 e 7 anos, sob espaçamento 3 x 3,2 m, em sítio ruim e bom, em Garantã do Norte, MT. ....	72
Tabela 22 – Cenários financeiro da produção de plantios comerciais de paricá em sítio bom e ruim implantados em Garantã do Norte, - MT, sob taxas de juros de 5,5%, 8,75% e 13, 65% a.a. ....	73

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 OBJETIVOS .....	16
1.1.1 Objetivo geral .....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1 ESPÉCIE DO ESTUDO.....	17
2.1.1 Características botânica, morfológica e anatômica .....	18
2.1.2 Características silviculturais .....	20
2.2 CRESCIMENTO E PRODUÇÃO FLORESTAL .....	21
2.2.1 Modelagem do crescimento e da produção.....	22
2.3 ROTAÇÃO FLORESTAL.....	26
2.3.1 Critérios financeiros.....	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	29
3.2 ANÁLISE DOS SOLOS .....	30
3.3 AMOSTRAGEM DA POPULAÇÃO .....	30
3.3.1 Unidades amostrais de tamanho fixo .....	31
3.3.2 Unidades destrutivas .....	32
3.4. DADOS FINANCEIROS .....	37
3.5 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS .....	37
3.5.1 Análise da covariância.....	38
3.6 PROGNOSE DA PRODUÇÃO .....	38
3.6.1 Modelagem do crescimento em diâmetro.....	39
3.6.2 Modelagem da altura do ponto de inserção de copa.....	39
3.6.3 Modelagem do volume por afilamento .....	40
3.7 ANÁLISE DA PRODUÇÃO.....	42
3.8 ANÁLISE FINANCEIRO .....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO .....	45
4.2 CARACTERÍSTICAS DO POVOAMENTO.....	47
4.2.1 Distribuição diamétrica .....	52
4.3 CUBAGEM .....	52
4.4 MODELOS AJUSTADOS .....	54
4.4.1 Crescimento em diâmetro em função da idade .....	54
4.4.2 Estimativa da altura de inserção de copa.....	60
4.4.3 Volume por afilamento.....	62
4.5 ANÁLISE DA PRODUÇÃO.....	66
4.6 ANÁLISE FINANCEIRA.....	70
4.6.1 Custos e receitas.....	70
4.7.2 Critérios financeiros.....	73
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	77
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	78
<b>APÊNDICE A – PERFIL LONGITUDINAL DAS ÁRVORES DE DIÂMETRO MÉDIO QUADRÁTICO E ALTURA DOMINANTES DE <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> CONSIDERANDO OS SÍTIOS BOM E RUIM EM DIFERENTES IDADES, GUARANTÃ DO NORTE, MT.</b> .....	87

## 1 INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica brasileira é uma das principais fontes produtoras de madeira tropical, que movimentam o mercado regional, nacional e mundial (BARBOSA et al., 2001). Contudo, em função da exploração florestal desordenada nas décadas de 70 e 80 os órgãos ambientais restringiram rigorosamente a legislação quanto as liberações dos planos de manejo relativos ao uso da madeira, dificultando assim a sua exploração.

Neste contexto, os plantios florestais têm papel fundamental para amenizar a pressão exercida sobre as florestas nativas. Uma vez que, são capazes de fornecer matéria prima em uma maior velocidade, beneficiando a economia, gerando renda e emprego para toda a cadeia produtiva e ainda prestam serviços ambientais (SFB, 2013; AGEFLOR, 2016; IBÁ, 2016).

Conforme dados apresentados pela Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ (2016), o Brasil possui uma área de cerca de 7,8 milhões de hectares (ha) ocupadas por plantios florestais. Destas, mais de 92,3% é representada por espécies dos gêneros *Eucalyptus* (5,6 milhões de ha) e *Pinus* (1,6 milhão de ha). Outras espécies de menor escala, mas não menos importantes, que também se destacam neste setor são: a acácia (*Acacia mearnsii* De Wild.), a teca (*Tectona grandis* L.f.), a seringueira (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) e o paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby).

Dentre estas, o paricá tem merecido destaque por ser uma espécie nativa da Amazônia, com crescimento rápido, fácil obtenção de sementes, custo satisfatório de implantação nos primeiros anos, madeira com elevada cotação no mercado interno e externo, com uso ideal para a indústria de laminados, caixas, pranchetas, forros, celulose e papel (RONDON, 2002; CARVALHO, 2007; VIDAURRE et al., 2006). Dentre seus usos a de maior demanda no cenário atual é à laminação e, conseqüentemente, à produção de compostos laminados (MELO et al., 2013). Tais fatos levaram ao aumento da área de cultivo do paricá, de forma que em 2015, atingiu uma área aproximada de 90.047 hectares, concentrada principalmente nos Estados do Acre, Mato Grosso, Pará e Rondônia (IBÁ, 2016). A maior porção está situada na região Sudeste do Estado do Pará, mais precisamente nos municípios de Dom Eliseu, Ulianópolis e Paragominas (LUNZ et al, 2009).

No Estado do Mato Grosso o aumento do plantio de paricá se deu na década de 1990, com maior concentração na região Norte do Estado, objetivando a produção de madeira para as indústrias de laminados (RONDON, 2002). No entanto, no Estado foram relatados casos de insucessos no cultivo desta espécie pelo fato de haver pouco de conhecimento sobre como manejar adequadamente ao longo prazo (CARVALHO, 2007).

Dentre as ferramentas de manejo que auxiliam nas tomadas de decisões sobre um povoamento florestal, tem-se destaque os modelos de crescimento e produção. Estes são capazes de obter estimativas precisas da produção em determinadas idades de um plantio florestal, fornecendo subsídios para realizar diversos tipos de análises, como por exemplo, a determinação de uma idade de corte adequada conforme a rentabilidade de um povoamento de um empreendimento florestal.

As literaturas sobre estas ferramentas para este tipo de análise são mais frequentes para as espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. No entanto, as metodologias convencionais aplicadas para estas espécies exóticas, devem ser ajustadas para o paricá. Pois, o paricá apresenta uma distinção na forma típica de crescimento e tem uma demanda especificado a um produto, no mercado atual.

A forma padrão de crescimento do paricá é simpodial com ponto de inversão morfológica bem marcada. O ponto de inversão morfológica consiste em um ponto no fuste onde se inicia as ramificações da copa. Representa o momento em que a árvore muda de estratégia de crescimento em altura para o crescimento em diâmetro com a expansão da copa. Ou seja, momento em que o crescimento em altura é estabilizado e a partir deste, há o investimento apenas no crescimento em diâmetro.

Já o produto final de maior requisição no mercado atual para a madeira de paricá é destacada para a laminação. Para este fim, exige-se um fuste reto, cilíndrico e sem ramificações. Desta forma, para tal, além do fator diâmetro ter de ser maior que o mínimo estabelecido pelo mercado, a altura do fuste do paricá, que poderá ser comercializada, é limitada até o tal ponto de inversão morfológica, na qual apresenta a estagnação desta altura em uma determinada idade.

Enquanto que, isso não ocorre para as outras espécies comerciais que apresentam a forma padrão de crescimento monopodial, isto é, apresentam a predominância de apenas um ramo principal no eixo vertical (determinado pela

gema apical), como ocorre, por exemplo, para os indivíduos do segundo gênero mais plantado no Brasil, o *Pinus spp.* Assim, para as espécies desta forma de crescimento, o comprimento aproveitável do seu fuste pode ser dirigido pela manutenção de um diâmetro de interesse. Já no caso do *Eucalyptus spp.*, apesar de também ter crescimento simpodial, a sua madeira possui um mercado mais consolidado e diversificado, semelhante à do *Pinus spp.*, na qual, comercializa-se quase todas as partes de uma árvore, como por exemplo, para a indústria de celulose, papel e energia.

Além da demanda atual e da forma de crescimento, há uma outra questão que deve ser considerada na metodologia para uma estimativa do crescimento e produção de plantios de paricá destinados à laminação. Esta, está relacionada a determinação da distribuição de frequência dos indivíduos que irão atingir o diâmetro mínimo e máximo que poderão ser utilizados em um determinado torno laminador, no final de uma rotação. Desta forma, exige-se a necessidade de desconsiderar aqueles indivíduos das classes diamétricas que não serão aproveitadas.

Fato considerado de relevância financeira, pois como já mencionado, os paricás são plantados com uma finalidade concentrada para um único produto, e apesar de existirem casos de aproveitamento dos seus resíduos para geração de energia, bem como aproveitamento dos indivíduos fora destas dimensões, estes, proporcionam receitas bem menores do que para a laminação, o que pode tornar-se desinteressante para as empresas que querem trabalhar com a espécie.

Mediante a este contexto, destaca-se a importância dos estudos sobre os modelos de crescimento e produção que considerem as características intrínsecas de crescimento e distribuição diamétrica de povoamentos de paricá, afim de estimar a produção de forma mais realista ao produto final, à laminação, capaz de determinar uma idade ideal de corte que maximize a renda visando este fim.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Estimar o crescimento e a produção afim de obter a maximização da renda de plantios comerciais para laminação de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby), em diferentes idades no espaçamento de 3 x 3,2 m na região norte do Estado de Mato Grosso.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- a) Obter a prognose da produção das dimensões desejadas por meio da modelagem por nível de classes de diâmetro;
- b) Confeccionar cenários de produção para laminação com diferentes sítios; e
- c) Confeccionar cenários financeiros com diferentes taxas de juros e diferentes sítios.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ESPÉCIE DO ESTUDO

O paricá pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Caesalpinioideae (BARNEBY, 1996). Tem ocorrência natural na floresta amazônica conhecida por diversos nomes populares tanto internacionalmente quanto regionalmente. No Brasil, é encontrada nos estados de Amazonas, Pará, Acre, Distrito Federal, Mato Grosso e Rondônia com os seguintes nomes, respectivamente: paricá, faveira, canafístula, guapuruvu-da-amazônia, pinho cuiabano e bandarria. No exterior, ocorre no Equador, Bolívia, Colômbia, Honduras, Peru, México, Costa Rica, Guatemala, Nicarágua e El Salvador com os nomes pachaco, serebo, tambor, chumcho, judio, gallinazo, sora, quon e chapulaltapa (SOUZA et al., 2003a; ROSA, 2006a; CORDEIRO, 2007; CARVALHO, 2007; MELO, 2012).

O paricá tem grande semelhança com *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, conhecido como Guapuruvu, espécie do mesmo gênero, porém de ocorrência na Mata Atlântica (ROSA, 2006a). As características que os diferenciam são que o paricá apresenta florescimento que não possui folhas, pétalas com formato mais oblongas, rígidas e glabras, e ainda apresenta pedicelos distintamente articulados e com as folhas, frutos bem como as sementes são menores (SOUZA et al., 2003a; CARVALHO, 2007; MELO, 2012).

Alguns autores apontam que tais diferenças fenotípicas e morfológicas são razoáveis ao nível de serem consideradas espécies distintas denominando o paricá como *Schizolobium amazonicum* (COSTA et al., 1998; RONDON, 2002; MELO, 2012; CARVALHO, 2007). No entanto, o nome científico aceito por herbários de reconhecimento nacional e internacional é *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Hubber ex Ducke) Barneby (LEWIS, 2015; TROPICOS; 2017), fazendo com que vários autores adotem esta denominação científica para suas pesquisas (SOUZA et al., 2003a; OHASHI; YARED; FARIAS NETO, 2010; CORDEIRO et al., 2015).

### 2.1.1 Características botânica, morfológica e anatômica

O paricá apresenta forma do fuste cilíndrico, retilíneo e sua altura atinge dimensões aproximadas de 20 até 40 m o Dap entre 100 até 120 cm na idade adulta em florestas nativas (CARVALHO, 1994). A espécie possui sapopemas desde de jovens, e pode chegar a uma altura de 1,50 m nas árvores mais maduras. As árvores apresentam a casca lisa de coloração verde podendo atingir a cor amarelada, apresentar lenticelas e cicatrizes transversais provenientes da queda das folhas (SOUZA et al., 2003a).

A madeira do paricá, é considerada macia, com baixa densidade ( $0,40\text{gcm}^{-3}$ ) de cor branco-amarelada (MELO et al., 2014), com superfície lustrosa, textura grossa, grã irregular, cerne indistinto do albúneo e com baixíssima durabilidade sob condições naturais (LORENZI, 2002). Conforme as propriedades da madeira, Melo et al. (2013) destacam diversas características favoráveis para uso na laminação, como por exemplo baixa concentração de extrativos, quando comparado a outras espécies tropicais, pouca rugosidade, baixa massa específica, elevada porosidade, alta molhabilidade.

Sobre a parte aérea da árvore do paricá, a copa é considerada pouco densa e possui ramificação cimosa. As folhas podem medir até 2 m de comprimento. São grandes, longipeciouladas, bipinadas e possui disposição alternada. O tamanho das folhas é reduzido conforme o desenvolvimento. As flores são vistosas e apresentam pétalas de cor amarela. O paricá tem fruto em forma de um legume deiscente, alado, achatado de cor marrom e bege quando está maduro e quando está imaturo tem cor esverdeado e amarelado (SOUZA et al., 2003a; CARVALHO, 2007).

A semente é lisa, brilhante, lateralmente achatada, tegume duro, medindo entre 1,60 cm e 2,10 cm de comprimento por 1,10 cm a 1,40 cm. A dispersão ocorre de forma anemocórica (CARVALHO, 2007). A produção de semente destes indivíduos inicia-se aos sete anos de idade, com a dispersão entre outubro e dezembro (GALEÃO et al, 2005).

Conforme Bianchetti et al. (1997) a floração ocorre entre abril e maio, sendo que a frutificação ocorre entre agosto a setembro. Santos (2012) descreve que no Pará a floração ocorre nos meses entre junho e julho, e a frutificação de agosto a outubro. Segundo Melo (2012) na floração ocorre perda total ou parcial das folhas,

dependendo da região. A primeira frutificação só acontece aos 18 a 20 anos de idade, passando em seguida a ser anual, ocorrendo geralmente entre os meses de julho e setembro.

A característica marcante desta espécie é o rápido crescimento. É uma espécie pioneira, heliófila, caducifólia e não tolera baixas temperaturas. Normalmente ocorrem em florestas primária e secundária, em solos de terra firme, ou em várzea alta (SOUZA et al., 2003a; CARVALHO, 2007; DUCKE, 1949). Sua predominância é em solos argilosos sejam de baixa ou alta fertilidade, com pH de ácidos a levemente básicos (CARVALHO, 2007).

Para Ribeiro (2006) o paricá apresenta bom desenvolvimento em solos de pouca fertilidade, apesar do reduzido crescimento nesse caso, principalmente em solos argilosos, compactados e com altos teores de alumínio. Conforme Vidaurre et al. (2006), não toleram solos com teores de argila acima de 65%, nem solos alagados.

Crescem bem em clima equatorial semiúmido, com estação seca e chuvosa bem definida, com precipitações de 1.600 a quase 6.000 mm/ano com temperaturas médias anuais de 23 a 27 °C. É encontrada em regiões com altitudes que variam de 20 a 700 m. Tem distribuição desde o Sul do México passando pela América Central e Amazônia, até o Sudoeste do Brasil (MELLO, 2012; AMATA, 2009).

O paricá apresenta uma madeira que pode ser empregada na indústria de laminados, caixas, pranchetas, forro, celulose e papel (RONDON, 2002; CARVALHO; VIEGAS, 2004). A produção energética, assim como a produção de papel e celulose é dada pela sua facilidade de branqueamento. Propriedades medicinais, também podem ser encontradas, principalmente na casca (CARVALHO, 2007). O paricá pode ser utilizado ainda para artesanato, fabricação de brinquedos, saltos para calçados e aeromodelismo (SOUZA et al., 2003a).

Carvalho (2007) afirma que o paricá tem grande potencial para recuperação de áreas degradadas. Bem como para enriquecimento de remanescentes degradados, fato confirmado pelo estudo de Schwartz et al. (2016). Por ser uma espécie pioneira, o paricá tem bom desenvolvimento na maioria dos solos amazônicos, contribuindo com sombreamento, o desenvolvimento de espécies clímax, que por ventura se estabeleçam na área. Segundo Brienza Junior; Yared;

Jarvis (1991), além do plantio puro, o paricá tem sido amplamente empregado em associações silvipastoris e agroflorestais.

### **2.1.2 Características silviculturais**

O paricá apresenta sementes com alto grau germinativo, podendo chegar a 90%. E a sua propagação é realizada por sementes nas quais são efetuados, nestas, processos mecânicos, físicos e químicos para superação de dormência (LAMEIRA et al., 2000).

A produção de mudas pode ser feita em saco de polietileno (15 x 25 cm) sem muita exigência quanto ao substrato (CARVALHO, 2007). Pode-se gerar plântulas em viveiro e o transplantá-las para o saquinho após atingirem de 6 a 8 cm de altura (SOUZA; CARVALHO; RAMOS, 2005).

Outra opção de produzir de mudas de paricá e utilizar tubetes, indicada por Caldeira; Lima; Bezerra (2004), com volume de 175 cm<sup>3</sup>, 6 cm de diâmetro interno por 13 cm de altura. No viveiro, as mudas podem ser mantidas com 50% de sombreamento ou à plena luz. O transplante para o campo, em geral, é feito quando as mudas atingem uma altura entre 30 até 60 cm (CARVALHO, 2007).

A realização dos plantios de paricá é indicada no período entre setembro a janeiro. Neste momento deve ser realizado uma triagem para selecionar as mudas vigorosas e uniformes, e eliminar as mudas de menor tamanho e aquelas que estiverem atacadas por pragas e que estejam doentes (COSTA et al., 1998).

Na implantação de povoamentos puros, em geral os estudos indicam em comum que o melhor espaçamento 4 x 4 m, pela facilidade de mecanização e redução de tempo de desbaste (MARQUES et al., 2006), e a melhor relação entre crescimento em altura, bem como em diâmetro das árvores (ROSA, 2006b; COSTA et al., 1998; RONDON, 2002). Sendo que este último Rondon (2002), indica também o 4 x 3 m por também proporcionar maiores crescimentos. Ou ainda, com 3 x 2 m, em condições de baixa fertilidade do solo, podendo incluir desbaste no 2º ano de plantio (SOUZA et al., 2003a).

## 2.2 CRESCIMENTO E PRODUÇÃO FLORESTAL

O crescimento das árvores consiste em um processo natural de modificação gradual em suas dimensões. Tal crescimento é influenciado por interações entre a capacidade genética intrínseca de uma determinada espécie e os diversos fatores ambientais (SPURR, 1952; ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005; CAMPOS; LEITE, 2009).

A forma de crescimento das dimensões de uma árvore caracteriza-se em duas estratégias distintas. Inicialmente, crescem em altura, até conseguir alcançar a luz, quando o crescimento neste sentido é reduzido até cessar, e em seguida há a mudança de estratégia para o crescimento em diâmetro. Logo, sua copa que crescia de forma estreita torna-se uma copa de maior amplitude por meio da ramificação. Assim, a forma de uma árvore é marcada por um nível perceptível entre o fuste e a copa, que é denominado ponto de inversão morfológica (VANINI, 2009; TORQUEBIAU, 1986).

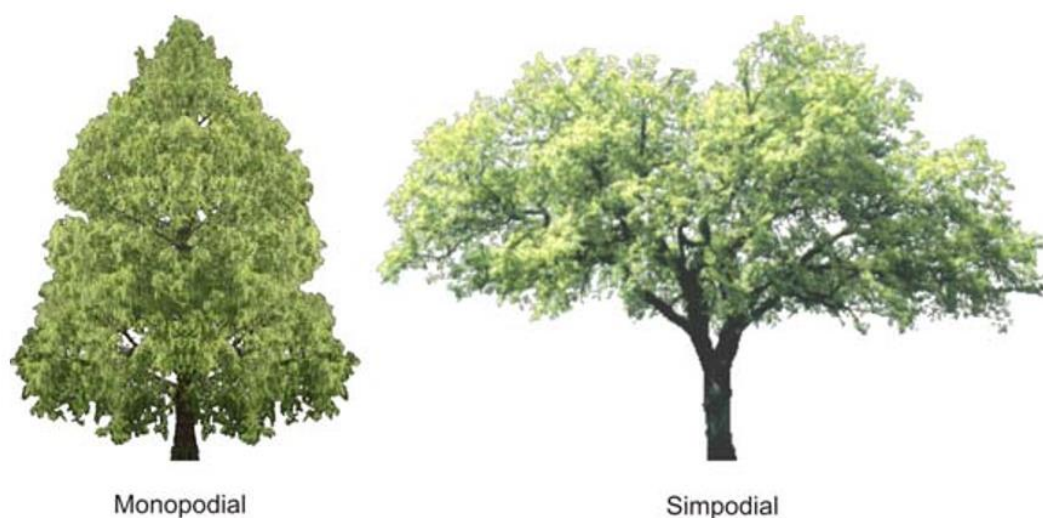
A altura deste ponto varia conforme as condições de crescimento das árvores. Sendo que as árvores em crescimento livre de competição apresentam, em geral, um fuste curto com uma copa esférica por crescerem desde o princípio de forma iluminada. Enquanto que as árvores em formação florestal tendem a ter um fuste longo e uma copa curta, uma vez que tendem a abrir suas copas quando atingem o dossel superior da floresta, quando conseguem superar a altura das árvores vizinhas e encontrar iluminação adequada para sua sobrevivência (TORQUEBIAU, 1986; BROTEL; YAMAMOTO; RODRIGUES; 2014).

O ponto de inversão morfológica é bem marcante principalmente para espécies de crescimento simpodial. Simpodial é uma forma típica de crescimento de uma árvore, que se distingue da monopodial (Figura 1). No primeiro caso não há a dominância de apenas um ápice pela perda do ponto vegetativo do eixo principal, que faz com que as gemas adjacentes deem origem a diversos ramos. Enquanto que no segundo caso existe a dominância de apenas um ápice (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

Tais conhecimentos a respeito das estratégias de crescimento e formas das árvores conforme cada espécie é de extrema importância para um tomador de decisão manejar a floresta de forma adequada. Pois, permitem-lhe estabelecer, por

meio da designação de determinado espaçamento entre plantas, um crescimento entre as árvores com boa penetração de luz e ao mesmo tempo um certo sombreamento que seja capaz de obter fustes livres de ramos com comprimentos desejáveis conforme o objetivo da produção florestal (TORQUEBIAU, 1986).

