



**MARCELA GOMES DA SILVA**

***Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (HUBER  
EX DUCKE) BARNEBY (PARICÁ) NA  
AMAZÔNIA ORIENTAL: CARACTERIZAÇÃO  
ANATÔMICA E MODELAGEM DE  
CRESCIMENTO**

**LAVRAS-MG**

**2014**

**MARCELA GOMES DA SILVA**

***Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (HUBER EX DUCKE) BARNEBY  
(PARICÁ) NA AMAZÔNIA ORIENTAL: CARACTERIZAÇÃO  
ANATÔMICA E MODELAGEM DE CRESCIMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de concentração em Madeira como Matéria-Prima, para a obtenção do título de Doutora.

Dr. Fábio Akira Mori  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silva, Marcela Gomes da.

*Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* Huber ex Ducke.

Barneby (paricá) na Amazônia Oriental: Caracterização  
anatômica e modelagem de crescimento / Marcela Gomes da  
Silva. – Lavras : UFLA, 2014.

137 p.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador(a): Fábio Akira Mori.

Bibliografia.

1. Paricá. 2. Anatomia da madeira. 3. Propriedade física. 4.  
Dendrocronologia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**MARCELA GOMES DA SILVA**

***Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (HUBER EX DUCKE) BARNEBY  
(PARICÁ) NA AMAZÔNIA ORIENTAL: CARACTERIZAÇÃO  
ANATÔMICA E MODELAGEM DE CRESCIMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de concentração em Madeira como Matéria-Prima, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 17 de dezembro de 2014.

Dra. Gracialda Costa Ferreira UFRA

Dra. Ana Carolina Maioli Campos Barbosa UFLA

Dra. Cláudia Lopes Selvati de Oliveira Mori UFLA

Dr. Evaristo Mauro de Castro UFLA

Dr. Fábio Akira Mori  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2014**

Agradeço a Deus por ter me dado condições de lutar e sempre seguir em frente na busca dos meus objetivos. Aos meus pais, por toda dedicação, amor e pelos exemplos de vida que contribuíram para minha formação profissional, mas principalmente, do meu caráter e dos meus valores. Aos meus irmãos, pela torcida e incentivo.

### **Ofereço**

*Às minhas filhas amadas Maria Helena e Catarina.  
Ao Peter, pelo amor e companheirismo.*

### **Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia pela minha liberação e oportunidade de cursar o doutorado.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira em nível de doutorado.

Ao meu orientador, Prof. Fábio Akira Mori, pela orientação durante esses anos, pelo respeito, incentivo e confiança.

Ao meu coorientador, Prof. Lourival Marin Mendes, pelas conversas sempre enriquecedoras e pela confiança na minha amizade.

À minha coorientadora e amiga, Gracialda Costa Ferreira, pela imensa ajuda, tanto na vida profissional quanto na pessoal.

À professora Ana Carolina Maioli Campos Barbosa, pelos exemplos de competência, simplicidade e apoio em todos os momentos em que fui procurá-la.

À Cláudia Selvati de Oliveira Mori, pelas palavras sempre incentivadoras e pela amizade.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, pelo conhecimento transmitido.

Ao Projeto Restauração e Produção de Florestas Sustentáveis para o estado do Pará, pelo apoio financeiro nas viagens de coletas.

Às empresas Cikel Brasil Verde Ltda, Grupo Concrem e Fazenda Cipó, pelo apoio logístico nas coletas das amostras para a realização deste trabalho.

À professora e amiga Lia de Oliveira Melo, pela amizade, apoio e troca de experiências, especialmente nas análises estatísticas.

Ao pesquisador João Olegário Carvalho, pela atenção e proveitosas sugestões para melhoria do trabalho.

À minha amiga Amélia Guimarães Carvalho, que sempre me ajudou e contribuiu, com alegria e bom humor nos momentos mais difíceis.

Aos amigos e colegas de curso, em especial, Pedro Paulo Braga, Alessandra Ribeiro, Thiago de Paula Protásio, Luís Eduardo Melo, Rafael Mendes, Selma Goulart, Renata Mauri e Cassiana Ferreira, pela imensa ajuda nas interpretações dos resultados.

Aos estagiários e parceiros de trabalho, Eduardo Zavarize (Universidade do estado do Maranhão – UEMA) e Marina Rates (UFLA), no apoio a coleta das amostras e obtenção dos dados. Meu muito obrigada!

Ao Wilson de Almeida (Melão), pelo grande apoio no preparo das amostras.

Às secretárias, Cristiane Carvalho (CTM) e Francisca Corrêa (DCF), pelo acolhimento e gentileza em todas as horas.

A todos os amigos e colegas, meus agradecimentos por todos os momentos de aprendizagem e descontração.