Figura 1 – Formas de crescimento das árvores.



Fonte: (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

Ressalta-se que a terminologia a “produção florestal” consiste no crescimento acumulado ao longo de um período do tempo. (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005). E que o crescimento e produção de uma árvore pode ser expresso de diversas maneiras, dentre as quais destacam-se o incremento corrente anual (ICA) e o incremento médio anual (IMA). O ICA é o crescimento ocorrido de uma árvore ou de um povoamento, de um ano para outro, enquanto o IMA é a razão entre a produção ou crescimento pela idade a partir do ano zero (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005; SCOLFORO, 2006).

### **2.2.1 Modelagem do crescimento e da produção**

Os estudos sobre crescimento e produção, e o entendimento deste processo na floresta, são ferramentas básicas para subsidiar às tomadas de decisões no manejo florestal. A partir destes estudos é permitido realizar prognósticos da produção futura (SCOLFORO, 2006). A prognose da produção é dada por meio de

um conjunto de relações matemáticas, denominadas de modelos, que descrevem quantitativamente a dinâmica dos povoamentos florestais com base em poucas medições, permitindo a realização de predições relativas a rentabilidade resultante das alternativas de manejo escolhidas no presente (SILVA, 2001).

Conforme Berger (2000), a prognose do crescimento de uma floresta é efetuada por meio de curvas de projeção do desenvolvimento em diâmetro, altura e volume. Miranda (2016) afirma que os modelos mais empregados para prognosticar o crescimento e a produção em povoamentos florestais podem ser distribuídos em três categorias: modelos em nível de povoamento ou globais; modelos em nível de árvores individuais; e modelos em classes de diâmetros.

Os modelos em nível de povoamento estimam o crescimento e a produção em termos de unidade de área independentemente da classe de tamanho da árvore. Esses modelos estimam a produção a partir de variáveis do povoamento como: idade, área basal, índice de local e número de árvores (SANTOS, 2012).

Nos modelos em nível de árvores individuais as informações do crescimento e da produção são mais detalhadas com resultados obtidos de forma individual, onde a produção do povoamento é o resultado da soma das produções individuais de cada árvore (GUIMARÃES, 1994).

Nos modelos de classes diamétricas, o número de árvores por hectare em cada classe de diâmetro é projetado para uma idade de interesse. A produção é obtida a partir do diâmetro médio da classe. No entanto, o volume é obtido para cada classe de diâmetro empregando-se funções hipsométricas e volumétricas ou de afilamento (MIRANDA, 2016).

As funções hipsométricas expressam a relação entre a altura total das árvores e seus diâmetros à 1,30 m de altura do solo (Dap) (SCOLFORO, 2005). Ou seja, é possível estimar a altura das árvores de um povoamento medindo apenas o Dap. Desta forma, em termos práticos estas funções auxiliam na economia de recuso e tempo em inventários florestais sem perda de precisão (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2012) Além das relações hipsométricas, existem outras relações com o Dap, como por exemplo, a altura de inserção de copa em função do Dap, altura comercial em função do Dap (McTAGUE; BATISTA; STEINER; 1989).

Já as funções de afilamento, forma ou *taper*, são modelos matemáticos que estimam o volume conforme a forma do perfil longitudinal da árvore. A

representação matemática deste fenômeno permite estimar os diâmetros correspondentes a quaisquer alturas das árvores, assim como alturas correspondentes em quaisquer diâmetros. Considerando que a secção transversal em qualquer posição no tronco é circular, o volume pode ser estimado pela integral da função de afilamento. Estas permitem estimar os múltiplos produtos da floresta, bastando apenas definir os comprimentos e os diâmetros desejados (SCOLFORO, 2005; SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2012).

#### *2.2.1.1 Fonte de dados*

Para a modelagem do crescimento e a produção florestal é comumente a obtenção de dados por meio da análise de tronco, parcela permanente e parcela temporária (SCOLFORO, 2006; FINGER, 2006; CAMPOS; LEITE; 2009).

A análise de tronco é uma técnica que permite reconstituir o crescimento da árvore, possibilitando construir curvas de crescimento e produção sobre a idade. Como vantagem o método apresenta rapidez, boa precisão e baixo custo no processo de obtenção dos dados (FINGER, 2006). Já a limitação desta técnica é de que a árvore deve estar localizada em uma região que apresente diferenças climáticas marcante ao longo do ano. Pois assim permite a identificação do crescimento da árvore em um ano de forma mais fácil.

Visto que, o crescimento é identificado pelo anel de crescimento anual, que é composto pelo lenho inicial ou primaveril e lenho tardio (SCOLFORO, 2006; FINGER, 2006). O primeiro corresponde ao período chuvosos e de altas temperaturas e assim caracteriza por um lenho de cor mais clara, poros maiores com menos células por unidade de área. O segundo é constituído no período seco e frio, formando um lenho de cor mais escura, com poros menores e mais células por unidade de área (SCOLFORO, 2006; ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

A técnica requer atenção para a presença de falso anéis de crescimento que são formados por algum distúrbio durante o crescimento da árvore, que corrobora para redução drástica no crescimento, como por exemplo ataques de pragas e estiagem. Estes são facilmente identificados pelo fato de não se completarem ao longo da secção (SCOLFORO, 2006).



A obtenção de dados por parcela permanente consiste na mensuração das mesmas árvores ao longo de um determinado período de tempo. Neste caso, deve-se atentar na demarcação visível e duradoura em cada árvore (no Dap) para que cada mensuração seja refeita no mesmo local do indivíduo, e assim garantir maior precisão nas estimativas (FINGER, 2006).

Dentre as vantagens deste tipo de fonte de dados está o conhecimento preciso das condições as quais as árvores foram expostas durante seu crescimento em um determinado período de tempo analisado. E como desvantagens são os altos custos e demora na obtenção de dados confiáveis, além de estarem propícios a sofrerem certos inconvenientes como ataque de pragas ou doenças e queimadas que significam a perda das informações das árvores que estavam sendo medidas (SCOLFORO, 2006; FINGER, 2006).

Já a terceira forma de obtenção de dados, as parcelas temporárias, consiste na medida realizada em uma única vez em um povoamento analisado (FINGER, 2006). Conforme Scolforo é uma importante fonte de dados, principalmente para localizadas onde não existem parcelas permanentes e/ou as árvores não apresentam formação de anéis de crescimento facilmente visíveis.

A amostragem deve ser efetuada sob critérios rígidos de estratificação que considerem a mesma espécie, forma de manejo e sítio, bem como sobre as condições de sítio bom e sítio ruim. Assim, é possível que as parcelas englobem povoamentos jovens até maduros, sob a hipótese de que estes tenham sido conduzidos da mesma maneira. Não devem ser empregados os dados nas quais forem obtidos sem estes critérios de estratificação, porque, em geral, tendem a produzir curvas de crescimento achatadas com relação a curva real de crescimento (FINGER, 2006).

Tem como vantagem a obtenção de dados a um custo mais baixo do que os demais procedimentos, em um relativo curto espaço de tempo, e ainda permite o uso de informações de dados de inventários convencionais. E como inconveniente está o fato de não se conhecer o real padrão de crescimento individual das árvores (SCOLFORO, 2006).

## 2.3 ROTAÇÃO FLORESTAL

A rotação, também chamada de idade de corte, é definida como o tempo passado entre o estabelecimento do povoamento até o momento de seu corte (LOPES, 1990). Segundo Schneider (2009), a duração da rotação é definida pela “meta técnica da empresa” e assim sujeita a vários critérios econômicos e biológicos. A rotação é parte do planejamento a longo prazo, define o volume do estoque, grandeza dos incrementos, quantidade de investimento, juros e rentabilidade.

Silva (2001), afirma que os tipos de rotação consagrados na literatura são:

a) Rotação silvicultural ou de máximo incremento médio: corresponde ao período em que ocorre a maior produção volumétrica por unidade de tempo. É conhecida pelo ponto onde o ICA se iguala ao IMA;

b) Rotação econômica: corresponde ao ponto onde há maximização do lucro;

c) Rotação técnica: o corte da floresta ocorre quando a mesma atinge as características desejáveis, por exemplo diâmetro, densidade, entre outros, atingindo certas restrições da indústria.

Desta forma, a rotação florestal deve ser determinada conforme os objetivos da empresa. Como por exemplo, se a empresa deseja obter a máxima produtividade, deve-se adotar a rotação de máximo incremento médio; se o objetivo é maximizar o lucro, opta-se pela rotação econômica (CAMPOS et al., 1996).

Resende et al. (2004), afirmaram que a definição da idade ótima é afetada discretamente por fatores técnicos como espaçamento, sítio, produto final desejado, entre outros e por fatores econômicos como preço da madeira, custos de produção, taxa de desconto utilizada, valor da terra e horizonte de planejamento. Além disso, podem-se citar outros fatores como incêndios, presença de pragas e doenças, eventos naturais, entre outros.

### 2.3.1 Critérios financeiros

A aplicação dos critérios de análise financeira na área florestal é fundamental para a definição do melhor projeto e, ou, alternativa de manejo a serem adotados. A determinação da idade econômica de corte, espaçamento, adubação, época e intensidade de tratamentos silviculturais e espécie, podem ser tomadas de forma

mais segura quando feitas as simulações baseadas nos critérios técnico-econômicos (LOPES, 1990).

Na determinação da rotação financeira de povoamentos florestais é necessário estudar, caso a caso, cada componente dos custos e das receitas envolvidas no processo de produção da madeira (GRAÇA et al., 2000).

Nas empresas em geral, os custos são divididos por operações ou setores da atividade, como: viveiro, plantações, tratamentos culturais, exploração florestal, atividades especiais (coleta de sementes, entre outros), implantação de infraestrutura e administração (BREPOHL, 1980).

Conforme Rezende; Oliveira (2013) existem diversos critérios econômicos para avaliação de projetos florestais, dentre os quais, destacam-se alguns dos mais utilizados: o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Razão Benefício (receita) - Custo (RBC).

O VPL de um projeto é definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa. É medido pela diferença entre o desconto de uma dada taxa e o valor presente das entradas de caixa e das saídas de caixa a partir do valor presente (SANGUINO, 2009). Conforme Schneider (2009) o VPL consiste em trazer para o ano zero do projeto todos os valores constantes no seu fluxo de caixa e subtrair as receitas das despesas. Rezende; Oliveira (2013) chamam a atenção para um problema relacionado ao uso do VPL, o valor da taxa de desconto. Pois o VPL é um critério muito sensível a mudanças nas taxas de juros e desconsiderar este fato pode causar erros na seleção de projetos.

A TIR de um projeto é a taxa de retorno do capital investido. Consiste na taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas (futuras) ao valor atual dos custos (futuros). Ela pode ser entendida como taxa média de crescimento de um investimento. No âmbito do setor florestal pode ser usada para escolha entre projetos com durações diferentes. É uma taxa intrínseca ao projeto e independe da taxa de desconto corrente. A viabilidade dos projetos é considerada nos casos onde a TIR é maior que a taxa de juros vigente no mercado (REZENDE; OLIVEIRA, 2013; SCHNEIDER, 2009).

A RBC é uma indicadora de eficiência econômica e financeira e refere-se ao retorno do investimento a partir da comparação entre os valores presentes das receitas e os valores presentes dos custos para dada taxa de desconto. Um projeto

é considerado viável economicamente, se apresentar valor de RBC maior que 1 e sendo mais viável quanto maior esse valor (REZENDE; OLIVEIRA, 2013; SCHNEIDER, 2009).

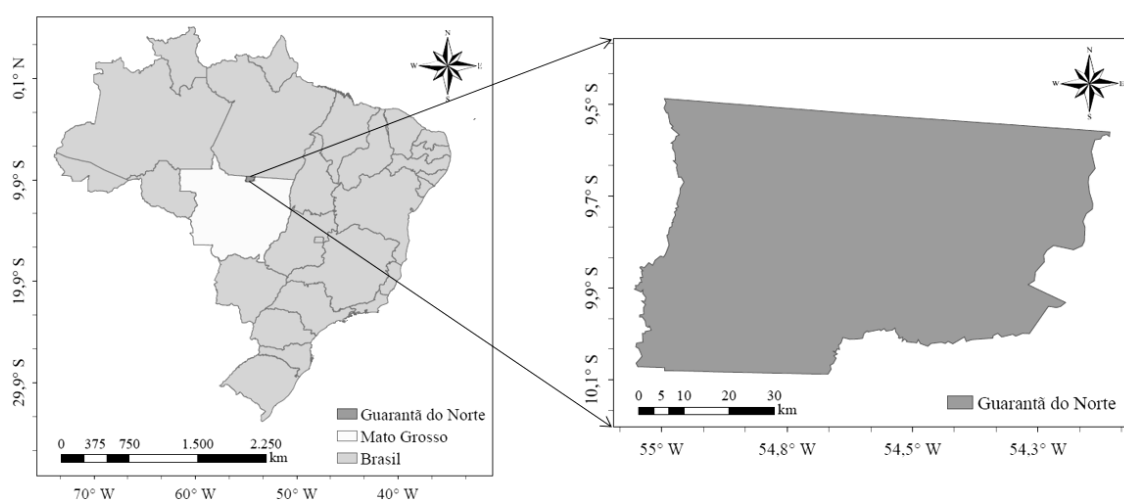
Outra informação de interessante em uma análise financeira é a determinação do Custo Médio de Produção (CMP<sub>r</sub>). Conforme Rezende e Oliveira (2013), o CMP<sub>r</sub> consiste na razão entre o custo total no presente e a produção total equivalente, com os valores convertidos para um mesmo período de tempo. Schneider (2009) afirma que o CMP<sub>r</sub> representa o custo total por unidade de produção que em geral as empresas utilizam para operar sob custos médios mínimos, independentemente da quantidade produzida e da duração do investimento. Sobre este critério, em análise de um projeto a sua viabilidade é dada pela comparação entre o CMP<sub>r</sub> e o seu valor no mercado. Em análise de mais de um projeto, aquele com o CMP<sub>r</sub> de menor valor é o melhor projeto.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em plantios de paricá com três idades diferentes: dois, três e quatro anos cujas áreas são, respectivamente, de 10, 180 e 40 hectares. Os plantios estão situados no município de Guarantã do Norte, região norte do Estado de Mato Grosso, pertencem à empresa Compensados São Francisco e distanciam-se entre si entre 6 a 9 quilômetros (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: (AUTORA).

O município de Guarantã do Norte está localizado no bioma Amazônia. Possui altitude média 345 m ao nível do mar, com relevo plano a suavemente ondulado. O solo predominante na região do grupo Latossolo Vermelho Amarelo, distrófico (IBGE, 2009).

A temperatura média do mês mais frio é de 18°C, com uma estação seca entre os meses de abril e agosto, com elevada precipitação entre os meses de setembro a maio. A temperatura média anual é de 24 a 26°C, com precipitação média anual de cerca de 3000 mm (INMET, 2016). Conforme a classificação de Köppen, o clima típico da região é do tipo “Am”, caracterizado como tropical úmido ou subúmido (ALVARES et al., 2013).

O plantio nas três áreas foi realizado com o espaçamento 3 x 3,2 m, em áreas cujo histórico de uso era de pastagem para a atividade pecuária. O espaçamento utilizado difere dos usuais (3 x 2, 3 x 3, 4 x 3, 4 x 4, 5 x 5) (SILVEIRA, 2014; SANTOS, 2012; RONDON, 2002), mas foi selecionado pelos proprietários em função da dimensão dos maquinários disponíveis para a manutenção do povoamento. O acréscimo de 20 cm entre as linhas foi utilizado para que os maquinários não danificassem as sapopemas dos paricás.

As mudas foram produzidas em tubetes no viveiro da empresa em setembro de 2010 e o plantio ocorreu em janeiro de 2011 por meio de sulcos. Anteriormente ao plantio, as áreas foram corrigidas e adubadas de acordo de acordo com recomendação de análise do solo.

### 3.2 ANÁLISE DOS SOLOS

No mês de janeiro, no período chuvoso (entre setembro até maio), foram realizadas coletas de solos nas três áreas de estudo, na camada de 20 a 40 cm de profundidade. Foram realizadas, aleatoriamente, duas amostras compostas por área, formadas pela coleta de 3 subamostras cada uma. As amostras foram encaminhadas para análise dos teores de pH em água, P, K, Ca, Mg e Al trocável, micronutrientes e matéria orgânica (M.O.) de acordo com Tedesco et al. (1995). Foi realizada também a caracterização física do solo, determinando-se sua composição em areia, silte e argila.

### 3.3 AMOSTRAGEM DA POPULAÇÃO

Como os plantios não apresentavam dados de mensurações anteriores foram realizadas viagens de inspeção na população para posterior amostragem, onde foi possível distinguir diferentes níveis de produtividade.

A fim de garantir que os limites de produtividade dos plantios de paricá nas diferentes idades (2, 3 e 4 anos) sejam representados na amostragem, estas foram pré-estratificadas em três níveis que abrangiam as situações de sítio bom, médio e ruim. Contudo, foram simulados cenários, apenas, com os sítios de produção extremos (bom e ruim).

O sítio bom (SB) constituiu-se das áreas onde as árvores apresentavam melhor desenvolvimento no povoamento, onde foram observados os maiores diâmetros e alturas. O sítio ruim (SR), por outro lado, foi aquele cujas áreas apresentavam os menores diâmetros e altura.

Para a simulação foram obtidos dados de unidades amostrais de tamanho fixo não destrutivas (240 m<sup>2</sup>), e unidades destrutivas inerentes ao abate de árvores. A amostragem ocorreu na última semana de fevereiro de 2016.

### 3.3.1 Unidades amostrais de tamanho fixo

Para os SB e SR, aos 2, 3 e 4 anos, foram instaladas de forma aleatória 6 parcelas com dimensões de 15 X 16 m (240 m<sup>2</sup>, abrangendo aproximadamente 25 árvores por parcela), totalizando 36 parcelas. Estas parcelas foram demarcadas com o uso de tinta vermelha do tipo óleo por meio da pintura no Dap das árvores da bordadura.

Foram coletadas as seguintes variáveis dendrométricas dos indivíduos dentro das unidades amostrais: circunferência com casca à 1,30 m do solo (Cap) - obtida por meio de uma fita centimétrica, em seguida o valor foi convertido para diâmetro ( $D_{ap} = cap/\pi$ ); altura de inserção de copa (Hic) que é o comprimento do fuste a partir do solo até o ponto em que o galho mais grosso se inseriam no fuste (ponto de inversão morfológica); altura total (Ht) comprimento do fuste a partir do solo até o ápice da copa. As Hic e Ht foram obtidas com o uso de Hipsômetro Vertex, em metros. O hipsômetro foi calibrado duas vezes ao dia (uma vez de manhã e outra de tarde) para reduzir o erro causado pela variação de temperatura ao longo do dia.

A partir destes dados, foram calculados para cada parcela: a área basal ( $g = \pi * D_{ap}^2/4$ ), a área basal média ( $\bar{g} = \sum_{i=1}^n g/n$ ), o diâmetro médio quadrático ( $Dg = \sqrt{40.000/\bar{g}}$ ) a altura dominante de Assmann (H100) e o diâmetro médio da H100 (DH100).

A Dg consiste no diâmetro da árvore de área basal média do povoamento. Esta é uma variável importante por estar diretamente relacionada com o volume total médio por hectare (MACHADO; FIGUEREIDO FILHO, 2014). A H100 consiste na altura média aritmética das 100 árvores com maior diâmetro por hectare. A H100 é

usualmente utilizada para indicar a capacidade de produtividade do sítio (FINGER, 2006).

### **3.3.2 Unidades destrutivas**

Foram selecionadas 12 árvores no plantio de idade mais avançada (4 anos) para efetuar a cubagem e a análise de tronco total. Tais árvores foram coletadas nas imediações (cerca de nove metros) das parcelas dos sítios bom (SB) e ruim (SR). Estas árvores foram selecionadas conforme a Dg e a Dh100 de cada sítio. Desta forma, a amostra foi composta da seguinte maneira: 6 árvores no SB (3 árvores Dh100 e 3 e árvores Dg) e 6 árvores no SR (3 árvores Dh100 e 3 e árvores Dg).

#### *3.3.2.1 Cubagem*

Posterior ao abate das 12 árvores, foi realizada a cubagem pelo método de Smalian. A demarcação das alturas das secções para mensuração dos diâmetros foi realizada com apoio de uma trena e os diâmetros foram obtidos por meio de uma suta mecânica. As posições mensuradas foram: base (logo acima das sapopemas, quando presentes); 0,70 m; 1,3 m; e partindo desta, a cada 1 metro até próximo da Ht.

#### *3.3.2.2 Análise de tronco total*

Para efetuar a análise de tronco total, após o processo de cubagem, foram retiradas secções transversais (discos com espessura de aproximadamente 5 cm) ao longo do fuste nas seguintes posições: base (logo acima das sapopemas, quando presentes); 0,70 m; 1,3 m; e a partir desta, a cada 2 metros até próximo da Ht. Para retirada dos discos foram considerados intervalos maiores do que a da cubagem no intuito de reduzir a quantidade de discos, e assim reduzir tempo e trabalho no transporte e processamento dos discos.

Foi realizado o seccionamento do fuste em discos por meio de uma motosserra e identificados por meio de uma caneta permanente em campo (Figura 3A, B e C). Em seguida, as amostras foram secas em estufa do Laboratório de



análises da Embrapa Agrossilvipastoril de Sinop, MT, com temperatura em torno de 45°C, até o peso se tornar constante. Em seguida os discos foram transportados e lixados em uma de suas faces por meio de uma lixadeira horizontal para melhorar a visualização dos anéis, no Laboratório de Manejo Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, RS (Figura 3D). As gramaturas das lixas utilizadas para polir os discos foram: 60, 100, 120, 220, 320 e 400 grãos.polegadas<sup>2</sup>.

Figura 3 – Coleta dos discos e o equipamento utilizado para polir estes discos das árvores amostras de paricá em plantios comerciais à laminação, aos 4 anos de idade, implantados com espaçamento 3 x 3,2 m, em Guarantã do Norte, MT.



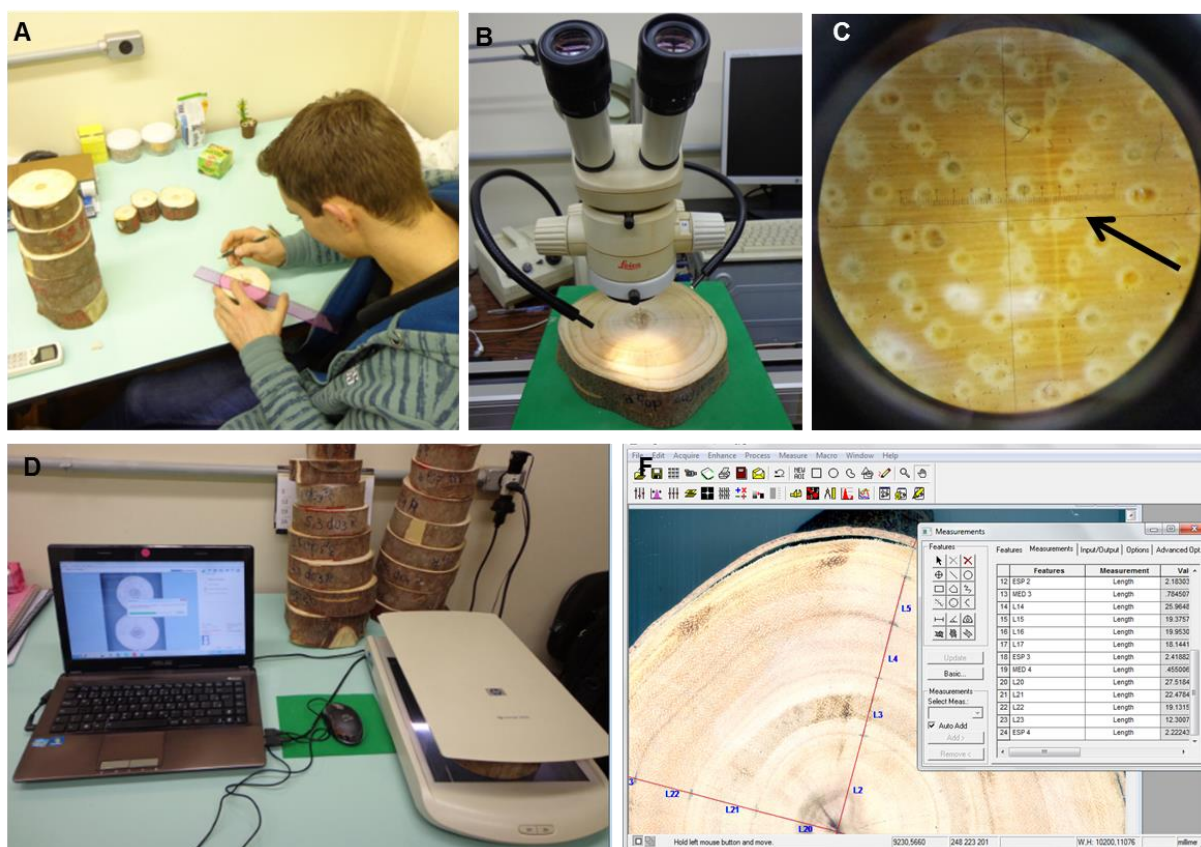
Fonte: (AUTORA).

Em que: A) abate dos discos; B) identificação dos discos; C) discos na ordem de altura; D) lixadeira horizontal utilizada para polir os discos no Laboratório de Manejo, Santa Maria, RS (D).

Com as amostras polidas procedeu-se a delimitação dos anéis de crescimento (Figura 4A). Na qual, foi realizada olho nu com auxílio de um microscópio, em que os anéis foram demarcados sobre quatro raios da fatia, no sentido medula-casca (Figura 4B e C). O primeiro raio foi traçado coincidindo com o maior diâmetro do disco e os demais no sentido horário em relação a este, sempre mantendo a perpendicularidade entre eles (FINGER, 2006).

Após a identificação e a demarcação dos anéis, os discos foram digitalizados em scanner HP *Scanjet* (resolução de 1200dpi), com uma escala. Em seguida a largura dos anéis (isto é, a dimensão entre os anéis de crescimento no raio) de cada amostra foi mensurado por meio do *software* Image-Pro, conforme a metodologia citada em Chagas (2009) e Corteletti (2013) (Figura 4D e F). Em seguida, foram calculados os diâmetros por meio da média do incremento radial de cada ano.

Figura 4 – Análise dos discos de paricá em plantios comerciais à laminação aos 4 anos de idade, implantados com espaçamento 3 x 3,2 m, em Guarantã do Norte, MT.



Fonte (Autora, 2017)

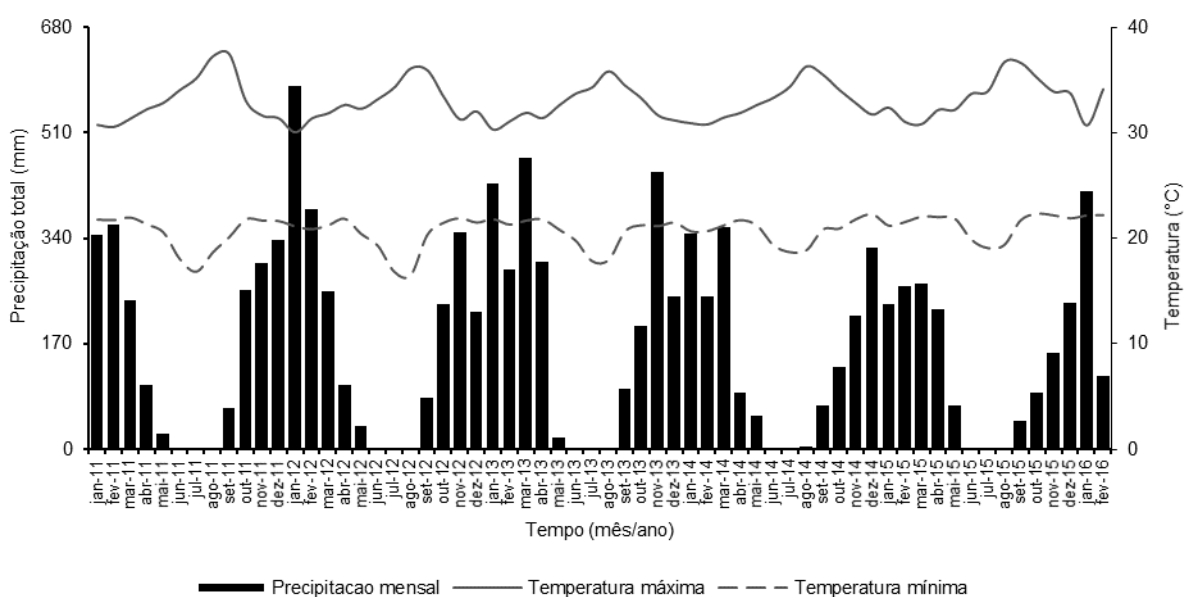
Em que: A) etapa de demarcação de raios; B) delimitação dos anéis; C) anel anual de paricá no disco (C), digitalização no scanner HP *Scanjet* (D) e obtenção dos incrementos no programa Image-Pro (F).

Sabe-se que um anel de crescimento é composto por um lenho inicial e tardio, resultantes da atividade cambial da árvore ocorridos em dois períodos, respectivamente: primeiro de chuva e o outro de seca (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005). Desta forma, foi verificada a concordância dos anéis demarcados com os

períodos de precipitação mensal ocorridos durante o intervalo de tempo entre o plantio e o abate das árvores amostras (Figura 5). Os dados de precipitação foram obtidos pela estação meteorológica de Matupá, MT, a mais próxima da área de estudo, localizada a 30 km, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Considerou-se que para a área de estudo os anéis anuais iniciam a formação em setembro e terminam em agosto, com a produção do lenho inicial no período entre setembro a junho e o lenho tardio entre junho a agosto. O último incremento (o intervalo de espaço entre os anéis de crescimento) não foi considerado por não ser anual. Pois, as árvores foram abatidas em fevereiro de 2016 e a formação completa do anel ocorreria apenas no fim de agosto de 2016.

Figura 5 – Precipitação mensal referente ao período de janeiro de 2011 a fevereiro de 2016, na região de Guarantã do Norte, MT.

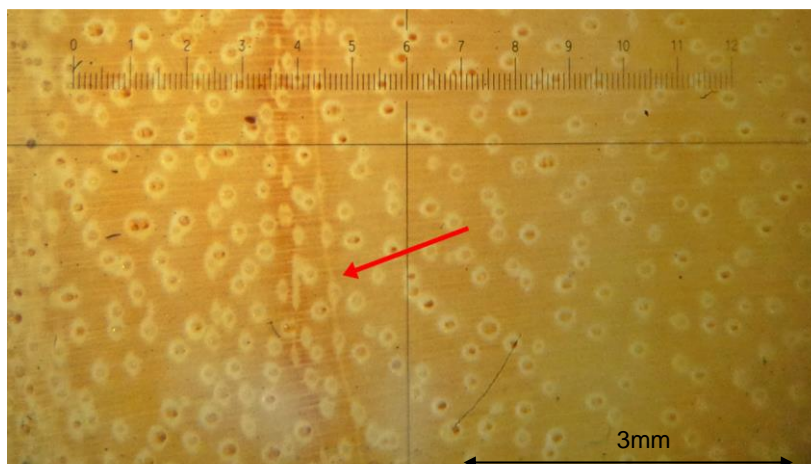


Fonte: (INEMET, 2016).

Em que: 11 = 2011; 12 = 2012; 13 = 2013; 14 = 2014; 15 = 2015; e 16 = 2016.

Os anéis de crescimento do Paricá foram identificados conforme a descrição de Silva (2014): presença de uma linha ou faixa de parênquimas marginal e espessamento da parede das fibras no lenho tardio (Figura 6). Além disso, foram verificados o achatamento e o adensamento dos poros nas proximidades desta linha ou faixa de parênquimas marginal.

Figura 6 – Anel de crescimento de paricá em plantios comerciais à laminação, aos 4 anos, com espaçamento 3 x 3,2 m, em Garantã do Norte, MT.



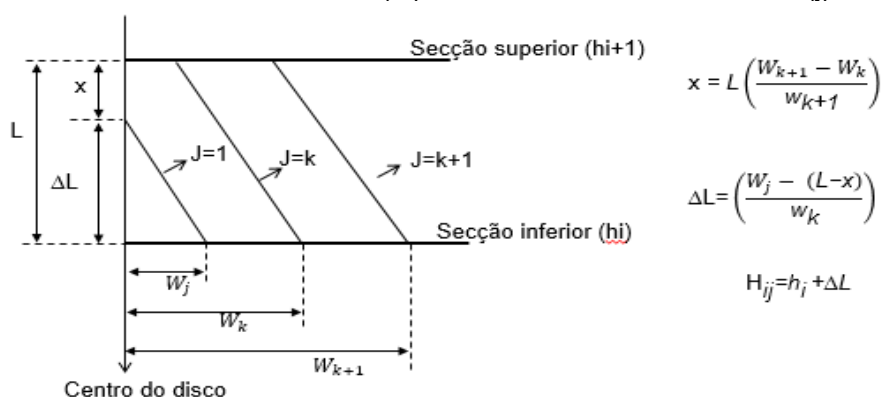
Fonte: (AUTORA).

Em que: a seta indica a localização do anel de crescimento do paricá.

### 3.3.2.3 Estimativa da altura total

A altura total das árvores abatidas foi estimada pelo método de incremento radial do anel da árvore - *Tree Annual Radial Growth* (TARG) (Figura 7), no intuito de averiguar estatisticamente se as alturas totais das amostras destrutivas representam a da amostragem não destrutiva.

Figura 7 – Representação de uma seção do fuste entre as fatias  $h_i$  e  $h_{i+1}$ , demonstrando os raios ( $w$ ) dos anéis de crescimento ( $j$ ).



Fonte: (ADAPTADO DE KARIUKI, 2002).

Em que:  $L$  = comprimento da seção;  $x$  = crescimento anual em altura contido dentro da seção;  $w_k$  = raio acumulado do anel para todos os anéis internos associados ao crescimento em altura que estão completamente ou parcialmente contidos dentro da seção (raio para o  $k$ -ésimo anel) para o  $i$ -ésimo disco;  $w_{k+1}$  = raio acumulado para o anel de crescimento  $k+1$ ;  $\Delta L$  = comprimento do crescimento anual que termina dentro da seção;  $w_j$  = raio do anel associado com o crescimento anual em altura  $(x+y)$ .

O método TARG estima a altura total a partir do incremento radial anual expressado em um associado ao da secção anterior Este método foi considerado de boa precisão conforme descrito por Kariuki (2002) e confirmado para o paricá por Corteletti, (2013).

Com os valores estimados das alturas e dos diâmetros nas idades anteriores, construiu-se o perfil longitudinal de cada árvore para melhor visualização na identificação de erros.

### 3.4. DADOS FINANCEIROS

Nas empresas em geral, os custos são divididos por operações ou setores da atividade (BREPOHL, 1980). Desta forma, foram estabelecidos centro de custos e seus respectivos valores foram levantados por meio de um questionário aplicado ao gestor dos plantios avaliados no presente estudo.

Os centros de custos estabelecidos foram: custo da terra (arrendamento); custos de implantação (sulcagem; preparo do solo com roçada para retirada da juquirá e eliminação da mato-competição; produção de mudas; plantio; replantio) custos de manutenção 1 (adubagem de cobertura, combate a formiga e mato-competição) e custos de manutenção 2 (combate a formiga e mato-competição). Na análise não foi considerada os custos da colheita e do transporte da madeira. O preço utilizado foi de R\$ 100,00 por metro cúbico da madeira em pé, o qual é utilizado na região da área de estudo para as madeiras com as dimensões consideradas no trabalho.

### 3.5 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Para identificação de possíveis erros de medição e *outliers* (dados discrepantes) foi realizada análises por meio de histogramas e gráficos de dispersão, com auxílio do *software Microsoft Excel 2010*.

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov* e homogeneidade da variância pelo teste de *Levene* com probabilidade de erro de 5%. A análise de variância foi efetuada para verificar se existe diferença entre as árvores amostradas por unidades não destrutivas (parcelas = 36 árvores médias) e por

unidades amostrais destrutivas (Anatro = 18 árvores médias). As análises foram feitas com apoio dos programas *Statistical Analysis System (SAS)*, versão 9.3, *Statistical Package for the Social Sciences versão 20*.

### 3.5.1 Análise da covariância

Foi realizada análise de covariância afim de verificar se a curva de crescimento em diâmetro em função da idade apresenta diferença estatística em nível e inclinação quando sob o fator de sítio (SB e SR) e quando sob o fator tipo da árvore (dominante ou média). Isto é, a análise de covariância verificou se a curva de crescimento em diâmetro das árvores sob diferentes fatores pode ser representada por uma mesma equação.

Desta forma, foi testada a hipótese de igualdade de inclinação e nível da função de crescimento do diâmetro em função da idade por meio do teste F, para 5% de erro. A equação utilizada foi aquela fornecida pelo procedimento de modelagem, sendo que o teste foi realizado no procedimento GLM do SAS, utilizando o modelo geral:

$$y = b_0 + b_1 * f(X) + b_2 * F_i + b_3 * X * F_i$$

Em que:  $y$  = variável dependente, o diâmetro à altura do peito;  $b_0$  = coeficiente de interceptação;  $b_1$ , 2 e 3 = coeficientes angulares;  $f(X)$  = função de  $X$ , sendo  $X$  a covariável, a idade;  $F_i$  = fator de influência, sendo um dos fatores o Sítio (SB e SR) e outro o Tipo (árvore Dg e H100).

Para análise da diferença de nível observa-se significância do valor de F para a fator ( $F_i$ ) do modelo utilizado, enquanto que para verificar a diferença de inclinação observa-se a significância do valor F para a interação do fator com a covariável ( $X * F_i$ ).

### 3.6 PROGNOSE DA PRODUÇÃO

A prognose da produção seguiu os seguintes passos: 1) modelagem do crescimento do diâmetro em função da idade; 2) modelagem da altura de inserção de copa em função do diâmetro; 3) modelagem do volume por afilamento.



### 3.6.1 Modelagem do crescimento em diâmetro

Utilizando os dados resgatados pela análise de tronco foi realizada a modelagem do crescimento do diâmetro em função da idade por meio do procedimento *Stepwise* do programa SAS (SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, 2009). Neste, o diâmetro foi inserido como a variável dependente, e a idade ( $I$ ) e suas transformações ( $1/I$ ,  $I^2$ ,  $I^3$ ,  $1/I^2$ ,  $1/I^3$ ,  $\ln(I)$ ,  $\ln(I^2)$ ,  $\ln(I^3)$ ,  $\text{Raiz}(I)$ ,  $\text{Raiz}(I^3)$ ) como variáveis independentes.

Dentro do procedimento *Stepwise*, a opção utilizada foi *FORWARD*. Na qual, o ajuste da equação inclui uma variável independente por vez, iniciando com aquela que obtiver o maior grau de correlação parcial ao nível de significância de 5% pelo teste F, sendo que a cada nova variável independente incluída no modelo é analisado a sua significância. A vantagem desta seleção é encontrar um modelo com o menor número de variáveis independentes que são relacionadas com a variável dependente (SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, 2009).

A função obtida nesta etapa foi utilizada no procedimento da análise de covariância, para verificar a influência dos fatores sítio e tipo de árvore ( $D_g$  ou  $D_{h100}$ ). Após a verificação da análise de covariância foi realizada a projeção da curva de crescimento para cada classe diamétrica, na qual foi estipulado uma amplitude de 2 em 2 cm, por ser uma das mais utilizadas em povoamentos florestais no Brasil (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2011). Para a projeção, a distribuição diamétrica utilizada foi a da idade de referência de 4 anos do povoamento de paricá.

### 3.6.2 Modelagem da altura do ponto de inserção de copa

No ajuste do modelo para estimar a altura do ponto de inserção de copa, foram consideradas como variável dependente as médias aritméticas das alturas comerciais de cada classe de  $D_{ap}$ , conforme proposto por Scolforo (2005) para reduzir a variância, e como variável independente o valor de  $D_{ap}$  referente a cada classe diamétrica. Os dados utilizados foram aqueles obtidos por amostragem não destrutiva. A equação utilizada para o ajuste foi a de Prodan, indicada por Tonini et al. (2005) para plantios puros de paricá de procedências do norte do Brasil (Acre, Pará e Rondônia). Entretanto, os autores ajustaram este modelo para estimar a

altura total, enquanto que, no presente trabalho foi adaptado para estimar a altura de inserção de copa:

$$Hic = 1,3 + \frac{Dap^2}{b0 + b1*Dap + b2*Dap^2}$$

Em que: Hic = altura de inserção de copa; Dap = Diâmetro a 1,30 m do solo; e b0, b1 e b2 = coeficientes do modelo.

Alguns trabalhos abordam a altura de inserção de copa, sendo como altura comercial, no entanto, cabe ressaltar que no caso da laminação a altura comercial nem sempre é aquela que na altura da inserção de copa, principalmente nas classes de idades menores. Pois a altura comercial para laminação é marcada pelo nível na qual o diâmetro mínimo para laminação atinge o fuste. Neste trabalho esta altura comercial para laminação foi estimada pelo modelo de afilamento com base na altura de inserção de copa estimada.

### 3.6.3 Modelagem do volume por afilamento

Para calcular o volume comercial de paricá para laminação foram ajustados os modelos de afilamento pela equação do polinômio de 5º grau (SCHÖPFER, 1966). Este modelo foi utilizado por ser apontado por diversos trabalhos com diferentes espécies como de boa estimativa e de fácil aplicação na determinação dos seus coeficientes e na integração (DRESCHER; SCHNEIDER; FINGER, 1999; FIGUEREIDO FILHO et al., 2014; MULLER, 2004; SCHNEIDER et al., 1996).

As funções utilizadas para determinação dos diâmetros (modelo 1) e alturas relativas (modelo 2) e volume (modelo 3) pelo polinômio do 5º grau, são observados na Tabela 1. Estas funções foram aplicadas para cada sítio, visto que Figueiredo Filho et al. (2014) destacam que a qualidade do sítio afeta a forma do tronco.

Para o cálculo do volume foram consideradas as dimensões requeridas conforme o mercado da região da área de estudo. Em que: sortimento 1 - toras de 2,4 m de comprimento e 15 cm de diâmetro mínimo; sortimento 2 - toras de 1,8 m de comprimento e 15 cm de diâmetro mínimo.



Tabela 1 – Equações do polinômio do 5º grau para estimar diâmetro, altura e volume total e do sortimento.