## RESUMO GERAL

Objetivando o conhecimento das características anatômicas, física e a taxa de crescimento de árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), na Amazônia Oriental, foram realizados estudos das propriedades anatômicas e física, e avaliações do crescimento dessa espécie de ocorrência nativa e de povoamentos homogêneos de diferentes idades. Para os estudos anatômicos seguiu-se as normas da Commission Panamericana de Normas Técnicas - COPANT (1974) e International Association of Wood Anatomists Committee - IAWA Committee (1989), bem como a norma ABNT NBR 11941 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2003) para análise física. Para avaliação da taxa de crescimento, foram realizadas demarcação e medição dos anéis de crescimento pelo sistema de medição LINTAB 6 Scientific, utilizando-se o programa Series Analysis and Presentation. O crescimento em diâmetro das árvores foi estimado por meio de regressão não linear, o volume estimado por meio de equação ajustada, e a altura por meio de regressão simples. No estudo qualitativo anatômico, não houve diferença entre árvores plantadas e nativas. Para os povoamentos homogêneos, houve efeito entre as idades e os municípios nas características anatômicas, quantitativas e de densidade básica. A madeira das árvores de paricá de plantio e de florestas nativas apresentou anéis de crescimento demarcados pela presença de faixa de parênquima marginal espessamento da parede das fibras. O incremento de paricá pode ser determinado por meio do estudo de anéis de crescimento.

Palavras-chave: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. Anatomia da madeira. Crescimento de árvores.

## GENERAL ABSTRACT

Aiming at the knowledge of the anatomic and physical traits and the growth rate of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) trees in Oriental Amazon, we performed studies on the anatomic and physical properties as well as evaluations of growth for this species of native occurrence and homogeneous stands of different ages. For the anatomic studies we followed the COPANT (1974) and IAWA committee (1989) norms in addition to the ABNT NBR 11941 (2003) norms for physical analyses. To evaluate the growth rate, we demarked and measured the growth rings with the LINTAB 6 Scientific measuring system using the Series Analysis and Presentation program. The growth in diameter of the trees was estimated by means of non-linear regression, the volume estimated by adjusted equation and the height by simple regression. In the qualitative anatomic study, there was no difference between native and planted trees. For the homogeneous stands, there was effect between the ages and the municipalities regarding the quantitative anatomic traits and basic density. The wood from planted and native paricá trees presented growth rings marked by the presence of marginal parenchyma band thickening of the fiber wall. The increment of paricá can be determined by means of studying the growth rings.

Keywords: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. Wood anatomy. Tree growth.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1 Aspectos dendrológicos de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby). A-Árvore típica; B e C: folha e flor.....21
- Figura 2 Aspectos da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) A-Toras; B-Discos; C e D- Compensados e lâminas de paricá .....23
- Figura 3 Mapa mostrando a localização das instituições de pesquisa e das áreas de estudo dos (principais) trabalhos publicados entre 1998 a 2014 .....25

### CAPÍTULO 2

- Figura 1 Localização e distância entre os municípios de coleta das árvores de *Schizolobium parahybum* var. *amazonicum* em plantios florestais no estado do Pará .....51
- Figura 2 Esquema de amostragem dos discos nas árvores e localização dos corpos de prova de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) .....53
- Figura 3 Localização e distância entre os municípios de coleta das árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em florestas nativas no estado do Pará.....54
- Figura 4 Lenho de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby). (A e B): secções transversais evidenciando camadas de crescimento distintas (setas) demarcadas por fibras espessadas e faixa de parênquima no final do lenho tardio. C: secção longitudinal tangencial mostrando pontoações

	guarnecidas. D: secção radial com fibras septadas (seta). E e F: secção radial mostrando cristais em células do parênquima axial (setas). Ge H: parênquima axial com grãos de amido (setas). Barra = 200 $\mu\text{m}$ , (A, B, G e H), Barra = 2 $\mu\text{m}$ , (C), Barra = 50 $\mu\text{m}$ , (D, E, F) .....	60
Figura 5	Valores médios de densidade básica da madeira de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em relação a diferentes idades e locais de coleta, no estado do Pará. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.....	71
Figura 6	Efeito da idade na densidade básica da madeira de paricá comparando em as regiões. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de significância.....	72
Figura 7	Efeito da região na densidade básica da madeira de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) de povoamento nativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de significância.....	73