Modelo	Equação
1	$\frac{di}{Dap} = b0 + b1 * \left(\frac{hi}{Hic}\right) + b2 * \left(\frac{hi}{Hic}\right)^2 + b3 * \left(\frac{hi}{Hic}\right)^3 + b4 * \left(\frac{hi}{Hic}\right)^4 + b5 * \left(\frac{hi}{Hic}\right)^5$
2	$\frac{hi}{Hic} = b0 + b1 * \left(\frac{di}{Dap}\right) + b2 * \left(\frac{di}{Dap}\right)^2 + b3 * \left(\frac{di}{Dap}\right)^3 + b4 * \left(\frac{di}{Dap}\right)^4 + b5 * \left(\frac{di}{Dap}\right)^5$
	$V = K * \int_0^{hi} Y^2 * d_{hi}, \text{ ou}$
3	$V = K * \int_{h2}^{h1} (a_0 + a_1 * h_i + a_2 * h_i^2 + a_3 * h_i^3 + a_4 * h_i^4 + a_5 * h_i^5) * d_{hi}$

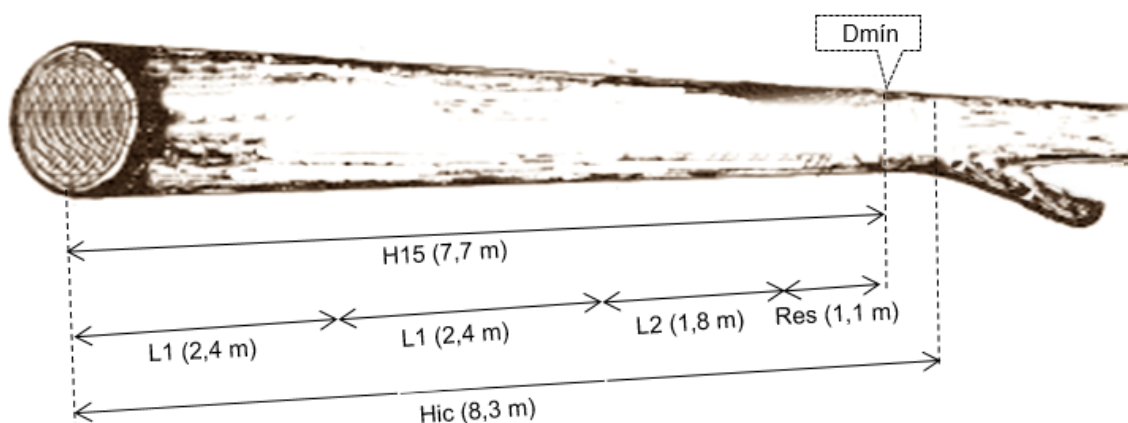
Fonte: (SCOLFORO, 2005).

Em que: K =  $(\pi^4) / 10000$ ; hi (m)= altura relativa, correspondente ao comprimento da tora; di (cm)= diâmetro a uma altura relativa hi; Dap (cm) = Diâmetro à altura do peito (1,30 m); Hic (m) = altura de inserção de copa da árvore, em metros; dhi = equação de forma de tronco redefinida, onde os coeficientes são: a0 = b0\*d; a1 = b1\*(di/hi); a2 = b2\*(di/hi<sup>2</sup>); a3 = b3\*(di/hi<sup>3</sup>); a4 = b4\*(di/hi<sup>4</sup>); a5 = b5\*(di/hi<sup>5</sup>); h1(m)= altura no início da tora aproveitável, em metros; h2 (m) = altura no fim da tora aproveitável.

Desta forma, partir dos modelos 1, 2 e 3 e utilizando as alturas obtidos da modelo de altura de inserção de copa e os diâmetros de cada classe, foram estimados para cada classe e sítio: a altura de inserção de copa (Hic) o volume na Hic (Vic); comprimento da altura aproveitável (H15), onde se encontra o Dmín (15 cm); número de toras por sortimento (N); volume aproveitável do sortimento (V); comprimento dos sortimentos (L); percentual de aproveitamento por cada sortimento (Ap); e o percentual de resíduos (Res) pela diferença da Vic com a soma do volume aproveitável dos sortimentos 1 e 2.

Sendo que, para fins de cálculo, o modelo de afilamento considerou prioritariamente o comprimento do sortimento 1, e o sortimento 2 foi considerado em segundo momento quando a possibilidade conforme a altura aproveitável (H15) no Dmín, conforme exemplo demonstrado na Figura 8.

Figura 8 – Exemplo do procedimento de cálculo do volume dos sortimentos para plantios de paricá para a laminação, em Guarantã do Norte, MT, conforme o modelo de afilamento pelo polinômio do 5º grau.



Fonte: (AUTORA).

Em que:  $D_m$  (cm) = diâmetro mínimo de 15 cm;  $H_{15}$  (m) = altura comercial, onde atinge  $D_m$ ;  $L_1$  (m) = comprimento do sortimento 1,  $L_2$  (m) = comprimento do sortimento 2,  $Res$  (m) = resíduo.

Em que a  $H_{15}$  estimada pelo modelo do polinômio de 5º a partir dos valores de diâmetro referente a classe de  $D_{ap}$  e a altura da inserção de copa ( $H_{ic}$ ) foi dada na altura de 7,70 m, neste caso, o número de toras possíveis são 2 toras para o sortimento 1, e um para sortimento 2, restando um resíduo de 1,1 m.

### 3.7 ANÁLISE DA PRODUÇÃO

Com os valores de produção em volume comercial para laminação, foram calculados os incrementos correntes anuais (ICA) e incrementos médios anuais (IMA) com o emprego das expressões (FINGER, 2006):

$$ICA = [Y_i - Y_{(i-1)}]$$

$$IMA = (Y_i / t)$$

Em que:  $Y_i$  = dimensão da variável no ano considerado;  $Y_{(i-1)}$  = dimensão da variável no ano anterior; e  $i$  = idade.

Com os valores de ICA e IMA foi realizado uma análise da idade de corte ideal considerando o ponto de maximização do crescimento. Cabe ressaltar que o intuito do trabalho não foi buscar o momento em que o ICA e o IMA se cruzam, como é frequentemente utilizado em outros trabalhos, pois, o objetivo do presente trabalho não é obter a produção em biomassa e sim a produção de madeira comercial para laminação sob as dimensões requeridas pelas empresas deste setor atualmente.

### 3.8 ANÁLISE FINANCEIRO

Schneider (2009), Rezende e Oliveira (2013) apresentam diversos critérios financeiros para análise de projetos na área florestal, dentre os quais destacam-se o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Razão Benefício Custo (RCB) e Custo Médio de Produção (CMPr). Estes critérios foram utilizados para a análise dos cenários financeiros. As expressões matemática dos critérios estão apresentadas na Tabela 2, e estes apresentam as seguintes interpretações:

- 1) VPL: determina o valor atual, no ano “zero”, de um fluxo de caixa futuro, nas quais quanto maior for o VPL mais atrativo é a alternativa. Na avaliação da viabilidade de um projeto o mesmo deve ser positivo.
- 2) TIR: é a taxa que iguala o VPL a zero, ou seja, é quando o valor atual das receitas se iguala ao valor atual dos custos. A viabilidade dos projetos é considerada nos casos em que a TIR é maior que a taxa de juros vigente no mercado. Nas quais, o maior valor de TIR entre os projetos deve ser escolhido;
- 3) RCB: refere-se ao retorno do investimento a partir da comparação entre as receitas e custos. É considerado viável financeiramente aquele projeto que apresentar valor de RCB maior que 1 e sendo mais viável quanto maior esse valor;
- 4) CMPr: é dada pela relação entre o custo total e a produção total equivalente para um mesmo período de tempo. O projeto de menor valor de CMPr deve ser escolhido em uma análise financeira. Sendo que sua viabilidade é estabelecida comparando o CMPr do projeto e o seu valor no mercado.

Tabela 2 – Critérios financeiros para avaliação dos cenários.

Critério	Fórmula	Notação
Valor presente líquido	$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^j$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>i</math> = taxa de desconto (juros);</li> <li>• <math>j</math> = período em que a receita ou o custo ocorreram (ano);</li> <li>• <math>n</math> = duração do projeto (anos);</li> <li>• <math>R_j</math> = receita no final do ano <math>j</math> ou do período de tempo (R\$/m<sup>3</sup>/ha);</li> <li>• <math>C_j</math> = custo no final do ano <math>j</math> ou do período de tempo considerado (R\$/m<sup>3</sup>/ha);</li> </ul>
Taxa interna de retorno	$TIR = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^j = \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^j$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>C_j</math> = custo no final do ano <math>j</math> ou do período de tempo considerado (R\$/m<sup>3</sup>/ha);</li> </ul>
Razão Benefício Custo	$RBC = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^j}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>n</math> = duração do período de anos.;</li> </ul>
Custo Médio de Produção	$CMP_r = \frac{\sum_{j=0}^n CT_j}{\sum_{j=0}^n QT_j}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>CT_j</math> = custo total anual (R\$/ha);</li> <li>• <math>QT_j</math> = quantidade total produzida (m<sup>3</sup>/ha).</li> </ul>

Fonte: (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Na escolha da taxa de juros ao ano (a.a.) foram consideradas as linhas de crédito disponíveis para diferentes tipos de produtores na região amazônica (onde os plantios de paricá são expressivos): agricultores familiares: 5,50% a.a. (PRONAF) e 8,75% a.a. (PROPFLORA) (MMA, 2016). E para casos de produtores que possuem recurso próprio foi considerada a taxa de juros equivalente à taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC): 13,65% a.a. (BCB, 2017).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Os resultados das análises de solo estão apresentados na Tabela 3. De acordo com a recomendação de correção e adubação para espécies perenes nativas (SOUZA; LOBATO, 2004) é possível verificar que as três áreas apresentam teores adequados de pH em água e saturação de bases (V%) para o cultivo de paricá, especialmente considerando-se que esses valores se encontram na camada mais profunda (20 a 40 cm), o que indica que os teores na cama superior devem ser mais elevados. Estudos efetuados em Latossolo Amarelo mostraram que esses valores estão dentro dos parâmetros para solos na Amazônia (OLIVEIRA, 2009; PEREIRA JÚNIOR, 2011; SILVA et al., 2016).

Tabela 3 – Teores de pH e de alguns macronutrientes e caracterização física do solo de três áreas de plantio de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, na camada de 20 a 40 cm, em Guarantã do Norte, MT.

Idade	pH <sub>água</sub>	P	K	Ca	Mg	Al	T	V	M.O.	Areia	Silte	Argila
Anos	-	mg/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>			%		g/dm <sup>3</sup>		
2	4,5	1,40	0,04	0,13	0,12	0,50	3,69	7,68	14,72	335	146	519
2	5,3	2,46	0,05	1,15	0,18	0,45	3,53	39,20	10,78	377	167	456
3	5,5	1,80	0,10	2,10	0,62	0,15	5,90	47,95	15,08	544	83	373
3	5,3	1,31	0,02	0,72	0,27	0,10	3,68	11,29	13,39	336	125	539
4	5,6	1,88	0,07	1,98	0,24	0,25	4,58	49,96	10,78	711	83	206
4	5,7	3,47	0,05	3,17	0,46	0,00	4,07	37,51	15,21	440	104	456

Fonte: (AUTORA).

Sendo: M.O = Matéria orgânica; pH<sub>água</sub> = acidez em água; P = fósforo; K = potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = alumínio; T(CTC pH 7,0) = capacidade de troca catiônica a pH 7,0.; V = saturação por bases.

Os teores de fósforo estão classificados em níveis como muito baixos nas três áreas e os teores de potássio em nível baixo (SOUZA e LOBATO, 2004) o que indica a necessidade de reposição desses nutrientes para promover o aumento da produtividade da cultura. Considerando-se que o P é um elemento de baixa mobilidade no solo, o ideal seria sua aplicação associado à alguma fonte de matéria

orgânica, que contribuísse para sua maior mobilidade no perfil do solo, permitindo que fosse absorvido pelas raízes mais profundas das árvores de paricá.

Por outro lado, o potássio apresenta alta mobilidade no solo, sendo inclusive, facilmente lixiviado (CQFS RS/SC, 2004), sendo recomendada sua aplicação em doses parceladas para ser melhor aproveitado pelas plantas.

Pereira Júnior (2011) em seu estudo em um plantio de paricá aos 6 anos de idade, implantado com espaçamento 4 x 3 m em Aurora, Pará, sobre um solo Latossolo Amarelo na camada 20 a 40 cm, encontraram valores mais elevados para os teores de P (4,59 mg/dm<sup>3</sup>), Mg (0,7 cmol/dm<sup>3</sup>) e V (58%), embora com teores mais baixos para CTC (0,70 cmol/dm<sup>3</sup>).

No estudo efetuado por Costa Filha (2005) em Latossolo Amarelo Distrófico, em Igarapé-Açú, Pará, na camada 18 a 48 cm, encontra-se a V (58%), P (265 mg/dm<sup>3</sup>), Al (0,80 cmol/dm<sup>3</sup>), Ca (4,10 cmol/dm<sup>3</sup>), CTC (7,89 cmol/dm<sup>3</sup>), Ca (4,10 cmol/dm<sup>3</sup>) com teores mais altos e os teores de H (2,50 cmol/dm<sup>3</sup>), Mg (0,40 cmol/dm<sup>3</sup>), K (0,04cmol/dm<sup>3</sup>) e S (4,59 cmol/dm<sup>3</sup>) dentro da faixa encontrados no presente estudo.

Em um estudo conduzido em Paragominas, Pará, em um plantio de paricá em iLPF sobre um solo Latossolo Amarelo textura argilosa, na camada 20 a 30 cm, observou-se teores de Ca (1,58 cmol/dm<sup>3</sup>), Al (0,33cmol/dm<sup>3</sup>), P (1,75 mg/dm<sup>3</sup>) MO (14,85 g/dm<sup>3</sup>) dentro da faixa encontrados no presente trabalho, enquanto que K (35,50 mg/dm<sup>3</sup>) teve teor mais alto (Veloso et al., 2010).

Em geral, tem-se observado que o paricá é uma cultura de baixa exigência quanto aos teores de nutrientes do solo. De acordo com Carvalho (2007), no Estado do Mato Grosso, o paricá ocorre em solos de baixa fertilidade química, com pH em torno de 4,5 e com baixos teores de potássio e fósforo.

Com relação aos resultados dos micronutrientes é possível observar, apesar da camada 20 a 40 cm, que os teores de zinco (Zn) variaram de 0,14 a 1,06 mg/dm<sup>3</sup>, cobre (Cu) de 0,37 a 0,94 mg/dm<sup>3</sup>, ferro (Fe) de 57,77 a 152, 53 mg/dm<sup>3</sup>, manganês (Mn) de 0,79 a 44,71mg/dm<sup>3</sup> e boro (B) 0,07 a 0,17 mg/dm<sup>3</sup> (Tabela 4).

Veloso et al. (2010) encontraram na camada 20 a 30 cm do solo, teores de Zn de 1,55 mg/dm<sup>3</sup>, Cu de 0,33mg/dm<sup>3</sup>, Mn de 4,50 mg/dm<sup>3</sup> e Fe de 47, 95 mg/dm<sup>3</sup>, em geral, dentro da faixa de disponibilidade encontrada no presente trabalho.

Tabela 4 – Teores de micronutrientes do solo de três áreas de plantio de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, na camada de 20 a 40 cm, em Guarantã do Norte, MT.

Idade	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	mg/dm <sup>3</sup>				
2	0,39	0,94	98,57	0,85	0,13
2	0,42	0,37	152,53	0,85	0,14
3	1,06	0,46	57,77	28,73	0,17
3	0,31	0,40	68,75	0,79	0,10
4	0,26	0,68	60,50	44,71	0,14
4	0,14	0,48	133,65	11,12	0,07

Fonte: (AUTORA).

Sendo: Zn = zinco; Cu= cobre, Fe = ferro; Mn = Manganês; B = boro.

Importante destacar que a campo, de forma geral, foi possível observar a presença de várias áreas com má drenagem e com presença de maior intensidade de vegetação competidora, onde o paricá apresentava um desenvolvimento ruim. Um fator pertinente, pois segundo Vidaurre et al. (2006) e Ribeiro (2006) o paricá não tolera solos alagados e o município de Guarantã do Norte possui elevados níveis de precipitação em época de chuva, o que leva facilmente a este cenário desfavorável neste período em terrenos de má drenagem.

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS DO POVOAMENTO

As principais variáveis dendrométricas Dg, Hg, Dh100 e H100, com seus respectivos incrementos (ICA e IMA), observados pela amostragem por unidades não destrutivas (parcelas) (Tabela 5A) e unidades destrutivas (análise de tronco) (Tabela 5B) nos plantios de paricá estão apresentadas na Tabela 5. Os perfis longitudinais foram confeccionados para facilitar a identificação de erros no processo de verificação dos diâmetros e das alturas totais a partir dos anéis anuais de crescimentos das árvores de paricá (Apêndice A).

Conforme os resultados da amostragem por parcelas, verificam-se que os plantios de paricá aos 2 anos apresenta um Dg variando de 7,29 a 12,04 cm, Hg de 7,94 a 13,10 m, Dh100 de 9,73 a 15,04 cm e H100 de 9,21 a 15,24 m.

Tabela 5– Valores de Dg, Hg, Dh100 e H100, com seus respectivos ICA e IMA, dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Guarantã do Norte, MT.

(A) Parcelas													
Sítio	Idade (anos)	Dg (cm)	Hg (m)	DH100 (cm)	H100 (m)	ICA				IMA			
						Dg (cm)	Hg (m)	Dh100 (cm)	H100 (m)	Dg (cm)	Hg (m)	Dh100 (cm)	H100 (m)
Ruim	2	7,94	7,29	9,73	9,21	-	-	-	-	3,97	3,65	4,87	4,61
	3	9,26	8,78	12,14	11,63	1,32	1,49	2,41	2,42	3,09	2,93	4,05	3,88
	4	12,68	13,95	17,49	17,69	3,42	5,17	5,35	6,06	3,17	3,49	4,37	4,42
Bom	2	12,04	13,10	15,04	15,24	-	-	-	-	6,02	6,55	7,52	7,62
	3	14,76	16,34	18,83	19,25	2,72	3,24	3,79	4,01	4,92	5,45	6,28	6,42
	4	15,40	18,03	20,66	22,00	0,64	1,69	1,83	2,75	3,85	4,51	5,17	5,50
(B) Análise de tronco													
Ruim	1	2,57	1,86	3,35	1,89	-	-	-	-	2,57	1,86	3,35	1,89
	2	5,81	6,03	6,96	6,58	3,24	4,17	3,61	4,69	2,91	3,02	3,48	3,29
	3	9,17	10,96	11,35	12,00	3,36	4,93	4,39	5,42	3,06	3,65	3,78	4,00
	4	10,82	13,46	14,35	14,72	1,65	2,50	3,00	2,72	2,71	3,37	3,59	3,68
Bom	1	3,02	3,13	3,22	3,72	-	-	-	-	3,02	3,13	3,22	3,72
	2	7,98	7,48	9,12	9,80	4,96	4,35	5,90	6,08	3,99	3,74	4,56	4,90
	3	11,47	12,15	14,35	14,61	3,49	4,67	5,23	4,81	3,82	4,05	4,78	4,87
	4	13,32	15,38	18,29	17,63	1,85	3,23	3,94	3,02	3,33	3,85	4,57	4,41

Fonte: (AUTORA).

Em que: Dg (cm) = diâmetro médio quadrático, com casca; Hg (m) = altura total média das Dg; H100 (m) = altura dominante; Dh100 (cm) = diâmetro das árvores H100, com casca; ICA (cm ou m) = incremento corrente anual; IMA (cm ou m) = incremento médio anual.

E no povoamento aos 3 anos, o Dg varia de 9,26 a 14,76 cm, Hg de 8,78 a 16,34 m, Dh100 de 12,14 a 18,83 cm e H100 de 11,63 a 19,25 m. Já aos 4 anos a Dg varia de 12,68 a 15,40 cm, Hg de 13,95 a 18,03 m, Dh100 de 17,49 a 20,66 cm e H100 de 17,69 a 22,00 m.

Enquanto que os resultados estimados pela Anatro demonstram que o plantio de paricá no primeiro ano a dimensão de Dg varia de 2,57 a 3,02 cm, Hg de 1,86 a 3,13 m, Dh100 de 3,22 a 3,35 cm e H100 de 1,89 a 3,72 m.

Sendo que aos 2 anos os valores de Dg (5,81 a 7,98 cm) Hg (6,03 a 7,48 m), Dh100 (6,96 a 9,12 cm) e H100 (6,58 a 9,80 m) obtidas pela Anatro demonstram valores inferiores a faixa observada na amostragem. Enquanto que aos 3 anos, os plantios de paricá apresentam pela Anatro o Dg (9,17 a 11,47 cm), Hg (10,96 a



12,15 m), e H100 (12,00 a 14,61m) com valores dentro da faixa encontrada na amostragem, exceto para Dh100 (11,35 a 14,35 m) que foi menor.

E aos 4 anos o Dg (10,82 a 13,32 cm), Dh100 (14,35 a 18,29 m); e H100 (14,72 a 17,63 m) também variam em intervalos mais baixos do que a amostragem, porém a Hg (13,46 a 15,38 m) se apresenta dentro da faixa observada da amostragem.

Com relação a esta diferença, é verificado pela análise de variância entre os valores de Dg e médias das alturas totais obtidas pelas parcelas e Anatro mostram que não houve diferença estatística a 5 % de erro (Tabela 6). Este fato sugere que os parâmetros estimados pela amostragem em povoamentos independentes representam o crescimento dos paricás, demonstrados pela Anatro.

Tabela 6 – Análise de variância entre os diâmetros e as alturas totais obtidas por parcela temporária e análise de tronco, dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT.

A1: Análise de variância do diâmetro						
FV	SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico
Entre grupos	22,7143	1	22,7143	3,6440	0,0618	4,0266
Dentro dos grupos	324,1352	52	6,2334			
Total	346,8495	53				
A2: Análise de variância da altura total						
FV	SQ	GL	MQ	F	Valor-P	F crítico
Entre grupos	47,8410	1	47,8410	3,1514	0,0817	4,0266
Dentro dos grupos	789,4003	52	15,1808			
Total	837,2413	53*				

Fonte: (AUTORA).

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado para a variável dependente; Valor-P = probabilidade de erro; F crítico: valor de F tabelado a 5 % de significância. \*Das 36 árvores médias de cada parcela e 18 árvores médias da análise de tronco entre o sítio ruim e bom

Em um estudo realizado por Santos (2012) em povoamentos de paricá implantados em Dom Eliseu e Paragominas, Pará, com espaçamento 3 x 3, verificou-se valores do Dg aos 2 (10,20 cm), 3 (14,20 cm), 4 (15,40 cm) e 5 (15,60 cm) anos de idade dentro do intervalo observado no presente trabalho para respectivas idades.

Enquanto que Cordeiro (2007) em seu estudo em um plantio de Paricá com 3 anos de idade, implantando com espaçamento 4 x 3 m em Aurora, Pará,

encontraram valores médios de altura total (6,64 m) e Dap (7,75 cm) inferiores ao intervalo verificado no presente estudo para a mesma idade.

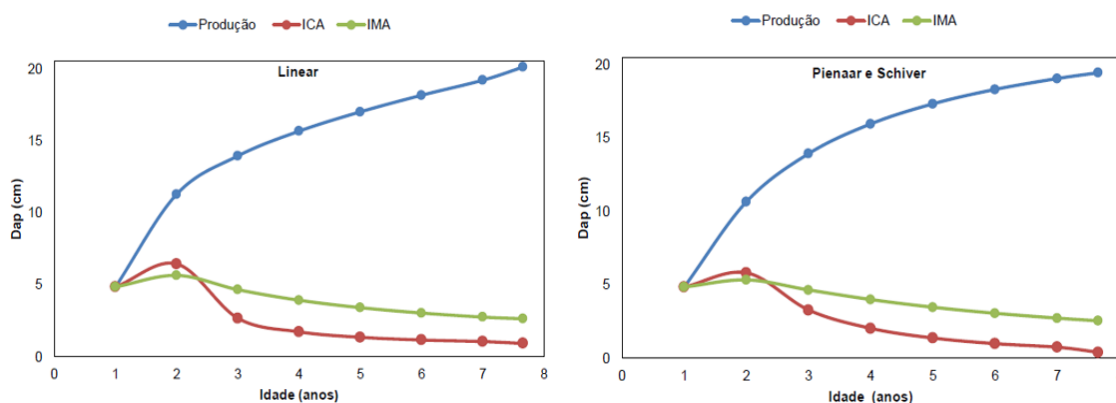
Com relação ao ICA em Dg, Hg, Dh100 e H100 verifica-se um pico de maximização, como preconizado para uma curva de ICA, entre 3º (Anatro) e o 4º (parcela) ano no SR, enquanto que no SB ocorre entre o 2º (Anatro) e o 3º (parcela) ano, evidenciando novamente o atraso de crescimento do SR, com relação ao SB.

Apesar dos povoamentos apresentarem pouca idade para que haja este pico, outros autores já mencionaram que o fato do paricá ser uma espécie pioneira tende a atingir o seu ciclo de forma mais cedo do que as outras espécies madeireiras não-pioneiras (SILVEIRA, 2014; CARVALHO 2007).

Corteletti (2013), em um estudo do crescimento e produção de um plantio de paricá com espaçamento 4 x 4 m, implantados em Paragominas e Ulianópolis, Pará, também observou que um ponto de máxima de incremento em Dg ao 2º ano, nas quais nos anos seguintes houve decréscimo da mesma (Figura 9). Tal resultado observado pelo autor é semelhante ao comportamento observado para os ICA das variáveis no presente trabalho entre 2º e o 3º ano no SB.

Já no SR (na parcela), o comportamento do incremento ainda ser crescente entre o 3º para o 4º ano pode ser justificada pelo fato de que o pico de ICA, seguida do seu decréscimo, ainda não ter ocorrido devido ao atraso do crescimento neste sítio.

Figura 9 – Curvas de produção em diâmetro, incremento corrente anual em diâmetro (ICA) e incremento médio anual em diâmetro (IMA) por meio do modelo Linear e modelo Pienaar e Schiver de plantios de paricá sob espaçamento 4 x 4 m, em Paragominas e Ulianópolis, Pará.



Fonte: (CORTELETTI, 2013).

Com relação aos valores de IMA em Dg observados por Corteletti (2013), percebe-se que estão dentro da amplitude observada entre o SB e SR, com maior semelhança ao SB. Além disso, a curva de crescimento de IMA em Dg obtida pelo mesmo autor, tem comportamento semelhante no SB, na qual, apresenta-se redução no decorrer dos anos.

Por outro lado, Miranda et al. (2016), estudando o crescimento e produção de plantios de Paricá, implantados com espaçamento 3 x 2 e 4 x 3 Sinop, MT, observou valores de ICA e IMA em altura e diâmetro mais próximos aos SR do presente estudo, como observado na Tabela 7.

Tabela 7– Avaliação do crescimento do paricá em dois sítios com espaçamento de 4 x 3 e 3 x 3 m em Sinop, MT.

Espaçamento	Idade	Dap (cm)	ICA em Dap (cm)	IMA em Dap (cm)	Ht (m)	ICA em Ht (m)	IMA em Ht (m)
4 x 3	1	3,73	3,73	4,80	4,80	4,80	
	2	6,03	2,3	3,01	8,55	3,75	4,28
	3	8,53	2,5	2,84	11,8	3,33	3,96
	4	10,56	2,04	2,64	15,05	3,18	3,76
3 x 2	1	3,08	3,08	3,08	4,60	4,60	4,60
	2	4,9	1,83	2,45	6,95	3,48	3,48
	3	6,89	1,99	2,3	9,63	3,21	3,21
	4	8,53	1,64	2,13	11,38	2,84	2,84

Fonte: (ADAPTADO DE MIRANDA et al., 2016).

Sendo que: Dap = diâmetro a 1,30 m do solo; ICA = incremento médio anual; IMA = incremento médio anual; Ht = altura total.

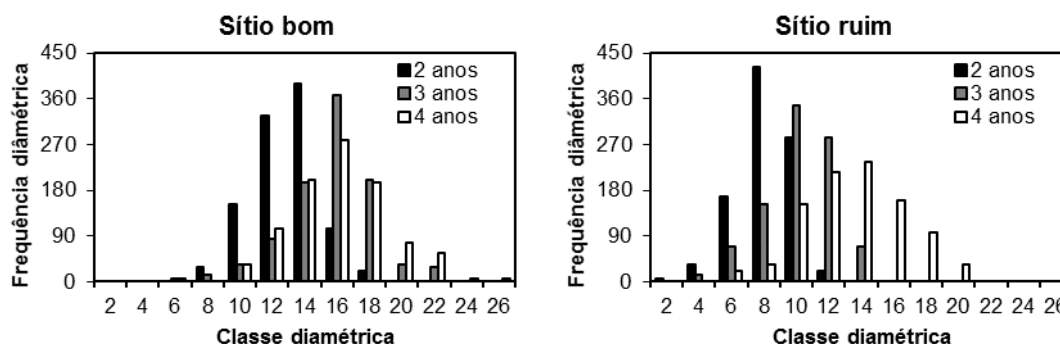
Todas estas variações sobre as características dendrométricas, conforme demonstrado pelos resultados e a literatura, ocorrem em função da variação do material genético da espécie, idade, espaçamento do plantio, além das influências externas do ambiente como o clima, qualidade do solo, precipitação e entre outros que se distinguem sobre as diferentes áreas de estudo dos trabalhos citados.

### 4.2.1 Distribuição diamétrica

As classes diamétricas construídas com intervalos de 2 em 2 cm (Figura 10), mostram que os dados seguem uma distribuição normal, confirmada pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, a 5% de probabilidade.

O SB apresenta a distribuição diamétrica dos indivíduos nas classes de 6 até 26 cm. Enquanto que SR apresentou nas classes de 2 a 20 cm. Com o avanço da idade é observada o deslocamento do ponto de máxima frequência nos sítios, exceto o 3º e o 4º ano no SB, que apresentam o ponto de máxima na mesma classe, a de 16 cm.

Figura 10 – Distribuição da frequência diamétrica dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT.



Fonte: (AUTORA).

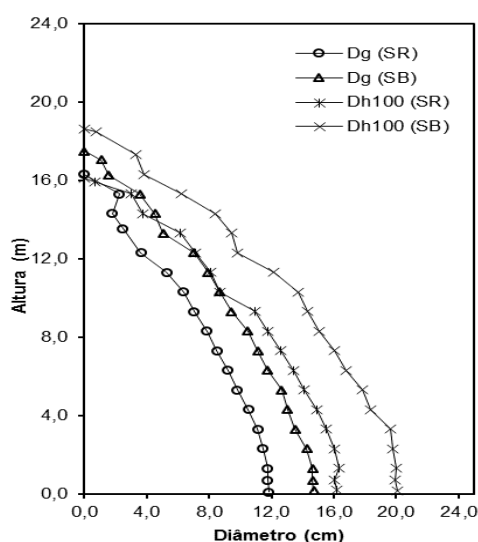
De acordo com Soares; Paula Neto; Souza (2012), uma floresta equiânea tende a uma distribuição normal e pode apresentar diferentes configurações em função da idade e da capacidade produtiva local. Assim, tal fato pode ser observado na distribuição de frequência dos povoamentos do presente estudo. Bem como todos os motivos já mencionadas para as características dendrométricas tem influência sobre a mesma.

### 4.3 CUBAGEM

Os perfis longitudinais das árvores selecionada por serem médias ( $D_g$ ) e dominantes ( $D_{h100}$ ) de cada sítio são demonstrados na Figura 11. Observa-se que

as árvores de Dg variaram de altura total média de 16,30 a 18,80 m e Dap médio de 11,76 a 14,73 cm. Já as árvores dos Dh100 a altura total média variou de 17,30 a 21,65 m, e Dap médio de 17,75 a 20,9 cm. Vale ressaltar que os diâmetros e as alturas da cubagem são relativamente maiores aos da Anatro pelo fato da mensuração da cubagem terem sido realizadas nas árvores com casca e úmidas em campo, e por ainda considerarem aquele último incremento que não é anual.

Figura 11 – Perfil com as médias dos valores de cubagem das árvores do Dg e Dh100 dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, aos 4 anos de idade, no sítio bom e ruim, em Garantã do Norte, MT.



Fonte: (AUTORA).

Em que: Dg = diâmetro médio quadrática; Dh100 = diâmetro da árvore de altura dominante; SB = sítio bom; SR = sítio ruim.

Pode-se perceber pelo perfil das árvores que a diferença em diâmetro (Dap 11,76 a 20,9 cm) teve maior variação do que em altura (16,30 a 21,65 m). Sendo que as árvores Dg do SB, e as Dh100 do SR apresentam a variação do diâmetro nas diferentes alturas com valores semelhantes.

Observando o perfil das árvores do presente estudo, é verificado que as árvores dominantes (Dh100) apresentaram-se uma forma um tanto mais cônicas do que as árvores do Dg. Tal fato, pode estar relacionado com relação a variação do material genético e os nutrientes no solo onde estavam localizados, bem como erros de medição.

## 4.4 MODELOS AJUSTADOS

### 4.4.1 Crescimento em diâmetro em função da idade

O modelo de crescimento do diâmetro ajustado pela Stepwise ( $Dap = b_0 + b_1 \sqrt{I}$ ) apresenta apenas uma única variável independente ( $\sqrt{I}$ ) significativa ao nível de 5% de probabilidade. Este modelo apresenta um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,8404 e o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ) de 0,8341 para explicação dos dados, com erro padrão da estimativa ( $Syx$ ) de 1,8572 (cm), indicando boa estimativa, apesar do erro padrão em percentagem ( $Syx\% = 20,47\%$ ) ter sido alto (Tabela 8). Observa-se que o alto valor de  $Syx\%$  é dada pelo fato do povoamento de paricá apresentarem alta variação entre as árvores médias e dominantes nas diferentes idades.

Corteletti (2013) conduzido em um plantio de paricá com espaçamento 4 x 4 m, aos 7 anos de idade, implantados em Paragominas e Ulianópolis, Pará, ajustou o modelo exponencial ( $dap = \exp(3,2194 \pm 1,6641 \frac{1}{I})$ ) e o logístico ( $dap = \frac{19,8227}{1 + 5,7328 \exp(-0,8709 I)}$ ) para o crescimento do diâmetro ( $Dap$ ) em função da idade ( $I$ ) e apresentou estimativas um pouco inferiores aos observado no presente estudo com relação ao  $R^2$  (0,7359 e 0,7242) e ao  $Syx$  (2,96 e 3,02 cm), mas com relação ao  $Syx\%$  (19,21 e 19,63 %) observou-se percentuais semelhantes aos que foram observados no presente estudo. Neste estudo o autor selecionou o modelo Exponencial como de melhor estimativa.

Corteletti (2013) enfatiza que estes altos valores de  $Syx\%$  em ajustes de suas equações do diâmetro em função da idade para o paricá, pode ser explicado, novamente, pelo fato da espécie não apresentar um melhoramento genético, mostrando assim, alta variação entre os diâmetros nas diferentes idades. De tal modo, que a função é afetada por utilizar apenas uma única variável independente (idade). Desta forma, o autor conclui que nestas situações são difíceis de alcançar valores baixos de  $Syx\%$  pelo fato deste parâmetro estatístico estar intimamente relacionado com a diferença entre os valores observados e estimados da função.

Tabela 8 – Análise de variância e os coeficientes do modelo de crescimento em diâmetro em função da idade ( $D = b_0 + b_1 \sqrt{I}$ ) dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Guarantã do Norte, MT.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob. >F
Modelo	1	856,89041	856,89041	248,43	<0,0001
Resíduo	46	158,66451	3,44923		
Total	47	1015,55492			
R <sup>2</sup> ajust. = 0,8341					
Parâmetro	Coeficiente	Erro padrão	Type II SS	F	Prob. >F
B0	-8,34339	1,13699	185,73357	53,85	<0,0001
B1	11,33417	0,71910	856,89041	248,43	<0,0001

Fonte: (AUTORA).

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado para a variável dependente; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

No entanto, em outro estudo realizado em Dom Eliseu e Paragominas, Pará, em um plantio puro de paricá com espaçamento 3 x 3 m, ajustou o modelo de logístico ( $Dq = \frac{15,799}{1 + 9,889 e^{(-0,123 * I)}}$ ) e Schumacher ( $Dq = 19,97 - 229,27 \left(\frac{1}{I}\right)$ ) para o crescimento do diâmetro quadrático (Dq) em função da idade (I) e os modelos obtiveram-se melhores estimativas do que os observado no presente estudo com R<sup>2</sup> (0,9000 e 0,8640) e de Syx% (4,9 e 6,2 %), sendo selecionado o modelo logístico como de melhor desempenho (SANTOS 2012).

#### 4.4.1.1 Análise de covariância

Utilizando o modelo gerado na Stepwise foi observado pela análise de covariância que a curva de crescimento em diâmetro sobre os fatores sítio e idade tiveram uma inclinação distinta (Tabela 9), indicando taxas de crescimento diferentes, uma vez que a interação entre a idade e sítio apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade.

A mesma interpretação ocorreu para análise da curva de crescimento em diâmetro sobre a interação da idade e tipo de árvore (Tabela 10). Nas quais, a taxas de crescimento foram diferentes, pelo fato dessa interação apresentar diferença significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 9 – Análise de covariância do modelo de crescimento em diâmetro ( $d = b_0 + b_1 \sqrt{I} + b_2 \text{Sítio} + b_3 \sqrt{I} \cdot \text{Sítio}$ ) para verificar a diferença em nível e inclinação entre os sítios bom e ruim dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Garantã do Norte, MT.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob. >F
Modelo	3	922.164770	307.388257	144.82	<.0001
$\sqrt{I}$	1	856.8904076	856.8904076	403.72	<.0001
Sítio	1	4.3119348	4.3119348	2.03	0.1611 <sup>ns</sup>
$\sqrt{I} \cdot \text{Sítio}$	1	14.8904186	14.8904186	7.02	0.0112
Resíduo	44	93.390152	2.122503		
Total	47	1015.554922			

Fonte: (AUTORA).

Em que: I = idade; Tipo= tipos de árvores: (1) média e (2) dominante. FV= fonte de variação; GL= grau de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio; F= valor de F calculado para a variável dependente; Prob.>F=nível de probabilidade de erro; ns = não significativo a 5% de erro.

Tabela 10 – Análise de covariância do modelo de crescimento em diâmetro ( $d = b_0 + b_1 \sqrt{I} + b_2 \text{Tipo} + b_3 \sqrt{I} \cdot \text{Tipo}$ ) para verificar a diferença em nível e inclinação entre os sítios bom e ruim dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Garantã do Norte, MT.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob. >F
Modelo	3	932.950385	310.983462	165.65	<.0001
$\sqrt{I}$	1	856.8904076	856.8904076	456.43	<.0001
Tipo	1	8.6044832	8.6044832	3.58	0.0579 <sup>ns</sup>
$\sqrt{I} \cdot \text{Tipo}$	1	22.9156496	22.9156496	12.21	0.0011
Resíduo	44	82.604537	1.877376		
Total	47	1015.554922			

Fonte: (AUTORA).

Em que: I = idade; Tipo= tipos de árvores: (1) média e (2) dominante. FV= fonte de variação; GL= grau de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio; F= valor de F; ns = não significativo a 5% de erro.

Mediante a estes resultados, foi ajustada uma modelo para cada classe de diâmetro, apresentando o mesmo coeficiente de interceptação ( $b_0 = -8,3434$ ) e com o ajuste do coeficiente de inclinação, conforme a cada classe de diâmetro, na quais demonstraram uma diferença de inclinação de 1 cm a cada classe (Tabela 11). Observa-se que o coeficiente de interceptação utilizado foi aquela obtida pela análise de covariância. Sendo que tal coeficiente não apresenta diferença estatística a erro de 5 % por esta análise entre os fatores considerados.



Tabela 11 – Equações de crescimento em diâmetro para cada classe de Dap dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, Guarantã do Norte, MT.

Classe de Dap	Equação
2	$D = -8,3434 + 5,1717 \sqrt{I}$
4	$D = -8,3434 + 6,1717 \sqrt{I}$
6	$D = -8,3434 + 7,1717 \sqrt{I}$
8	$D = -8,3434 + 8,1717 \sqrt{I}$
10	$D = -8,3434 + 9,1717 \sqrt{I}$
12	$D = -8,3434 + 10,1717 \sqrt{I}$
14	$D = -8,3434 + 11,1717 \sqrt{I}$
16	$D = -8,3434 + 12,1717 \sqrt{I}$
18	$D = -8,3434 + 13,1717 \sqrt{I}$
20	$D = -8,3434 + 14,1717 \sqrt{I}$
22	$D = -8,3434 + 15,1717 \sqrt{I}$
24	$D = -8,3434 + 16,1717 \sqrt{I}$
26	$D = -8,3434 + 17,1717 \sqrt{I}$

Fonte: (AUTORA).

Em que: Dap = diâmetro à altura do peito.

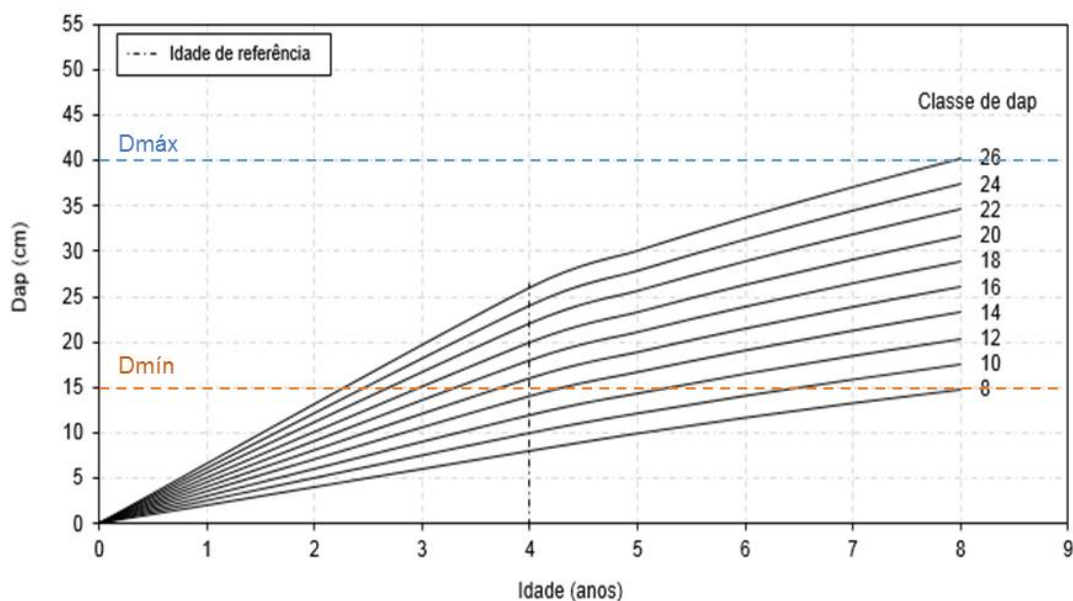
Analisando o crescimento em diâmetro da maior classe de Dap (26 cm) da idade de referência de 4 anos verifica-se que o povoamento aos 8 anos atingi um valor acima do diâmetro máximo (Dmáx) requerido pelas empresas de laminação (40 cm) (Figura 12). Desta forma, no intuito de promover os maiores aproveitamentos dos indivíduos dos povoamentos analisados, o presente trabalho optou-se por efetuar a prognose da produção em volume para laminação até aos 7 anos de idade.

Sendo que nesta idade, é observada que a última classe que atingi o diâmetro mínimo (Dmín) de 15 cm, se refere à classe de Dap de 10 cm. Assim, para o cenário de produção foram desconsideradas as projeções das distribuições das classes inferiores à de 10 cm do presente cenário. Ou seja, o cenário de produção considerou-se apenas as distribuições que, quando projetadas à idade de 7 anos, se enquadravam entre das classes do Dmáx e Dmín requeridas pelas empresas de laminação.

Vale recordar que estas distribuições precisam ser desconsideradas, pelo motivo que se forem consideradas poderão apresentar superestimavas para as

produções de paricá para laminação, e possivelmente comprometer alguma análise de decisões sobre este povoamento.

Figura 12 – Projeção das classes diamétricas a partir da idade de referência de 4 anos do plantio de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Guarantã do Norte, MT.



Fonte: (AUTORA).

Em que: Dmáx = diâmetro máximo para laminação de toras de paricá (40 cm); Dmín = diâmetro mínimo para laminação de toras de paricá (15 cm).

Os números de árvores por hectare desconsiderados da análise podem ser observados na (Tabela 12). Conforme tal valor, foi verificado um percentual, com relação ao número total de árvores aos 4, 5, 6 e 7 anos, de 69, 45, 22, 6% para o SR, e 36, 15, 1 e 1%, para SB, nas respectivas idades.

Tal percentual, representa um significativo valor de indivíduos abaixo do diâmetro mínimo nas menores idades dos cenários, sendo reduzido conforme o aumento da idade, pelo fato das árvores crescerem e migrarem de classes, como já era esperado.