### CAPÍTULO 3

Figura 1	Mapa de localização e distância entre os municípios de coleta das árvores de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> plantado e nativo.....	87
Figura 2	Esquema de amostragem dos discos nas árvores .....	89
Figura 3	Fases de preparação das amostras de madeira de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) para determinação dos anéis de crescimento. a: Disco sem polimento; b: polimento do disco com lixadeira orbital manual;	

	c: Marcação dos raios; d: Contagem dos anéis de crescimento sob lupa esteriomicroscópica; e: Disco polido; f: Mensuração das larguras dos anéis utilizando o programa LINTAB 6 Scientific.....	91
Figura 4	Estrutura microscópica e macroscópica dos anéis de crescimento de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby). Seta cheia a direita indica parênquima marginal; Seta cheia a esquerda espessamento da parede da fibra. Setas vazias a esquerda indica alargamento dos raios no limite dos anéis .....	94
Figura 5	Comportamento do crescimento em diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios no estado do Pará.....	98
Figura 6	Ajuste do crescimento em diâmetro altura do peito (DAP) de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios no estado do Pará .....	99
Figura 7	Gráfico de resíduo do modelo logístico para ajuste do crescimento diamétrico de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em plantio no estado do Pará.....	100
Figura 8	Crescimento em diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios localizados no estado do Pará.....	101
Figura 9	Taxa de incremento corrente em diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios localizados no estado do Pará.....	102

Figura 10	Incremento médio anual em diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios localizados no estado do Pará.....	103
Figura 11	Comportamento do crescimento em diâmetro de árvores nativas de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) na região amazônica.....	106
Figura 12	Comportamento do crescimento em diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em florestas nativa.....	107
Figura 13	Gráfico de resíduo do modelo logístico para ajuste do crescimento diamétrico em paricá nativo.....	108
Figura 14	Crescimento em diâmetro de árvores nativas de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em diferentes localidades no estado do Pará.....	109
Figura 15	Taxa de incremento corrente em diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nativo proveniente de três municípios da Amazônia.....	110
Figura 16	Incremento médio anual em diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nativo proveniente de três municípios da Amazônia.....	111
Figura 17	Incremento corrente (A) e médio de árvores (B) de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nativo provenientes de três municípios da Amazônia...	115
Figura 18	Incremento corrente (A) e médio de plantios (B) de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) provenientes de três municípios da Amazônia .....	117
Figura 19	Relação hipsométrica de árvores de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby).....	118

Figura 20	Gráfico de resíduo do modelo hipsométrico de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby).....	120
Figura 21	Crescimento volumétrico comercial médio das árvores de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios de diferentes municípios da região Amazônica.....	121
Figura 22	Incremento corrente e médio volumétrico de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nos municípios (A) Dom Eliseu, (B) Paragominas (C) Rondon do Pará .....	123
Figura 23	Crescimento volumétrico comercial médio das árvores de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nativo na região Amazônica .....	127
Figura 24	Incremento corrente e médio volumétrico de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nos municípios (A) Baião, (B) Pau D'Arco (C) Marabá .....	129

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1 Valores médios das dimensões das fibras (espessura do lume, espessura da parede e comprimento) da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) plantado aos 4; 5 e 6 anos em diferentes localidades, no estado do Pará .....61
- Tabela 2 Valores médios das dimensões dos elementos de vaso (frequência /poro, comprimento e diâmetro) da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) plantado aos 4; 5 e 6 anos em diferentes localidades, no estado do Pará .....64
- Tabela 3 Características das fibras da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) de árvores provenientes de floresta nativa em diferentes localidades no estado do Pará.....67
- Tabela 4 Características dos vasos da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) de árvores provenientes de floresta nativa em diferentes localidades no estado do Pará.....69

### CAPÍTULO 3

- Tabela 1 Dados edafoclimáticos dos locais de coleta .....88
- Tabela 2 Valores médios, máximos e mínimos do diâmetro de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios florestais nas diferentes localidades na idade de 6 anos, no estado do Pará.....96

Tabela 3	Valores dos coeficientes, erro padrão e probabilidade (Pr) do modelo não linear logístico para diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) plantado.....	99
Tabela 4	Valores médios, máximos e mínimos de diâmetro de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nativo em diferentes localidades na idade de 6 anos....	104
Tabela 5	Valores dos coeficientes, erro padrão e probabilidade (Pr) do modelo não linear logístico para diâmetro de paricá nativo.....	107
Tabela 6	Valores médios de altura comercial média (H méd), máxima (H max), mínima (H mín), desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nas idades de 4, 5 e 6 anos em plantios comerciais no estado do Pará.....	113
Tabela 7	Análise de Variância do modelo hipsométrico de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby).....	119
Tabela 8	Valores dos coeficientes, erro padrão e probabilidade (Pr) do modelo ajustado para altura de paricá.....	119
Tabela 9	Média do volume comercial dos plantios de paricá em diferentes municípios da região Amazônica.....	121
Tabela 10	Média do crescimento volumétrico comercial das árvores de <i>Schyzolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke. Barneby) nativo .....	126