Pode-se considerar que as classes de Dap entre 6 e 8 cm que não alcançaram o diâmetro mínimo de 15 cm aos 7 anos, tanto no SR quanto no SB, seriam aquelas ideais aos 4 anos para que fossem desbastadas, afim de favorecer o crescimento das as das classes superiores (acima de 10 cm), em função da liberação de maior espaço de desenvolvimento para estas.

Tabela 12 – Número de árvores por hectare projetados para cada classe de diâmetro nas idades futuras a partir da idade de referência de 4 anos, dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, no sítio bom e ruim, em Guarantã do Norte, MT.

Classe de Dap	Sítio Ruim				Sítio Bom			
	4 anos*	5 anos**	6 anos**	7 anos**	4 anos*	5 anos**	6 anos**	7 anos**
2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	21	0	0	0	7	0	0	0
8	35	21	0	0	0	7	0	0
10	153	35	21	0	35	0	7	0
12	215	153	35	56	104	35	0	7
14	236	215	153	0	201	104	0	0
Total (A)	660	424	208	56	347	146	7	7
16	160	0	0	153	278	201	35	35
18	97	396	215	0	194	0	104	0
20	35	0	236	215	76	278	201	104
22	0	97	160	236	56	194	278	201
24	0	35	97	160	7	76	194	278
26	0	0	35	0	7	56	0	0
28	0	0	0	97	0	7	76	194
30	0	0	0	35	0	7	56	76
32	0	0	0	0	0	0	7	56
34	0	0	0	0	0	0	7	0
36	0	0	0	0	0	0	0	7
38	0	0	0	0	0	0	0	7
40	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (B)	292	528	743	896	618	819	958	958
Total (A+B)	951	951	951	951	965	965	965	965

Fonte: (AUTORA).

Em que: Dap = diâmetro a 1,30 m de altura; Total (A) = total de número de indivíduos a baixo da classe de 15 cm dos povoamentos de paricá em diferentes idades e sitio; Total (B) = total de número de indivíduos entre as classes de 15 e 40 cm dos povoamentos de paricá em diferentes idades e sitio; Total (A+B) = total de número de indivíduos dos povoamentos de paricá em diferentes idades e sitio.

\* frequência diamétrica observado. \*\* frequência diamétrica projetada.

Com relação ao número de indivíduos que atingiram as classes de Dap acima do Dmín aproveitável aos sortimentos para laminação, a diferença entre o SR e SB foi 53, 36, 22 e 7%, aos 4, 5, 6 e 7 anos, sendo menores conforme o aumento da idade.

Tal diferença, demonstra a importância da subdivisão por sítios em análise da distribuição diamétrica dos povoamentos, uma vez que assim foi possível garantir que os ingressos dos números de árvores para as classes de aproveitamento à

laminação ocorressem conforme números distintos e característicos para cada tipo de sítios.

Arce (2004), também ressalta a importância da distribuição diamétrica, por ser, conforme o autor, uma ferramenta simples e ao mesmo tempo relevante, nas quais são capazes de caracterizar a estrutura de uma floresta, trazendo informações valiosas para análise tanto para fins econômico, quanto para fins biológico devido a sua relação com sítio, composição do povoamento, a idade e a densidade.

Assim, cabe ressaltar a importância da avaliação destas distribuições para estudos de prognose de crescimento e produção para plantios de paricá para fins de laminação, afim de considerar, conforme estimativas, apenas as classes de interesse. De tal modo que seja possível uma estimativa do volume aproveitável para laminação de forma mais realista ao final de uma rotação.

#### 4.4.2 Estimativa da altura de inserção de copa

O ajuste do modelo de altura de inserção de copa em função do Dap apresenta um o erro padrão da estimativa (Syx) de 0,5872 a 0,6901 m, e o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ) de 0,9666 a 0,9527 para o povoamento em SR e SB, respectivamente, indicando boa precisão estatística (Tabela 13).

Tabela 13 – Coeficientes e critérios estatísticos das equações de altura de inserção de copa em função do diâmetro ajustadas para os plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em um sítio ruim e bom, em Guarantã do Norte, MT.

Sítio	B0	B1	B2	Syx (m)	Syx (%)	$R^2_{aj}$ .
Ruim	20,92229	-1,7113	0,123268	0,5872	6,47	0,9666
Bom	7,535934	0,0109	0,064825	0,6901	6,51	0,9527

Fonte: (AUTORA).

Em que: B0, B1, B2 = coeficientes do modelo; Syx (m) = erro padrão da estimativa; Syx (%) = erro padrão relativo;  $R^2_{aj}$ . = coeficiente de determinação ajustado.

Em plantios de paricá na região norte do país, Tonini et al. (2005), utilizaram a mesma equação de Prodram para a estimativa da altura total em função do Dap e apresentaram estatísticas ( $R^2_{aj}$  de 0,9500 e Syx% de 5,47) próximos aos obtidos no presente estudo. Demonstrando assim, que esta equação foi eficiente para estimar

tanto a altura total quanto à altura de inserção de copa em função do Dap para o paricá.

Observa-se que o modelo utilizado neste estudo para estimativa da altura de inserção de copa (Prodan), é um modelo quadrático ( $H_c = 1,3 + \frac{Dap^2}{b_0 + b_1 * Dap + b_2 * Dap^2}$ ), desta forma, apresenta tendência decrescente após atingir o ponto de máxima assíntota. Assim, foi fixado (truncado) o valor de altura de inserção de copa média quando esse ponto foi alcançado (Tabela 14).

Tabela 14 – Estimativa da relação da altura de inserção de copa para cada classe de Dap em plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio bom e ruim, em Guarantã do Norte, MT.

Altura de inserção de copa (m)	Classe de Dap (cm)													
	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Sítio Ruim	10,6	11,5	12,1	12,4	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
Sítio Bom	10,9	11,8	12,6	13,2	13,7	14,1	14,4	14,7	14,9	15,1	15,3	15,4	15,5	15,5

Fonte: (AUTORA).

Em que: Dap = diâmetro a 1,30m do solo.

Importante observar que alguns autores (CORTELETTI, 2013; MANESCHY; VEIGA; SANTANA, 2009) se referem como altura comercial para o paricá para a aquela, considerada no presente estudo como a altura de inserção de copa.

Em um estudo conduzido em um plantio de paricá com espaçamento 4 x 4 m, aos 7 anos de idade, em Paragomias e Ulianópolis, Pará, mensurou-se árvores entre as classes de Dap de 15 e 21 cm uma altura comercial [ou inserção de copa] (5,3 a 9,3 m) menores com relação as estimadas para as classes de Dap correspondentes do presente estudo (aproximadamente 11,5 a 13,2 m) (CORTELETTI, 2013). Entretanto, no mesmo estudo, as classes de Dap entre 21 a 29 cm demonstraram um intervalo destas alturas (13,3 a 17,3 m) maiores aos que estimados no presente estudo (12,6 a 14,9 m).

Essa relação distinta do presente estudo ao encontrado por Corteletti (2013) pode ser explicada por fatores como diferença da procedência do material genético e do meio da qual os plantios estão localizados, como por exemplo, a diferença da qualidade do sítio entre as áreas dos trabalhos.

Maneschy; Veiga; Santana (2009) estudando o crescimento de paricá em sistema silvipastoril com quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle.) Schweick), sob espaçamento de 4 x 4 m, observaram nos sistemas com idade de 5 (Castanhal, PR), 9 (São Miguel do Guamá, PR) e 10 (Nova Timboteua, PR) anos, os respectivos Dap de 19,62, 18,61 e 18,11 cm com relação as seguintes alturas comerciais [ou inserção de copa] de 13,31, 13,10 e 13,06 m. Apesar das idades serem mais avançadas do que o presente estudo, a relação da altura de inserção de copa com o Dap foram próximas as estimadas no presente estudo.

#### 4.4.3 Volume por afilamento

Os resultados dos modelos ajustados para o diâmetro relativo (modelo 1) e a altura relativa (modelo 2), com base no polinômio do 5º grau, apresentou um Syx de 0,0450 a 0,0883 e o R<sup>2</sup>aj de 0,8878 a 0,9146, indicando boa precisão estatística para descrever o afilamento dos indivíduos de paricá nos SR e SB, conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – Estimativa do diâmetro e alturas relativas, pelo polinômio do 5º grau, dos indivíduos dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, aos 4 anos de idades, no sítio bom e ruim, em Guarantã do Norte, MT.

Sítio	Modelo	B0	B1	B2	B3	B4	B5	Syx (m)	R <sup>2</sup> aj.
Ruim	1	0,992	0,0619	0,0459	-3,9725	6,6684	-3,3378	0,0883	0,9057
	2	7,9137	-18,4068	-24,5778	124,4028	-137,7123	48,4833	0,0450	0,899
Bom	1	0,9818	0,5116	-4,1328	8,5776	-8,669	3,2308	0,0850	0,9146
	2	6,752	-40,5037	107,0099	-133,3696	76,9053	-16,6939	0,0510	0,8878

Fonte: (AUTORA).

Em que: modelo 1 = diâmetros relativos ( $d_i / D_{ap}$ ); modelo 2= altura relativas ( $h_i / H_{ic}$ ); b0, b1, b2, b3, b4 e b5 = coeficientes do modelo; Syx = erro padrão da estimativa; R<sup>2</sup>aj. = coeficiente de determinação ajustado.

As precisões encontradas na estimativa do diâmetro à altura relativas pelo polinômio do 5º grau para o paricá, seguem estatísticas próximas aos encontradas em outras espécies, como para *Eucalyptus urophylla* aos 10 anos de idade implantados em um espaçamento 3 x 2 m, em Mineiros, Goiás (Sxy = 0,08418; Syx% = 11,1866; e R<sup>2</sup>aj = 0,9498) (LEITE et al., 2011), e para *Pinus elliottii* Engelm (R<sup>2</sup> = 0,9800; Syx = 0,0500), aos 17 anos em um espaçamento inicial de 3 x 2

metros, município de Cachoeira do Sul, Rio grande do Sul, que sofreram desramas e desbastes (DRESCHER; SCHNEIDER; FINGER, 1999).

Por meio dos modelos de diâmetro e altura relativa pelo polinômio do 5º grau, e o modelo de altura de inserção de copa, foram estimados os sortimentos individuais para cada classe de Dap em SR (Tabela 16) e SB (Tabela 17).

Tabela 16 – Sortimento individual para laminação de cada classe de Dap, em sítio ruim dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Guarantã do Norte, MT.

CD (cm)	Hic (m)	Vic (m³)	H15 (m)	Sortimento 1				Sortimento 2				Res (%)
				N	L (m)	V (m³)	Ap (%)	N	L (m)	V (m³)	Ap (%)	
16	11,5	0,1619	3,4	1	2,4	0,0475	29	0	0	0,0000	0	71
18	12,1	0,2152	6,9	2	4,8	0,1155	54	1	1,8	0,0344	16	30
20	12,4	0,2729	8,7	3	7,2	0,1989	73	0	0	0,0000	0	27
22	12,6	0,3346	9,5	3	7,2	0,2415	72	1	1,8	0,0403	12	16
24	12,6	0,3999	10,0	4	9,6	0,3497	87	0	0	0,0000	0	13
26	12,6	0,4688	10,7	4	9,6	0,4102	88	0	0	0,0000	0	12
28	12,6	0,5412	11,6	4	9,6	0,4749	88	1	1,8	0,0464	9	4
30	12,6	0,6213	12,6	5	12,0	0,6117	98	0	0	0,0000	0	2
32	12,6	0,7069	12,6	5	12,0	0,6960	98	0	0	0,0000	0	2
34	12,6	0,7981	12,6	5	12,0	0,7857	98	0	0	0,0000	0	2
36	12,6	0,8947	12,6	5	12,0	0,8808	98	0	0	0,0000	0	2
38	12,6	0,9969	12,6	5	12,0	0,9814	98	0	0	0,0000	0	2
40	12,6	1,1046	12,6	5	12,0	1,0875	98	0	0	0,0000	0	2

Fonte: (AUTORA).

Em que: Sortimento 1 = toras de 2,4 m de comprimento e 15 cm de diâmetro mínimo; Sortimento 2 = toras de 1,8 m de comprimento e 15 cm de diâmetro mínimo; CD = classe de diâmetro à 1,30 do solo; Hic = altura de inserção de copa; Vic = volume até a Hic; H15 = altura comercial para laminação, relativa ao ponto onde o diâmetro do fuste atinge 15 cm; N = número de toras; L = comprimento aproveitável do fuste para o sortimento 1 e 2; V = volume aproveitável do fuste para o sortimento 1 e 2; Ap = aproveitamento do volume do sortimento 1 e 2 com relação ao Vic; Res = percentual do resíduo (diferença da Vic com a soma do volume aproveitável dos sortimentos 1 e 2).

Conforme o resultado da produção por sortimento observa-se que para o sortimento 2 foram poucos números de toras, e conseqüentemente a produção em volume, referentes a esta categoria, apresentando percentual aproveitável em volume variando de 0 a 16% no SR e 0 a 9% SB. Enquanto que o sortimento 1 apresentou aproveitamento variando de 29 a 98% no SR e semelhante no SB.

O percentual de resíduo (Res), de forma geral, reduziu com o aumento da classe de Dap devido a altura aproveitável (H15) também ser maior e assim incluir maior número de toras. Conseqüentemente, aumentando aproveitando do fuste até

a altura da inserção de copa (Hic). No entanto, em alguns casos o resíduo é maior nas classes seguintes de Dap, como por exemplo, a classe de Dap 30 (9%), para a 32 (10%) do SB. Isto ocorre pelo fato da classe de 32 apresentar mesma H15, do que a classe anterior, porém, com um maior diâmetro na altura não aproveitável (comprimento entre H15 e Hic), fazendo com que volume (Vic) desta seja maior do que a classe anterior, e assim cause o aumento do resíduo desta classe.

Tabela 17 – Sortimento individual para laminação de cada classe de Dap, em sítio bom dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Guarantã do Norte, MT.

CD (cm)	Hic (m)	Vic (m³)	H15 (m)	Sortimento 1				Sortimento 2				Res (%)
				N	L (m)	V (m³)	Ap (%)	N	L (m)	V (m³)	Ap (%)	
16	11,8	0,1614	3,0	1	2,4	0,0475	29	0	0	0,0000	0	71
18	12,6	0,2172	6,4	2	4,8	0,1140	52	0	0	0,0000	0	48
20	13,2	0,2809	8,9	3	7,2	0,1972	70	0	0	0,0000	0	30
22	13,7	0,3524	10,5	4	9,6	0,2951	84	0	0	0,0000	0	16
24	14,1	0,4317	11,5	4	9,6	0,3548	82	1	1,8	0,0383	9	9
26	14,4	0,5185	12,2	5	12,0	0,4790	92	0	0	0,0000	0	8
28	14,7	0,6128	12,6	5	12,0	0,5606	91	0	0	0,0000	0	9
30	14,9	0,7145	12,9	5	12,0	0,6483	91	0	0	0,0000	0	9
32	15,1	0,8235	13,2	5	12,0	0,7420	90	0	0	0,0000	0	10
34	15,3	0,9398	13,6	5	12,0	0,8417	90	0	0	0,0000	0	10
36	15,4	1,0635	14,1	5	12,0	0,9475	89	1	1,8	0,0697	7	4
38	15,5	1,1944	14,6	6	14,4	1,1597	97	0	0	0,0000	0	3
40	15,6	1,3325	15,2	6	14,4	1,2901	97	0	0	0,0000	0	3

Fonte: (AUTORA).

Em que: Sortimento 1 = toras de 2,4 m de comprimento e 15 cm de diâmetro mínimo; Sortimento 2 = toras de 1,8 m de comprimento e 15 cm de diâmetro mínimo; CD = classe de diâmetro à 1,30 do solo; Hic = altura de inserção de copa; Vic = volume até a Hic; H15 = altura comercial para laminação, relativa ao ponto onde o diâmetro do fuste atinge 15 cm; N = número de toras; L = comprimento aproveitável do fuste para o sortimento 1 e 2; V = volume aproveitável do fuste para o sortimento 1 e 2; Ap = aproveitamento do volume do sortimento 1 e 2 com relação ao Vic; Res = percentual do resíduo (diferença da Vic com a soma do volume aproveitável dos sortimentos 1 e 2).

As produções em volume dos sortimentos individuais em SR e SB foram multiplicados aos números de árvores por hectare que foram projetados entre a faixa entre o D<sub>máx</sub> e D<sub>mín</sub>, aquelas mostradas anteriormente na Tabela 12. Os valores de volume por hectare estimados por cada classe de Dap e por cada sortimento, que foram utilizados para obter a produção total aos 4, 5 e 6 anos, são demonstradas na Tabela 18.



Tabela 18 – Volume total dos sortimentos para laminação de cada classe de Dap, em sítio ruim e bom dos plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, em Guarantã do Norte, MT.

Classe de Dap	Sítio ruim				Sítio bom			
	4 anos	5 anos	6 anos	7 anos	4 anos	5 anos	6 anos	7 anos
Sortimento 1								
16	7,60	0,00	0,00	7,27	13,21	9,55	1,66	1,66
18	11,20	45,74	24,83	0,00	22,12	0,00	11,86	0,00
20	6,96	0,00	46,94	42,76	14,99	54,82	39,64	20,51
22	0,00	23,43	38,64	56,99	16,53	57,25	82,04	59,32
24	0,00	12,24	33,92	55,95	2,48	26,96	68,83	98,63
26	0,00	0,00	14,36	0,00	3,35	26,82	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	46,07	0,00	3,92	42,61	108,76
30	0,00	0,00	0,00	21,41	0,00	4,54	36,30	49,27
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,19	41,55
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,89	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,63
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,12
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total S1	25,77	81,40	158,69	230,45	72,67	183,87	294,02	394,45
Sortimento 2								
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	3,34	13,62	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	3,91	6,45	9,51	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	2,91	7,43	10,65
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49
38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total S2	3,34	17,53	13,84	14,01	0,27	2,91	7,43	11,14
Total S1+S2	29,10	98,93	172,53	244,46	72,94	186,78	301,45	405,59

Fonte: (AUTORA).

Em que: Dap = diâmetro a 1,30 m acima do solo; Total S1 = produção em volume total do sortimento 1 por hectare nas diferentes idades; Total S2 = produção em volume total do sortimento 2 por hectare nas diferentes idades; Total S1+S2 = produção em volume total do povoamento por hectare nas diferentes idades.

Com relação ao volume total do povoamento aos 4, 5, 6 e 7 anos, observa-se que o volume total do sortimento 2 representa entre 0,37% (SB) até 11,48% (SR), mostrando-se um percentual bem reduzido com relação ao volume total do sortimento 1. Apesar disso, o volume total do sortimento 2 tem sua relevância, uma vez que, quando convertido em área total se torna um valor mais expressivo, e ainda

significa menor percentual de resíduo da madeira de paricá perdido em campo, bem como um acréscimo financeiro no final da produção.

Cabe ressaltar que os indivíduos de paricá com diâmetro inferior aos 15 cm, e os superiores aos 40 cm (em fábricas de laminação de espécies nativas), também podem ser aproveitados pela indústria regional de para produção de outros subprodutos como compensado sarrafeado e laminado. Desta forma, sugere-se que outros estudos verifiquem tal possibilidade de forma a enriquecer os estudos sobre cenários financeiros para o paricá.

Além disso, é importante levantar que estes volumes aproveitáveis à laminação da madeira do paricá, não se refere ao volume de chapas de compensados. Para tal, são necessários outros cálculos que não são apresentados no presente trabalho.

#### 4.5 ANÁLISE DA PRODUÇÃO

Os cenários de produção mostram as informações do incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA) de volume comercial de paricá destinadas à laminação situadas em SR e SB na região Norte do Estado de Mato Grosso (Tabela 19). Conforme estes valores, foi verificado um ponto de maximização sobre o ICA aos 6 anos de idade no SR (73,60 m<sup>3</sup>/ha/ano) e no SB (114,67 m<sup>3</sup>/ha/ano), seguida de uma pequena redução aos anos seguintes. Sendo que, nesta idade, a produção do SR (172,53 m<sup>3</sup>/ha) com relação ao do SB (301,46 m<sup>3</sup>/ha) apresentou uma diferença de 129 m<sup>3</sup>/ha. Nas quais, a produção no SR foi 43% menor, comparado ao SB.

Em Dom Elizeu, aos 6 anos de idade, os plantios de paricá apresentaram de 231 m<sup>3</sup>/ha (GALEÃO et al 2006). Sendo uma produção encontrada entre a variação do Sr e SB do presente estudo.

Silveira (2014) estudando a produção de madeira de paricá para laminação em povoamentos aos 5, 6 e 7 anos, em um espaçamento de 3 x 2 m, entre os municípios de Dom Elizeu e Paragominas, Pará, também observou um decréscimo, porém do volume, ao 5º para o 6º ano de idade. Sendo que a produção apresentada pela autora ao 5º ano (185,11 m<sup>3</sup>/ha) foi semelhante ao do SB, enquanto que a produção do povoamento ao 6º ano (168,65m<sup>3</sup>/ha) apresentou valor próximos ao

SR, e ao 7º ano (156,07 m³/ha) valor inferior as produções dos dois sítios do presente estudo. Desta forma, Silveira (2014) verificou uma idade de maximização da produção em volume em aproximadamente um ano antes ao observado no presente trabalho.

Tabela 19 – Cenários de produção e crescimento de volume comercial à laminação de plantios de paricá sob espaçamento 3 x 3,2 m, com diferentes idades, no sítio ruim e bom, em Guarantã do Norte, MT.

Sítio	Idade (anos)	Produção (m³/ha)	IMA (m³/ha/ano)	ICA (m³/ha/ano)
Ruim	4	29,10	7,28	-
	5	98,93	19,79	69,83
	6	172,53	28,76	73,60
	7	244,46	34,92	71,93
Bom	4	72,94	18,24	-
	5	186,78	37,36	113,84
	6	301,45	50,24	114,67
	7	405,59	57,94	104,14

Fonte: (AUTORA).