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1</b> Introdução Geral.....	18
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
<b>2.1</b>	<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke, Barneby).....	20
<b>2.2</b>	Anatomia da madeira.....	27
<b>2.3</b>	Propriedade física - Densidade .....	28
<b>2.4</b>	Influência da idade nas propriedades da madeira .....	29
<b>2.5</b>	Influência do local (Ambiente) nas propriedades da madeira .....	30
<b>2.6</b>	Crescimento e produção florestal .....	32
<b>2.6.1</b>	Fontes usuais de dados para estudos de crescimento e produção florestal.....	33
<b>2.7</b>	Dendrocronologia.....	33
<b>2.7.1</b>	Dendrocronologia aplicada no manejo florestal.....	36
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37
	<b>CAPÍTULO 2</b> Estudo anatômico e físico da madeira de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby (paricá) provenientes de povoamentos nativos e comerciais da Amazônia Oriental.....	46
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	48
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	51
<b>2.1.1</b>	Coleta das amostras -Floresta Plantada .....	51
<b>2.1.2</b>	Coleta das amostras - Floresta Nativa .....	53
<b>2.2</b>	Análises Anatômicas.....	55
<b>2.3</b>	Propriedades Física – Densidade .....	56
<b>2.4</b>	Análises dos dados.....	57
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	59
<b>3.1</b>	Descrição microscópica da madeira de paricá .....	59
<b>3.2</b>	Descrição microscópica quantitativa da madeira de paricá de povoamento plantado .....	61
<b>3.3</b>	Descrição microscópica quantitativa da madeira de paricá de povoamento nativo .....	67
<b>3.4</b>	Avaliação da densidade básica da madeira de <i>Schizolobium parahybum</i> var. <i>amazonicum</i> de ocorrência natural e de povoamento homogêneo de diferentes idades.....	70
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	75
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	76

	<b>CAPÍTULO 3 Determinação do incremento de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby por meio da análises dos anéis de crescimento da madeira .....</b>	<b>83</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>87</b>
<b>2.1</b>	<b>Coletas e preparo das amostras .....</b>	<b>87</b>
<b>2.2</b>	<b>Caracterização anatômica dos anéis de crescimento.....</b>	<b>90</b>
<b>2.3</b>	<b>Análises dos anéis de crescimento.....</b>	<b>90</b>
<b>2.4</b>	<b>Análise de dados/ modelagem do crescimento.....</b>	<b>92</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>94</b>
<b>3.1</b>	<b>Delimitação dos anéis de crescimento de paricá plantado e nativo.</b>	<b>94</b>
<b>3.2</b>	<b>Crescimento diamétrico de paricá em florestas plantadas.....</b>	<b>95</b>
<b>3.3</b>	<b>Crescimento diamétrico de paricá em florestas nativas.....</b>	<b>104</b>
<b>3.4</b>	<b>Crescimento em altura comercial de paricá em florestas plantadas e nativas .....</b>	<b>112</b>
<b>3.5</b>	<b>Crescimento volumétrico de plantios de paricá.....</b>	<b>120</b>
<b>3.6</b>	<b>Crescimento volumétrico de paricá nativo .....</b>	<b>125</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>130</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>131</b>

## **CAPÍTULO 1 Introdução Geral**

### **1 INTRODUÇÃO**

A demanda por madeira no mundo vem aumentando nos últimos anos, e tende a continuar crescendo. Embora no Brasil ainda exista uma relativa facilidade na obtenção de madeira tropical, a tendência é que esse cenário mude com o passar dos anos, devido ao crescimento populacional e à utilização indiscriminada dessa matéria prima. Uma das alternativas para mudar esse cenário seria a adoção de política adequada de desenvolvimento e manejo sustentado das florestas nativas, aproveitando de uma forma racional o potencial apresentado pela região Amazônica, e também com a expansão das áreas com florestas plantadas. Essa atividade já vem sendo implementada, devido a dificuldade de obtenção desse recurso florestal. Os empresários locais buscam essa alternativa para continuarem suas atividades, investindo em plantios homogêneos, com espécies de rápido crescimento e elevado valor comercial.

*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, conhecida comumente como paricá, é a que mais se destaca em plantios homogêneos na Amazônia, é a primeira espécie nativa do país a ser cultivada em plantios comerciais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2012). O seu rápido crescimento, principalmente nos primeiros anos de vida, a qualidade da sua madeira para as indústrias de laminação e seu alto rendimento quando comparado a outras espécies nativas usadas na indústria de compensado, são algumas das características que colocaram o paricá no ranking da espécie nativa da Amazônia mais plantada no Brasil. Vale ressaltar, que o sucesso dos plantios desta espécie só foi possível devido a inovações tecnológicas de equipamentos desenvolvidos

para o processamento da sua madeira, o que contribuiu sobremaneira, para o uso de árvores com menor diâmetro e o aproveitamento quase total das toras.

As pesquisas realizadas com o paricá ao longo dos anos apontam o seu potencial silvicultural e tecnológico, demonstrando sua viabilidade técnica-econômica para o reflorestamento. Porém, ainda existe uma carência de estudos sobre as características anatômicas e física da madeira desta espécie, bem como dados sobre o crescimento em diâmetro, o que afeta na formação da madeira e a qualidade resultante, tanto em povoamentos plantados comercialmente, como nativos. Estas pesquisas são importantes, pois servem como bases para contribuição em programas de melhoramento genético para a espécie no Brasil e na utilização tecnológica desta madeira.

Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral determinar as características anatômicas, física e a taxa de crescimento das árvores de paricá, tanto de ocorrência natural, bem como de plantios em diferentes localidades e idades, a fim de gerar informações às indústrias madeireiras e, assim, contribuir para a comercialização de matéria-prima de melhor qualidade nos mercados nacional e internacional.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby)

*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby), também conhecida popularmente na Região Amazônica como paricá, bandarra, faveira, guapuruvu-da-Amazônia, pertence à Leguminosae-Caesalpinoideae. É considerada uma árvore de grande porte (de 20 a 30m de altura) e de acordo com Ducke (1949), ocorre em mata primária e secundária de terra firme e em várzea.

Segundo Souza, Carvalho e Ramos (2005) ocorre naturalmente em toda a Região Amazônica, que engloba as partes brasileiras, peruana, boliviana e venezuelana (CARVALHO; VIÉGAS, 2004). No Brasil, é encontrada nos estados do Pará, Mato Grosso, Amazonas, Rondônia e Roraima. Para Silva e Leão (2006), o paricá é uma espécie que possui tempo de vida curto a médio, quando comparada às espécies clímax. A árvore é de grande porte, com fuste reto e desprovido de ramificações (Figura 1), assemelha-se bastante ao *Schizolobium parahyba*, conhecida popularmente como guapuruvu, principalmente no que se refere ao crescimento e ao emprego de sua madeira.



Figura 1 Aspectos dendrológicos de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby). A-Árvore típica; B e C: folha e flor

Segundo Alvino et al. (2005) o paricá tem sido muito explorado, tanto em áreas de vegetação natural quanto em áreas abandonadas, como matéria-prima para a indústria de compensados. Sua exploração na capoeira é possível graças as suas altas taxas de regeneração e rápidocrescimento.

Conforme Quisen et al. (1999), o paricá possui crescimento inicial vigoroso, chegando aos quinze anos com 55 cm de Diâmetro à Altura do Peito (DAP), e aproximadamente 150 a 340 m<sup>3</sup>/hectare, dependendo da densidade do plantio.

De acordo com dados da ABRAF (2012), a taxa de crescimento do paricá é, em média, de 30 a 35m<sup>3</sup>/ha/ano, sendo superior aos valores de crescimento das espécies de *Pinus* que é de 25 a 30 m<sup>3</sup>/ha/ano e de *Tectona*

*grandis* com 15 a 20 m<sup>3</sup>/ha/ano, perdendo somente para espécies de *Eucalyptus* pode chegar a 50 m<sup>3</sup>/ha/ano em algumas áreas. Vale ressaltar, que essa taxa de crescimento do paricá é sem nenhuma adoção de programas de melhoramento genético, comumente utilizados nos plantios em larga escala no Brasil.

Segundo Ruivo et al. (2007) um plantio de paricá com quatro anos de idade, atinge em média valores de 15 cm de DAP em solos não tratados, e valores médios de 21 cm de DAP em solos que recebem tratamentos silviculturais, chegando a atingir até 27 cm de DAP.

Existem diferentes tipos de área onde o plantio de paricá pode ser implantado. Podem ser escolhidas áreas como pastagens degradadas, abandonadas ou encapoeiradas, capoeiras de pouca idade ou de cultivo de grãos não mais usadas. Para Bianchitti, Teixeira e Martins (1997), o ideal é aproveitar alguma área que não esteja mais sendo ocupadas com lavoura ou pastagem.

O espaçamento utilizado atualmente, pelas principais empresas reflorestadoras do Brasil, tem sido escolhido para possibilitar a mecanização das atividades de implantação, manutenção e exploração dos maciços florestais, motivo pelo qual se tem dado preferência aos espaçamentos com aproximadamente 3 m entre as linhas (BERNARDO, 1995).

Em relação a sua madeira, segundo Lobão (2012) e Vidaurre (2010), o paricá possui madeira leve a moderadamente densa (0,25 g.cm<sup>-3</sup> a 0,51 g.cm<sup>-3</sup>). Conforme Souza, Carvalho e Ramos (2005), a madeira é macia, leve, com textura grossa, grã direita e irregular, de cor cerne creme-avermelhado e albarno creme-claro (Figura 2). Apresenta processamento fácil e recebe bom acabamento, mas possui baixa durabilidade natural.