Ainda sobre o estudo da autora, foram observadas entre as classes consideradas em seu trabalho como de baixa e alta produtividades nos povoamentos aos 5, 6 e 7 anos, em espaçamento 3 x 2 m, diferenças de 31,07, 32,66, e 7,99 m³/ha (19, 22, e 5 %) considerados menores que aos observados entre SR e SB de 87,85, 128,92, 161,13 m³/ha (89, 75, 66%) do presente trabalho nas mesmas idades, respectivamente. Entretanto, povoamentos em espaçamentos mais amplos como 4 x 4 m, a autora verificou maiores diferenças entre as classes de produtividade, as quais estas diferenças percentuais nos plantios aos 5, 6 e 7 anos (90, 87, e 86%) foram mais semelhantes aos do presente estudo. E além disso, estas diferenças também decresceram conforme a idade (SILVEIRA, 2014).

O comportamento de decréscimo do volume em povoamentos a partir do 5º ano encontrado por Silveira (2014), também é verificado por Silva et al. (2013), porém em plantios de paricá a partir do 4º (77,15 m³/ha) para o 5º (71,81 m³/ha) ano, implantados com espaçamentos de 3 x 2 m, localizados nos mesmos municípios do estudo de Silveira (2014). Nas quais, estas produções dos povoamentos entre o 4º e o 5º ano se assemelham aos valores observado no plantio ao 4º ano no SB, e próximo ao 5º ano de idade no SR.

Silva et al. (2013), afirmam que este decréscimo do volume em povoamentos de paricá está relacionado com a diminuição do número de árvores por hectare (ha), devido a um maior nível de mortalidade neste plantio provocado pelo espaçamento reduzido, pois estudando outros espaçamentos mais amplos (3 x 3, 4 x 3, 4 x 4 e 5 x 5 m) os autores observaram que não houveram este comportamento de decréscimo do volume conforme o aumento da idade, como também não foi verificado no presente estudo.

Carvalho (2007) destaca que os povoamentos de paricá em Dom Elizeu, no Pará, atingem uma produção de IMA de 38 m<sup>3</sup>/ha/ano aos 6 anos de idade, sendo este valor maior do que observado no SR e menor do que observado no SB na mesma idade do presente estudo.

Já Souza et al. (2013b) avaliou em um experimento de plantio puro de diversas espécies, com espaçamento 3 x 2 m, em Manaus, Amazonas, e encontrou para os plantios de paricá do seu estudo um IMA em 32,5 m<sup>3</sup>/ha/ano no povoamento aos 4 anos de idade, superando conforme a autora as exóticas *Acacia mangium* e até mesmo clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. Este IMA e nesta idade, encontrando pelos autores, supera os valores obtidos nos ambos os sítios do presente estudo. Nas quais este o IMA em povoamento de paricá em Manaus, são verificados valores semelhante somente aos 7 anos no SR e ao 5 ano no SB, aproximadamente.

No Estado de Rondônia, Rossi; Quisen; Viera (1999) verificaram em plantios puros de paricá aos 2,5 anos, um elevado IMA (38,9 m<sup>3</sup>/ha/ano) cujo o valor é encontrado em idades mais avançadas dos povoamentos (7<sup>o</sup> ano no SR e 5<sup>o</sup> ano no SB) do presente trabalho. Além disso, os autores encontraram para um plantio de paricá aos 7 anos de idade consorciado com cacau em área de regeneração natural, um IMA de 51,3 m<sup>3</sup>/ha/ano, sendo um valor menor que os observados no SB (57,94 m<sup>3</sup>/ha/ano) e maior no SR (34,92 m<sup>3</sup>/ha/ano) do presente estudo na mesma idade.

No Estado de Mato Grosso (MT) as outras espécies que se destacam são o eucalipto e a teca. Conforme o Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IMEA, 2013), o eucalipto é a espécie cultivada de maior extensão (148.533,19 ha) no Estado. Atualmente, apresentam um volume (207,07 m<sup>3</sup>/ha) e IMA (40,02 m<sup>3</sup>/ha/ano) em plantios aos 5,8 anos, com espaçamento 3 x 2 m, na região Médio-Norte. Sendo valores superiores aos volumes encontrados para o paricá em SR, e

valores inferiores no SB na mesma idade do presente estudo. Já o volume (145,34 m<sup>3</sup>/ha) e IMA (24,22 m<sup>3</sup>/ha/ano) do eucalipto com espaçamento 3 x 3 m na região Oeste do Estado se assemelhou com os povoamento aos 5 e 6 anos no SR e aos 4 e 5 anos no SB dos plantios do paricá observados no presente estudo.

Com relação a segunda espécie mais plantada no MT, a teca (*Tectona grandis* L.f., com 49.289,02 ha), o levantamento do IMEA (2013) mostrou que a espécie produz um volume variando de 169,34 m<sup>3</sup>/ha e IMA de 13,02 m<sup>3</sup>/ha/ano, aos 13 anos de plantio, em espaçamento 3 x 3 m, na região Noroeste, e um volume de 143,57 m<sup>3</sup>/ha e IMA de 15,30 m<sup>3</sup>/ha/ano, aos 9 anos de plantio, com espaçamento 3 x 3 m, na região Oeste do Estado. Sendo que tais produções são menores do que os observados para o paricá do presente estudo. Sendo que estes valores são alcançados no plantio de paricá aos 5 e 6 anos no SR e aos 4 e 5 anos no SB do presente estudo.

No entanto, ressalta-se que apesar da produção de teca ser menor, o plantio desta espécie tem finalidade mais nobre, para serraria. Desta forma, os seus ciclos mais longos (20 anos) são compensados pelo preço de sua madeira (R\$ 1.000,00/m<sup>3</sup>) serem superiores, quando comparados ao preço pago para paricá (R\$ 100,00/m<sup>3</sup>) para laminação (IMEA, 2013). Assim, apesar dos menores incrementos em produção volumétrica de teca, com relação ao paricá, estas são consideradas altamente significativas ao final do ciclo. Porém, o paricá apresenta um retorno financeiro em menor tempo, o que pode ser mais interessante para os produtores em determinada situação.

Neste contexto, pode-se analisar com relação aos cenários de produção total apenas para laminação dos povoamentos do presente trabalho, que quando confrontando com a literatura sobre o volume da biomassa total da população para a espécie e para outras espécies de destaque no estado de MT, observa-se que os plantios de paricá com espaçamento 3 x 3,2 na região norte de Mato Grosso tem produções atrativas.

Pois, o volume apresentado no presente trabalho não se refere a produção da biomassa total dos indivíduos da população nas diferentes idades, e sim, àquele volume aproveitável para laminação do povoamento. Uma vez que considera a forma típica de crescimento da espécie e a distribuição de frequência nas classes de diâmetro que se apresentaram as dimensões dos sortimentos considerados para a

laminação pelas empresas da região da área de estudo. Desta forma, o valor da estimativa da produção do presente trabalho se encontra mais próxima do volume bruto real para comercialização deste produto final.

Observa-se nos Estados de Amazonas e Rondônia apresentaram em algumas situações com IMA mais elevado do que o presente estudo. Porém, possivelmente se fossem convertidos para o volume aproveitável para laminação conforme proposto pelo presente trabalho, estes valores poderiam se reduzir, pelo fato da metodologia de cálculo do presente estudo ser mais restrita.

No entanto, mesmo sendo a produção aproveitável para laminação, quando comparada com a produção de biomassa total foi observada uma variação de forma mais próxima conforme a literatura para espécie no Estado do Pará (Silveira, 2014; Silva et al, 2013), com exceção dos plantios aos 7 anos que apresentaram valores aproximados aos observados Rondônia (em consórcio) e menores aos encontrados na Amazônia.

## 4.6 ANÁLISE FINANCEIRA

### 4.6.1 Custos e receitas

Conforme os custos anuais para a condução silvicultural dos plantios de paricá destinados à laminação para o ano de 2016 (Tabela 20), verifica-se que o maior custo se refere ao de implantação no ano “zero”, com R\$1.342,92 por ha. Este valor, representa 50,70, 45,31, 40,96, 37,37% do custo total dos plantios aos 4, 5, 6, e 7 anos de idade, respectivamente.

O custo de implantação verificado neste trabalho se encontra dentro dos valores obtidos por Silveira (2014) em seu estudo com plantios de paricá para laminação com diferentes espaçamentos (3 x 2 m, 3 x 3 m, 3 x 4 m, 4 x 4 m e 5 x 5 m) implantados na região de Paragominas, Pará. A autora encontrou a variação deste custo entre R\$800,00 a R\$1.800,00 por ha, sendo os menores custos referentes os plantios com maiores espaçamentos devido o menor número de plantas por ha. E ainda, a autora mostra que este custo variou de 18% a 26% do custo total da produção aos 6 anos de idade, mostrando percentuais menores aos observados no presente estudo.

Tabela 20 – Custos financeiros de plantios de paricá para laminação sob espaçamento 3 x 3,2 m, em Guarantã do Norte, MT, para o ano de 2016.

Ano	Descrição dos custos	Valor dos custos (R\$/ha)
0	Implantação	1.342,92
1	Terra+manutenção <sup>1</sup>	361,00
2	Terra+ manutenção <sup>2</sup>	315,00
3	Terra+ manutenção <sup>2</sup>	315,00
4	Terra+ manutenção <sup>2</sup>	315,00
5	Terra+ manutenção <sup>2</sup>	315,00
6	Terra+ manutenção <sup>2</sup>	315,00
7	Terra+ manutenção <sup>2</sup>	315,00

Fonte: (AUTORA).

Em que: terra = custos de arrendamento; implantação = custos de sulcagem, preparo do solo com roçada para retirada do mato competição, produção de mudas, plantio, replantio e mão de obra); manutenção<sup>1</sup> = custos de adubagem de cobertura, combate a formiga e mato competição; manutenção<sup>2</sup> = custos de combate a formiga e mato competição.

Analisando plantios puros de teca (*Tectona grandis* L. F.), outra espécie de destaque no Estado de Mato Grosso (MT), encontraram-se custos de implantação variando entre US\$630,37 (cerca R\$2.079,00) por ha, com espaçamento não especificado (ÂNGELO et al., 2009), e R\$1.035,10 por ha com espaçamento 3 x 2 m (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003). Desta forma, observa-se o custo de implantação dos plantios de paricá do presente estudo se encontra dentro da variação encontrada também para teca.

Maneschy; Santana; Veiga (2009) observaram em plantio de paricá (São Miguel do Guamá, PA) para laminação e de teca (Nova Timboteua, PA) para serraria, custos de implantação de R\$ 3.120,72 e R\$ 5.023,22 por ha, para as respectivas espécies, sendo valores de custos mais altos do que aos observado no presente estudo.

Os valores da renda bruta, despesa e renda líquida aos 4, 5, 6 e 7 anos dos plantios no SR e SB referentes ao ano “zero” (ano de plantio, 2011) são mostradas na Tabela 21. Conforme estes, foram verificados que o plantio já aos 4 anos de idade apresentou um fluxo de caixa positivo, com uma diferença entre os sítios de R\$ 4.380,00 por ha.

No plantio de paricá ao 6º ano, quando houve a maximização do incremento do presente estudo, é possível notar que entre o SR e o SB apresentou uma diferença de renda líquida expressiva de R\$ 11.785,28 por ha, representando 78,14%.

ÂNGELO et al. (2009) verificaram em seu estudo, que os povoamentos de teca de um plantio de teca em Alta Floresta, MT, a partir dos 4 anos de idade, apresentou uma renda líquida sobre as taxas de juros empregados no seu estudo (6, 8 e 10% a.a.), afirmando que o retorno do capital (de 6 a 49 US\$/ha, cerca de 20 a 163 R\$/ha) é assegurado a curto prazo, devido as altas taxas de crescimento da teca nesta área. Observa-se que também é verificado este retorno para o plantio de paricá a partir dos 4 anos no SB do presente estudo, porém em maior proporção.

Tabela 21 – Expectativa econômica dos plantios de paricá para laminação aos 4, 5, 6 e 7 anos, sob espaçamento 3 x 3,2 m, em sítio ruim e bom, em Guarantã do Norte, MT.

Sítio	Idade (anos)	Renda bruta (R\$/ha)	Despesa (R\$/ha)	Renda líquida (R\$/ha)
Ruim	4	2.907,38	2.648,92	258,47
	5	11.693,64	2.963,92	8.729,72
	6	18.360,55	3.278,92	15.081,63
	7	24.439,17	3.593,92	20.845,25
Bom	4	7.287,39	2.648,92	4.638,47
	5	20.573,49	2.963,92	17.609,58
	6	30.145,82	3.278,92	26.866,91
	7	40.565,90	3.593,92	36.971,98

Fonte: (AUTORA).

Maneschy; Santana; Veiga (2009) analisando a viabilidade técnica de plantios de paricá e teca, apresentaram em seu fluxo de caixa uma receita líquida apenas ao 7º ano (R\$ 3.313,98 ha) para o paricá e ao 8º ano (R\$ 8.185,59 por ha) para teca referentes ao primeiro desbaste, e referentes a produção final por hectare, em 20 anos, de R\$ 20.129,43 para paricá e R\$ 88.214,36 para teca. Esta produção do paricá observada pelos autores é alcançada aos 7 anos no SR e do 5º para o 6º ano no SB do presente estudo. E quando comprado com a teca, observa-se no presente trabalho o mesmo montante foi obtido aos 5 anos no SR e entre o 4º ao 5º ano no SB.



Palheta et al. (2014) analisando a viabilidade financeira de um sistema agroflorestal, utilizando o paricá, no município de Santa Bárbara, Pará, apresentaram que sistema aos 6 anos de idade mostrou uma receita líquida (R\$18.618,00 por ha), sendo mais lucrativo que o plantio puro de paricá no SR e menor que no SB do presente estudo.

No entanto, Palheta et al., (2014) apresentaram custo de implantação de R\$ 7.680,05 por ha, sendo bem mais altos do que o apresentando no presente estudo. E ainda, no fluxo de caixa dos autores, as receitas cobriram as despesas já no primeiro ano, com R\$15.228,80 por ha, em função da colheita da mandioca. E nos anos seguintes, apenas a partir do 5º ano, com R\$ 3.418 por ha, sendo que no presente estudo ao 4º ano no SB bom já se alcançava estes valores.

#### 4.7.2 Critérios financeiros

Os critérios financeiros, utilizados nos cenários, mostraram que apenas aos 4 anos de idade do plantio de paricá, no SR, não apresentou viabilidade financeira às taxas utilizadas de 5,50, 8,75, e 13,65% a.a. (Tabela 22).

Tabela 22 – Cenários financeiro da produção de plantios comerciais de paricá em sítio bom e ruim implantados em Garantã do Norte, - MT, sob taxas de juros de 5,5%, 8,75% e 13, 65% a.a.

Sítio	Idade (anos)	VPL (R\$/ha)			RBC (R\$/ha)			CMPr (R\$/m³)	TIR (%)
		5,50%	8,75%	13,65%	5,50%	8,75%	13,65%		
Bom	4	3.391,55	2.798,58	2.060,05	2,36	2,16	1,89	36,35	38,68
	5	11.556,46	9.658,52	7.374,98	5,23	4,69	3,98	15,88	58,70
	6	18.903,15	15.415,56	11.369,70	7,39	6,49	5,34	10,88	58,89
	7	24.709,91	19.566,58	13.815,64	8,78	7,56	6,03	8,86	54,59
Ruim	4	-144,06	-332,96	-565,36	0,94	0,86	0,76	91,12	3,34
	5	4.833,99	3.882,29	2.741,11	2,77	2,48	2,11	29,97	36,96
	6	9.549,65	7.618,82	5.384,59	4,23	3,71	3,06	19,01	42,93
	7	13.623,61	10.601,61	7.230,46	5,29	4,55	3,63	14,71	42,43

Fonte: (AUTORA).

Em que: VPL = Valor presente líquido; RBC = razão custo benefício; TIR = taxa interna de retorno.

Pois, neste caso, os valores de VPL (-144,06, -332,96, -565,36) foram negativos, isto é, a produção estimada para esta idade e sítio, geraram receitas, que ao serem descapitalizadas, não superaram os custos. Em consequência disso, a RCB (0,94, 0,86, 0,76) foi menor que 1, e a TIR (3,34%) foi menor do que as taxas

de juros do estudo, reforçando a não rentabilidade do plantio aos 4 anos em SR. Além disso, nota-se que o CMPr (91,12 R\$/m<sup>3</sup>), apesar de ser menor do que o preço (100 R\$/m<sup>3</sup>) pago no mercado, pela madeira de paricá para laminação, não foi um preço suficiente para que o plantio nesta idade e sítio apresentasse viabilidade pelos os outros critérios.

Por outro lado, o cenário aos 4 anos do plantio de paricá no SB apresentou uma produtividade rentável, conforme todos os critérios financeiros sob às taxas de juros simuladas. E o mesmo foi verificado para os plantios aos 5, 6 e 7 anos de idade em SR e SB. Sendo que, nestas, quanto mais avançada a idade dos plantios e menores as taxas, os valores de VPL e RBC apresentaram maior rentabilidade sobre os cenários financeiros.

Isto ocorre devido ao fato de que o VPL e RBC são critérios sensíveis as taxas utilizadas (REZENDE; OLIVEIRA, 2013), e a produção até aos 7 anos de idade, ainda, apresentam uma taxa de crescimento que supera a taxa de desconto. De tal modo que fez com que estes critérios não apresentassem um ponto de maximização, seguida de um decréscimo entre as idades dos cenários. Por outro lado, este fato foi observado para a TIR entre o 5<sup>o</sup> ao 6<sup>o</sup> ano no SR e entre 6<sup>o</sup> ao 7<sup>o</sup> ano no SB.

O fato maximização financeira ter coincidido nos dois sítios em torno do 6<sup>o</sup> ano foi devido a maximização do incremento ter ocorrido no mesmo período, fazendo com que a TIR apresentasse um aumento para igualar as receitas aos custos da produção obtidas neste período.

Em uma análise financeira de um sistema agroflorestal com paricá em Santa Bárbara, PA, em um horizonte de planejamento de 6 anos de idade, à uma taxa de 10% a.a., apresentou um VPL (R\$ 20.409,27 por ha) maior aos observados no presente estudo para a mesma idade, enquanto que a TIR (19,43%) e RBC (2,53) do sistema foram menores do que o presente estudo, pelo fato da diferença entre o custo do sistema a renda ter sido menor neste sistema, nesta idade (PALHETA et al., 2014).

Cordeiro et al. (2009) analisando a viabilidade de um sistema de cultivo com paricá com curauá, (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppus & Leal) em Aurora, Pará, à taxa de 12% a.a., até o quarto ano de cultivo, verificaram a viabilidade do sistema neste período. Sendo que VPL (R\$ 9.507,795 por ha) ao final

deste período, neste sistema, foi maior do que o presente estudo, mesmo considerando as três taxas, para a mesma idade nos SR e SB. Enquanto que a TIR (33%) e RBC (1,29) encontrados no sistema paricá x curauá tiveram menores valores do que o presente estudo, também pelo motivo da diferença entre o custo e a renda deste cultivo ter sido menor, nesta idade.

Mediante aos outros cenários financeiros encontrados na literatura utilizando a o paricá, pode-se considerar que os plantios desta espécie do presente trabalho demonstraram rendimentos interessantes para produção de laminação. Porém, também é observado que quando a espécie é consorciada com outros componentes seja arbóreo, agrícola ou arbustiva, também apresenta um retorno financeiro atraente, principalmente nos primeiros anos, quando do uso de culturas não-perenes no cultivo.

Observa-se que apesar da TIR ter indicando uma idade de maximização da renda, cabe ao empreendedor à tomada de decisão de quando intervir no plantio florestal. Uma vez, que os cenários financeiros do presente estudo mostraram que ainda é atrativo manter os plantios acima das idades de maximização da renda tanto no SR quanto no SB do presente estudo. Já que, os outros critérios como o VPL, RBC e CMPr ainda seguem a valores atrativos. Bem como, estes critérios, mostraram que é rentável intervir nas idades anteriores a da maximização da renda, exceto no 4º ano do sítio ruim.

Nota-se que o critério de CMPr são utilizados quando se deseja operar com custo médio mínimo de produção independente da quantidade produzida e o tempo de duração do investimento (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). E os cenários, mostram que este custo médio mínimo entre o período da idade de maximização, observada pela TIR, apresentou uma diferença entre o SR e SB variando de 66 a 89%, sendo menores em idades mais avançadas. Observa-se que estes preços devem ser considerados quando da necessidade da compra de madeira em áreas externas aos plantios próprio da fábrica, devendo o empreendedor pagar um preço menor do que os CMPr pelo metro cúbico de madeira de paricá dependendo da idade e qualidade do sítio.

Por fim, levanta-se a necessidade de maiores estudos no intuito de aperfeiçoar e consolidar a metodologia que considere a característica intrínseca do crescimento do paricá e suas distribuições de frequência nas classes de diâmetro de

interesse comercial. De tal forma que os produtores da região onde os crescimentos dos povoamentos da espécie são atrativos, possam se embasar em estudos que possam obter estimativas financeiras mais precisas ao da produção real para comercialização deste produto final.

## 5 CONCLUSÕES

Pela prognose de crescimento e produção foi verificada que maximização do incremento corrente anual em volume para laminação dos plantios de paricá tanto no sítio bom quanto no sítio ruim ocorreu aos seis anos.