Figura 2 Aspectos da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) A-Toras; B-Discos; C e D- Compensados e lâminas de paricá

De acordo com Corandine Muniz (1993), a madeira de paricá é indicada para embarcações, embalagens, paletes, brinquedos, artigos de esporte e palitos de fósforo, porém, sua maior utilização é na produção de lâminas para compensados (Figura 2).

Para Siviero (2006) o paricá apresenta grande potencial para o processamento de sua madeira, uma vez que possui facilidades quanto à retirada da casca, laminação, secagem, prensagem e excelente acabamento. Além disso, o rendimento é positivo, obtendo-se no processo de laminação 80% de aproveitamento da madeira contra 55%, em média, para diversas outras espécies da floresta natural.

Em virtude do seu rápido crescimento e da sua capacidade de se adaptar às diversas condições edafoclimáticas, às características da madeira, apropriada para a indústria de lâminas e compensados, bem como do seu valor econômico, o paricá tem sido a espécie nativa mais cultivada nas áreas de reflorestamento da região amazônica (MARQUES; YARED; SIVIERO, 2006).

Foram consultados um total de 50 trabalhos sobre o paricá, publicados entre 1998 a 2014, incluindo artigos científicos, artigos de revisões, trabalhos apresentados em congressos, notas técnicas, monografias, dissertações e teses. A maior parte dos trabalhos se encontra na forma de artigo científicos (35%), dissertações e teses (31%).

Com base em uma análise mais detalhada, fez-se possível observar que quase 80% dos trabalhos foram realizados com paricá provenientes de plantios florestais. A Figura 3 apresenta a localização das áreas de estudo desses trabalhos, bem como a localização das instituições em que foram realizados.

Entretanto, as pesquisas existentes sobre o uso da espécie e o seu comportamento em plantios e em florestas nativas ainda não são suficientes, quando comparadas com estudos de espécies que são amplamente utilizadas no setor florestal brasileiro, tais como *Pinus* e *Eucalyptus*.

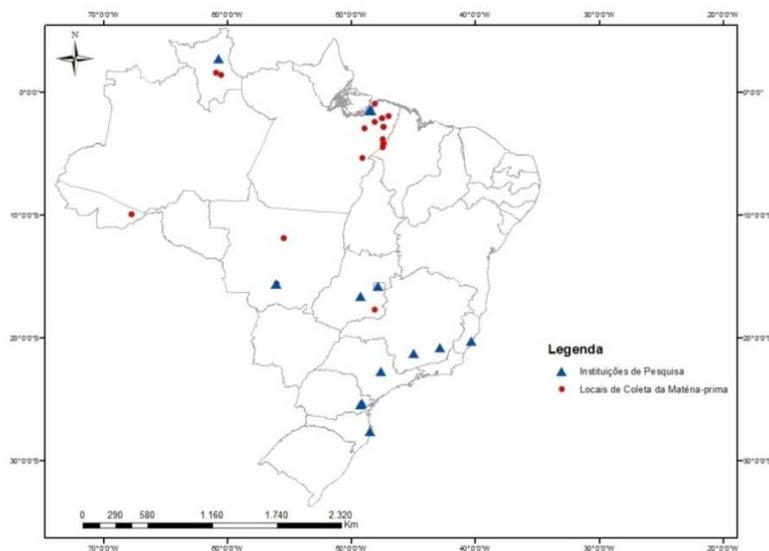


Figura 3 Mapa mostrando a localização das instituições de pesquisa e das áreas de estudo dos (principais) trabalhos publicados entre 1998 a 2014

Dentre os trabalhos existentes com o paricá, provenientes tanto de florestas plantadas, quanto de nativas, em sua maioria são na área de silvicultura, que vem sendo realizados desde a década de 1970, quando diversos experimentos foram instalados em várias regiões da Amazônia (Figura 4). Esses resultados preliminares já demonstravam que a espécie era de fácil propagação por semente, e apresentava rápido crescimento (AMATA, 2009). Nos últimos anos, o estudo nessa área vai desde procedência de sementes, preparo de mudas, adubação e espaçamentos (CARVALHO, 2007; MATOS et al., 2009; MONTEIRO, 2013; OHASHI, 2005; SANTOS, 2012). Mais riquezas de informações sobre o desenvolvimento e cultivo dessa espécie estão nos trabalhos realizados por Rosa (2006).

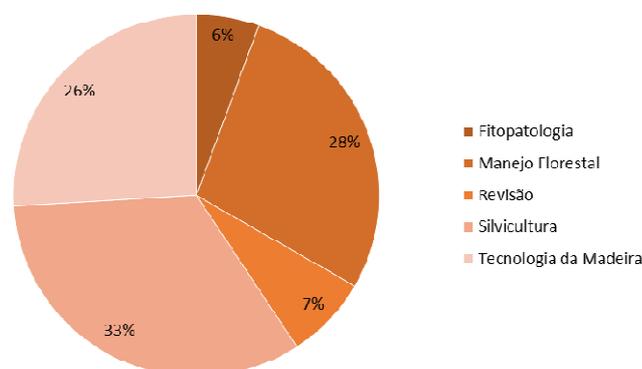


Figura 4 Proporção de trabalhos realizados por áreas de pesquisas com *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby)

Em relação ao estudo na área de tecnologia da madeira, a maioria dos trabalhos refere-se ao seu principal produto “lâminas para produção de compensados” (BIACHE, 2009; COLLI, 2007; IWAKIRI et al., 2010a, 2010b; STELLA, 2009). Também existem trabalhos diversificando o uso desta madeira para a produção de carvão, polpa celulósica e madeira laminada colada (TEREZO; SZÜCS, 2010; VIDAURRE, 2010; VIDAURRE et al., 2012), porém, foram encontrados poucos trabalhos dando ênfase às propriedades físicas e anatômicas do paricá.

Pesquisas referentes ao manejo florestal do paricá, mais especificamente na parte da dendrocronologia aplicada ao manejo, só foram encontradas três, que tratam desse assunto, realizados por Corteletti (2013), Lobão et al. (2012) e Silva et al. (2013). O primeiro autor estudou a formação dos anéis de crescimento em árvores de paricá nativo e, os outros autores avaliaram o crescimento dessa espécie em plantios, por meio da análise dos anéis de crescimento.

## 2.2 Anatomia da madeira

Durante a formação da madeira, numerosos fatores, tanto internos quanto externos à árvore, conduzem a variações no tipo, número, tamanho, forma, estrutura física e constituição dos seus elementos. Para Burger e Richter (1991), nem mesmo dois pedaços de madeira da mesma espécie são absolutamente iguais. Estas diferenças podem ser atribuídas às condições ecológicas do local onde o vegetal cresce, à localização da amostra no tronco (altura, distância da medula, posição do anel decrescimento), aos defeitos da madeira, dentre outros. Esau (1959 apud BURGER; RICHTER, 1991) afirma que a composição do lenho, a estrutura e a organização de seus elementos constituintes são os fatores que determinam as propriedades físicas da madeira e a sua aptidão para uso comercial.

Os estudos anatômicos possibilitam a identificação das espécies e, mais do que isso, fornecem informações sobre a estrutura do lenho, permitindo identificar as relações entre o lenho e as características gerais da madeira (SILVA et al., 2007). Já Latorraca e Albuquerque (2000), afirmam que o ambiente e a sua manipulação podem vir a afetar as características da madeira e em consequência sua qualidade.

Segundo Oliveira (2009), a caracterização anatômica das madeiras é de fundamental importância para a determinação de seu aproveitamento tecnológico. Considera-se, que as dimensões, as frequências e o arranjo dos elementos anatômicos, têm grande influência sobre as propriedades da madeira.

Terezo e Szücs (2010) e Vidaurre (2010) realizaram pesquisas sobre a anatomia do paricá, porém ambos deram ênfase ao estudo das fibras. O primeiro autor visando a utilização dessa espécie para polpa celulósica, e o segundo, a utilização em estrutura de madeira laminada colada.

### 2.3 Propriedade física - Densidade

De acordo com Bodig (1993), devido ao seu caráter de origem natural, a madeira apresenta propriedades físicas distintas, ou seja, com um elevado grau de variabilidade. Essa variação é parte resultante da interação entre o crescimento e outras variáveis, dentre elas, o clima, solo, disponibilidade de água e de nutrientes. Para Panshin e De Zeeuw (1980), esta é uma característica resultante da interação entre as propriedades químicas e anatômicas da madeira. Portanto, as variações na densidade são provocadas por diferenças nas dimensões celulares, pelas interações entre esses fatores, e pela quantidade de componentes químicos presentes na mesma.

A densidade representa a quantidade de material lenhoso por unidade de volume ou do volume dos espaços vazios presentes na madeira, sendo um índice significativamente utilizado para avaliar a viabilidade do emprego da madeira para diversas finalidades (LIMA et al., 2000; VALÉRIO et al., 2008).