Com relação aos cenários da análise financeira, estes plantios também foram considerados um investimento rentável sob diferentes taxas de juros. A idade ideal de corte considerando na análise financeira dada pela maximização da TIR, ocorre entre o 5º ao 6º ano SB e entre o 6º ao 7º ano no SR.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMATA. **Revisão sobre o paricá: *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke**. São Paulo: AMATA, 2009. 106 p. Disponível em <<http://www.amatabrasil.com.br/download-arquivo?id=1028>>. Acesso em: 03 de nov. 2016.
- ÂNGELO, H. et al. Aspectos financeiros da produção de teca no Estado de Mato Grosso. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 23-32, 2009.
- ARCE, J. E. Modelagem da estrutura de florestas clonais de *Populus deltoides* Marsh através de distribuições diamétricas probabilísticas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 149-164, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2013, ano base 2012**. Brasília, 2013, 148p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-abraf13-br.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL – BCB. **Histórico das taxas de juros**. Disponível em <<https://www.bcb.gov.br/Pec/Copom/Port/taxaSelic.asp>>. Acesso em: 20 de nov. 2016.
- BARBOSA, A. P. et al. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias Estratégicas**, Manaus, AM, v. 6, n. 12, p. 42-61, 2001.
- BARNEBY, R.C. Neotropical Fabales at NY: asides and oversights. **Brittonia**, New York, v. 48, n. 2, p.174-187, 1996.
- BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da fertilização**. 2000. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C. A. D.; MARTINS, E. P. **Épocas de floração e frutificação de espécies florestais nativas da Amazônia Ocidental**. Porto Velho: Embrapa Rondônia. n. 133, p. 1-2, 1997. Comunicado Técnico.
- BOTREL, R. T.; YAMAMOTO, K.; RODRIGUES, R. R. Evaluation of a method of silvigenic analysis in cerradão. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 899-910, 2014.
- BREPOHL, D. **Custos em empreendimentos florestais**. Curitiba: FUPEF, n.4, p. 1-18, 1980. Série técnica.

BRIENZA JUNIOR, S.; YARED, J. A. G.; JARVIS, P. G. Agroforestry systems as an ecological approach in the Brazilian Amazon development. **Agroforestry Systems**, v. 45, p. 319-323, 1991.

CALDEIRA, S.F.; LIMA, M.F.; BEZERRA, R.G. Desenvolvimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, MT, v. 8, n.1, p. 100-111, 2004.

CAMPOS, J. C. C. et al. Aplicação de um modelo compatível de crescimento e produção de densidade variável em plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 10, n. 2, p. 121-134, 1986.

CAMPOS, J. C. C.; ROSAS, M. P.; LEITE, H. G. Comparação de alternativas de determinação da idade técnica de corte em plantações de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 37-49, 1996.

CARVALHO, J. G.; VIÉGAS, I. J. M. **Caracterização de Sintomas de Deficiências de Nutrientes em paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, n. 37, p.1-6, 2004. Circular Técnica. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/408435/1/Circ.tec.37.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA, 1994. 640 p.

CARVALHO, P. E. R. **Paricá: (*Schizolobium amazonicum*)**. Colombo: Embrapa, n. 142, p. 1-8, 2007. Circular Técnica. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2016.

CHAGAS, M. P. **Caracterização dos anéis de crescimento e dendrocronologia de árvores de *Grevillea robusta* A. Cunn, *Hovenia dulcis* Thunb., *Persea americana* Mill., *Tabebuia pentaphylla* Hemsl. e *Terminalia catappa* L. nos municípios de Piracicaba e Paulínia, SP**. 2009. 113 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO DORS/SC – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CORDEIRO, I. M. C. C et al. Análise econômica dos sistemas de cultivo com *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá) E *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppus & Leal (Curauá) no município de Aurora do Pará (PA), Brasil. **Revista de la Facultad de Agronomía - LUZ**. v. 26, p. 243-265, 2009.

CORDEIRO, I. M. C. C et al. Validação de plantios de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby de diferentes idades e sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará-PA (Brasil). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 679-687, 2015.

CORDEIRO, I. M. C. C. **Comportamento de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby e *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L.B. Smith) Coppens e Leal sob diferentes níveis de cultivo no município de Aurora do Pará**. 2007. 115 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias)–Universidade Federal Rural do Amazonas, Belém, 2007.

CORTELETTI, R. B. **Análise de tronco aplicada à avaliação de crescimento de árvores de paricá**. 2013. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)–Universidade Federal do Espírito Santo, Gerônimo Monteiro, 2013.

COSTA FILHA, C. L. **Avaliação da potencialidade das terras para determinação de zonas agroecológicas, no município de Igarapé-Açú, Pará**. 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado em Solos e nutrição de plantas)–Universidade Federal Rural da Amazônia, 2005.

COSTA, D. H. M. et al. Alguns aspectos silviculturais sobre o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber). Belém: **Banco da Amazônia**, 1998. 19 p.

DRESCHER, R.; SCHNEIDER, R. R.; FINGER, C. A. G. Sortimentos de *Pinus elliottii* Engelm para a região da Serra do Sudeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 55-73, 1999.

DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotrópica II: as leguminosas da Amazônia brasileira** Belém: Instituto Agrônomo do Norte, n. 18, p. 1-248, 1949. Boletim Técnico.

ENCINAS, I. J.; SILVA, G. F. da; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília: UnB, Departamento de Engenharia Florestal, n. 7, p.1-43, 2005. Comunicações Técnicas Florestais.

FIGUEIREDO FILHO, et al. Dinâmica do afilamento do tronco e da produção de madeira em plantios de *Araucaria angustifolia*. **Cerne**, Lavras, v. 20. n. 4. p. 595-603, 2014.

FINGER, C. A. G. **Biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, 2006, 239 p.

FINGER, C. A. G., ZANON, M. L. B., SCHNEIDER, P. R. Funções de forma para *Eucalyptus dunnii* Maiden implantados na depressão central e encosta do sudeste do Rio Grande do Sul. Santa Maria - RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.3, p. 399-403, 1995.

GALEÃO, R. R. **Diagnóstico de implantações dos projetos de reposição florestal no Estado do Pará**. 2002. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)– Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2000.



GALEÃO, R. R. et al. Diagnóstico dos projetos de reposição florestal no Estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 45, p. 101-120, 2006.

GALEÃO, R. R. et al. Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber): espécie florestal de uso múltiplo com alto potencial para reflorestamento na Amazônia brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 44, p. 157-162, 2005.

GRAÇA, L. R.; RODIGHIERI, H. R.; CONTO, A. J. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação**. Colombo: Embrapa Florestas, n. 50, p. 1-32, 2000. Documentos. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/290727/custos-florestais-de-producao-conceituacao-e-aplicacao> >. Acesso em: 14 out. 2016.

GUIMARÃES, D. P. **Desenvolvimento de um modelo de distribuição diamétrica de passo invariante para prognose e projeção da estrutura de povoamentos de eucalipto**. Viçosa: UFV. 1994. 160 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório Ibá 2016**. São Paulo: Indústria Brasileira de Árvores, 2016. 100p. Disponível em: < [http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf) >. Acesso em: 14 dez. 2016

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estado de Mato Grosso**: mapa exploratório de solos. 1. ed. 2009. Disponível em: < [ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/mapas/unidades\\_da\\_federacao/mt\\_pedologia.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/mt_pedologia.pdf) >. Acesso em: 14 out. 2016.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA – IMEA. **Diagnóstico de florestas plantadas do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, 2013, 106p. Disponível em: < [http://imea.com.br/upload/Relatorio\\_final\\_floresta\\_plantada.pdf](http://imea.com.br/upload/Relatorio_final_floresta_plantada.pdf) >. Acesso em: 14 nov. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> >. Acesso em: 20 out. 2016.

KARIUKI, M. Height estimation in complete stem analysis using annual radial growth measurements. **Journal of Forestry**, Oxford, v. 75, n. 1, p. 63-67. 2002.

LAMEIRA, O. A. et al. **Efeito da escarificação sobre a germinação de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum*) in vitro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, n. 21, p. 1-3, 2000. Comunicado Técnico. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/377937/efeito-da-escarificacao-sobre-a-germinacao-de-sementes-de-parica-schizolobium-amazonicum-in-vitro> >. Acesso em: 20 out. 2016.

LEITE, D. R. et al. Análise comparativa entre dois procedimentos para estimativa da variável volume em um povoamento de *Eucalyptus urophylla*, no município de mineiros – Goiás. **Enciclopédia da Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1684-1700, 2011.

LEWIS, G.P. 2015. **Schizolobium in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.  
Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB23144>>. Acesso em: 20 de out. 2016.

LOPES, H. V. S. **Análise econômica dos fatores que afetam a rotação de povoamentos de eucaliptos**. 1990. 188 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

LUNZ, A. M. et al. Occurrence of *Solenopsis saevissima* F Smith (*Hymenoptera: Formicidae*) Damaging *Schizolobium amazonicum*. **Neotropical entomology**, Londrina, PR, v. 38, n. 2, p. 285-288, 2009.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2 ed. Guarapuava: Unicentro, 2014. 316 p.

MANESCHY, R. Q.; VEIGA, J. B.; SANTANA, A. C. Avaliação do crescimento de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber) e teca (*Tectona grandis* L. f.) em sistemas silvipastoris no nordeste do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. **Anais...** Luziânia: SBSAF, 2009. Disponível em: < <http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema01/01tema15.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2017.

MARQUES, T. C. L. et al. **A evolução do conhecimento sobre o paricá para reflorestamento no Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, n.158, p. 1-5, 2006. Comunicado Técnico. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/858325/1/com.tec.158.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

MCTAGUE, J. P.; BATISTA, J. L. F.; STEINER, L. H. Equações de volume total, volume comercial e forma do tronco para plantações de *Eucalyptus* nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 41/42, p. 56-63, 1989.

MELO, R. R. **Avaliação de variáveis tecnológicas na produção de painéis LVL confeccionados com paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)**. 2012. 64 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)–Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MELO, R. R. de et al. Avaliação das propriedades físicas, químicas, mecânicas e de superfície de lâminas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 238-249, 2013.

MELO, R. R. de et al. Rendimento de peeling rotatório de *Schizolobium amazonicum* (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n. 3, p. 315-320, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Guia de Financiamento Florestal**: 2016, Brasília: MMA, 2016. 104 p. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/tecnico-cientifico/1799-guia-de-financiamento-florestal-2016/file>>. Acesso em: 20 de out. 2016.

MIRANDA, D. L. C. et al. Growth and production of paricá wood in two plantations in the north of Mato Grosso, Brazil. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 4, p. 199-205, 2016.

MIRANDA, R. O. V. **Modelagem de árvores individuais para povoamentos não desbastados**. 2016. 168 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

MULLER, I. **Forma de tronco e sortimentos de madeira para *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. manejo em alto fuste, na região sudeste do estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 166 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)– Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

OHASHI, S.T.; YARED, J.A.G.; FARIAS NETO, J.T. Variabilidade entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares – Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.1, p.81-88, 2010.

OLIVEIRA, M. de L. S. **Indicadores da qualidade de solos sob diferentes sistemas de cultivo com as espécies paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Huber ex Ducke) e curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* [L. B. Smith] Coppens & Leal) no município de Aurora do Pará (PA)**. 2009. 87 p. Tese (Doutorado em Agronomia)–Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

PALHETA et al. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal no município de Santa Bárbara-PA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p.1947-1956, 2011.

PEREIRA JÚNIOR, A. **Fertilidade e fauna edáfica em solo sob reflorestamento com paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) no município de Aurora do Pará**. 2011. 130 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)– Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, 2011.

RESENDE, R. R. et al. Emprego de um modelo de crescimento e produção para determinação da rotação em povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, 28, n. 2, p. 219-225, 2004.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 2013. 389 p.

RIBEIRO, M. S. **Manejo de sistemas agroflorestais com paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em área de vegetação secundária, em Bragança – Pará**. 2006. 92 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias)–Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

RONDON, E.V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 573-576, 2002.

ROSA, L. S. Características botânicas, anatômicas e tecnológicas do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 46, p. 63-79, 2006a.

ROSA, L. S. Ecologia e silvicultura do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na amazônia brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 45, p. 135-174, 2006b.

ROSSI, L. M. B.; QUISEN, R. C.; VIEIRA, A. H. Aspectos dendrométricos de povoamentos de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke em Rondônia. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, FOREST 99, 5., 1999, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: BIOSFERA, 1999. <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/676486/1/Bio1277.pdf>>. Acesso em: 25 de out. 2016.

SANGUINO, A. C. Custos de implantação e rentabilidade econômica de povoamentos florestais com teca no estado do Pará. **Ciências Agrárias**. Belém, n. 52, p. 61-78, 2009.

SANTOS, E. M. **Crescimento e produção de plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) sob diferentes espaçamentos**. 2012. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

SCHNEIDER, P.R. Forma de tronco e sortimento para *Pinus elliottii* Engelm., da Floresta Nacional de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. **Acta Forest Brasil**, Curitiba, n. 1, p. 43-64, 1986.

SCHNEIDER, P.R. **Manejo florestal: planejamento da produção florestal**. Santa Maria: UFSM, 2009. 613p.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, C. A. M. **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2009. 317p.

SCHOEPFER, W. **Automatisierung des massem, sorten und wertberechnung stenender waldbestände schriftenreihe Bad**. Koblenz: Wurt-Forstl, 1966.

SCHWARTZ, G. et al. Enrichment planting in logging gaps with *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: A financially profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 390, p. 166-172, 2017.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2009. 294p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal**: Parte I: modelos de regressão linear e não-linear; Parte II: modelos para relação hipsométrica, volume, afilamento, e peso de matéria seca. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 352 p. Textos Acadêmicos.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO- SFB. **Florestas do Brasil em Resumo. 2013**. 188p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-abraf13-br.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

SILVA et al. Modeling growth and yield of *Schizolobium amazonicum* under different spacings. **International Journal of Forestry Research**, v. 3, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2013/675137>>. Acesso em: 05 jan. 2017.

SILVA, A. A. L. **Emprego de modelos de crescimento e produção em análise econômica de decisões de manejo florestal**. 2001. 79 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SILVA et al. Efeito do cultivo de paricá em sistemas integração lavoura-pecuária-floresta sobre as propriedades físicas e teor de matéria orgânica de um Latossolo Amarelo. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, V. 10, n.1, p.53-61, 2016.

SILVA, M. G. D. ***Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Huber ex Ducke. Barneby (paricá) na Amazônia Oriental: caracterização anatômica e modelagem de crescimento**. 2014. 138 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SILVEIRA, R. **Análise econômica da produção de madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) sob diferentes espaçamentos de plantio**. 2014. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)–Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

SOARES, C. P. B; PAULA NETO, F. de; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e inventário florestal**. 2.ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 272p.

SOUZA, C. R. et al. **Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby**. Manaus: Embrapa, n. 18, p.1-12, 2003a. Circular Técnica. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/67620> <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/676209/1/circtec18.pdf9/1/circtec18.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2016.

SOUZA, C. R. de et al. Desempenho de espécies florestais potenciais para plantios na Amazônia Central. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, BENEFÍCIOS,

PRODUTOS E SERVIÇOS DA FLORESTA: OPORTUNIDADES E DESAFIOS DO SÉCULO XXI, 8., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBS e SBEF, 2003b.

SOUZA, D. B.; CARVALHO, G. S.; RAMOS, E. J. A. **Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke)**. Pará: Rede de Sementes da Amazônia, n.13. p.1-2, 2005. Informativo Técnico.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SPURR, S. H. 1952. **Forest Inventory**. The Ronald Press Co., New York. 476 p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.

TONINI, H. et al. **Seleção de equações para o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), no estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2005. n. 4, 20p. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/691126/1/BP04paricahelio.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2016.

TORQUEBIAU, E. F. Mosaic patterns in dipterocarp rain forest in Indonesia, and their implications for practical forestry. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 2, n. 4, p. 301-325, 1986.

TROPICOS (Org). **Missouri Botanical Garden**. Disponível em <<http://www.tropicos.org/Name/13046785>>. Acesso em: 20 de nov. 2016.

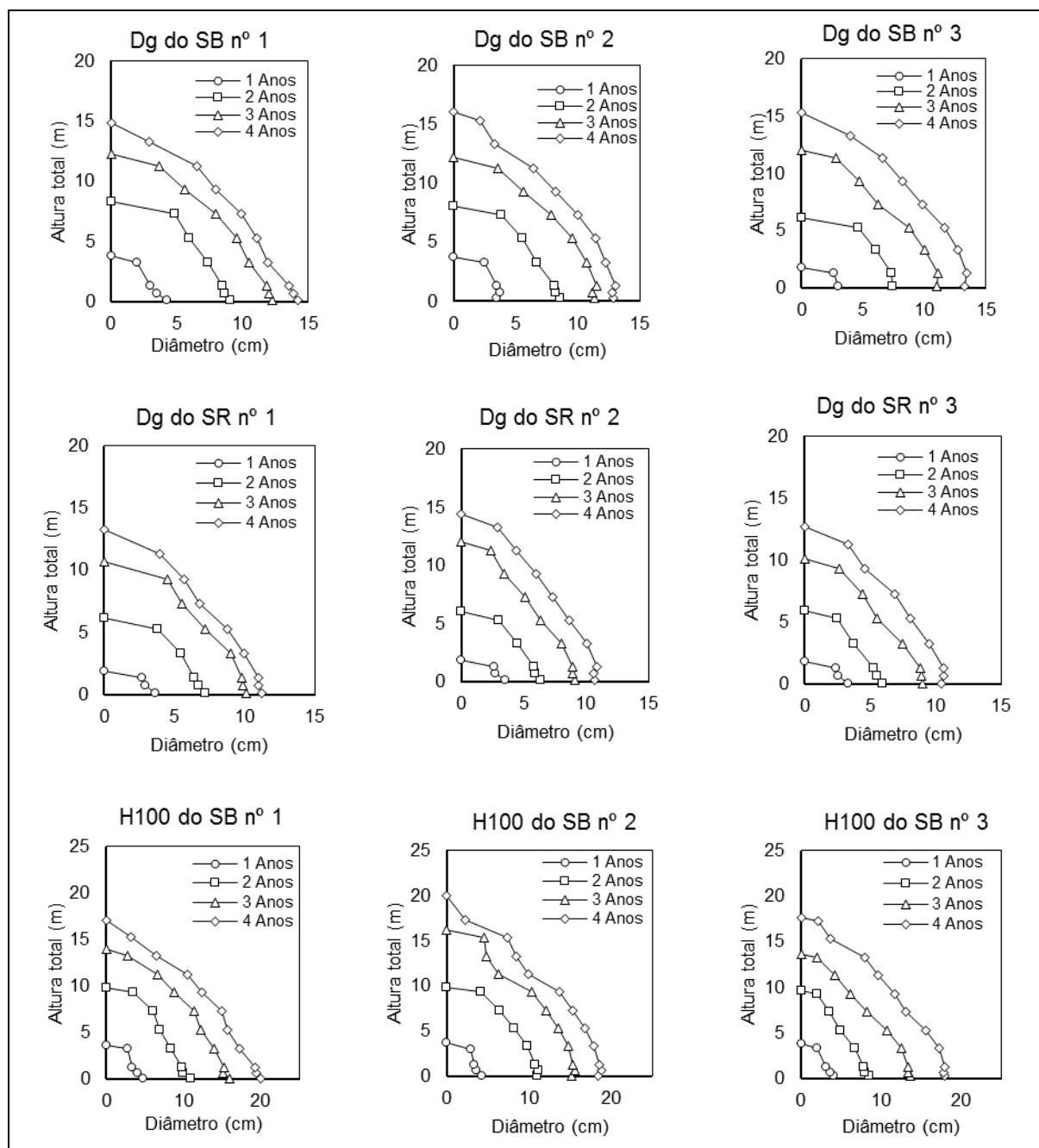
TSUKAMOTO FILHO, A. de A.; SILVA, M. L. da; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 487-494, 2003.

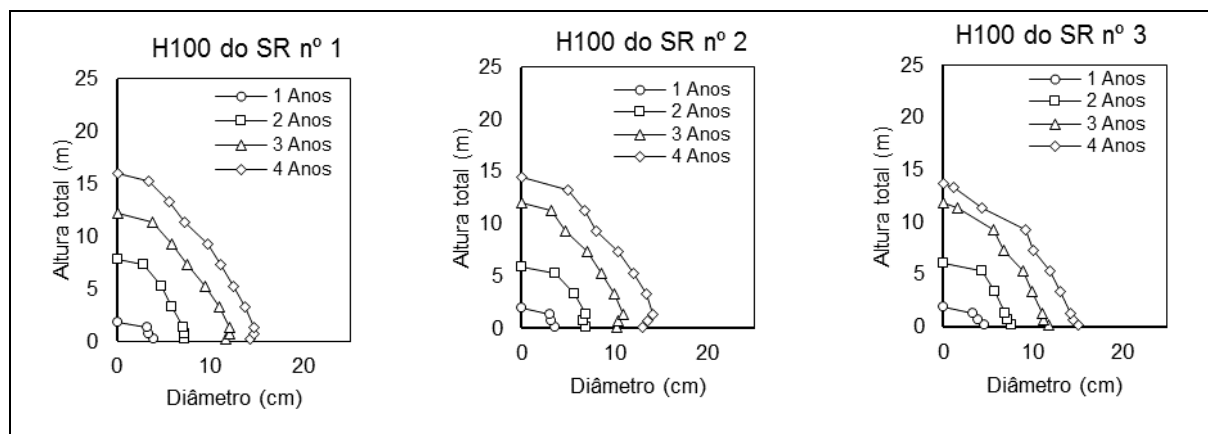
VANINI, A. **Análise silvigênica para caracterização de trecho de Florestal Alta de Restinga e sua relação com o solo**. 2009. 147 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)–Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

VELOSO, C. A. C. et al. Desenvolvimento do componente agrícola e da espécie paricá (*Schizolobium amazonicum*) em sistema de integração lavoura pecuária-floresta no município de Paragominas-PA. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM RONDÔNIA, 1., 2010, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. p. 76-85.

VIDAURRE, G. B. et al. Paricá uma espécie promissora. **Revista da Madeira**, Curitiba -PR, n. 97. 2006. Disponível em <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=924&subject=E](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=924&subject=E)>. Acesso em: 03 de nov. 2016.

**APÊNDICE A – PERFIL LONGITUDINAL DAS ÁRVORES DE DIÂMETRO MÉDIO QUADRÁTICO E ALTURA DOMINANTES DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* CONSIDERANDO OS SÍTIOS BOM E RUIM EM DIFERENTES IDADES, GUARANTÃ DO NORTE, MT.**





Fonte: (AUTORA).

Em que: Dg = diâmetro médio quadrático; H100 = altura dominante; SB = sítio bom; SR = sítio ruim; n° = número da repetição.