Para Silva et al. (2004) a densidade da madeira é o resultado de uma complexa combinação dos seus constituintes anatômicos, sendo uma propriedade muito importante que fornece informações sobre as características desta, devido a sua íntima relação com várias outras propriedades, para qualificar a madeira nos segmentos da atividade industrial. Segundo Kollmann e Côté (1968), as variações de densidade se devem às diferenças na estrutura anatômica da madeira e na quantidade de substâncias extrativas presentes por unidade de volume, em função principalmente, da idade da árvore, genótipo, índice de sítio, clima, localização geográfica e tratamentos silviculturais.

É uma das propriedades que contribui com um maior número de informações sobre as suas características, devido a sua relação com sua resistência e rigidez. É dependente da parede celular, das dimensões e dos tipos de células e, em menor quantidade, de componentes extraíveis presentes por

unidade de volume (HAYGREEN; BOWYER, 1982 apud MELO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007; PANSHIN; DE ZEEUW, 1980). No entanto, segundo Brasil et al. (1977 apud OLIVEIRA; SILVA,2003), a densidade não deve ser isoladamente considerada como um único índice de qualidade da madeira. A composição química e as características anatômicas também devem ser avaliadas.

#### **2.4 Influência da idade nas propriedades da madeira**

A madeira possui diferentes tipos de células, adaptadas a desempenharem funções específicas. As variações nos elementos anatômicos e nas suas composições químicas e físicas são consideradas grandes entre espécies, embora dentro da mesma espécie elas também ocorram, em função principalmente da idade, fatores genéticos e ambientais. Dentro de uma mesma árvore, ocorrem variações significativas na altura do tronco e na direção da medula até a casca. Além disso, existem diferenças entre o cerne e o alborno, madeira de início e fim de estação de crescimento e, em escala microscópica, entre células individuais.

De acordo com Mallan (1995), existe variação de árvore para árvore, como também dentro de troncos individuais. Para o autor, a variação no sentido radial é a mais importante, sendo a extensão desta variação determinada pela presença da madeira juvenil, sua proporção no tronco, suas características físico-químicas e anatômicas. As variações que ocorrem durante o período juvenil estão relacionadas principalmente com as dimensões celulares, a organização da parede celular e as características físico-químicas da madeira.

Segundo Terezo e Szücs (2010), devido a novas exigências do mercado, a procura por material de melhor qualidade tem sido visada por indústrias moveleiras e setores da construção civil. Há um grande esforço de pesquisadores

brasileiros em adequar novas tecnologias de processamento às espécies já empregadas, e inserir melhores critérios de classificação e melhoramento genético, visando a obtenção de material adequado. A madeira proveniente de florestas plantadas de rápido crescimento deve ser considerada de maneira diferenciada, quando comparada àquela de longo ciclo de crescimento.

Conforme Silva (2002) o fator tempo está intimamente ligado à heterogeneidade da madeira de uma mesma árvore. Assim, esse fator agindo em simultaneidade com a qualidade genética e o nível de melhoramento da árvore, a variação entre procedências, as condições ambientais, os tratamentos silviculturais, o sítio e o controle de pragas e doenças, acarreta na variabilidade das características da estrutura e propriedade do lenho.

Para Klock (2000), os estudos sobre a qualidade da madeira devem levar em consideração as variações da idade da mesma, que implicam na existência de grandes diferenças em suas propriedades, cujas causas são difíceis de serem identificadas isoladamente, devido à multiplicidade de fatores e à grande interação entre eles.

## **2.5 Influência do local (Ambiente) nas propriedades da madeira**

O crescimento das plantas lenhosas é influenciado pelos fatores solo, água, aeração do solo, temperatura, variações no comprimento dos dias, latitude, ou mesmo por fatores inerentes a cada espécie. Segundo Brown (1974), Koslowski e Pallardy (1997), Kramer e Koslowski (1960) e Larcher (2000), o crescimento das plantas lenhosas dependem mais do suprimento de água do que de qualquer outro fator ambiental.

Além de grande importância no crescimento das árvores, a água influencia, direta ou indiretamente, na quantidade e qualidade da madeira. Em tempos com abundante precipitação, notam-se elementos do xilema com grandes

diâmetros e paredes finas. A perda do turgor provavelmente inibe o alargamento das iniciais de xilema e o estresse hídrico parece ter efeitos diretos no desenvolvimento de paredes celulares das células derivadas (KOZLOWSKI; KRAMER; PALLARDY, 1991).

Para Bass (1973), além do fator disponibilidade de água, outros fatores ambientais influenciam diretamente na estrutura anatômica da madeira. Essa interferência pode ocorrer em um curto espaço de tempo, atuando na variação fenotípica, e também, a longo prazo, atuando durante o período evolutivo de seleção natural das espécies, em que geneticamente as espécies melhor adaptadas anatomicamente são favorecidas.

Segundo Carlquist (1975), existe uma interação entre a anatomia da madeira e os fatores ecológicos e genéticos que atuam sobre a atividade cambial e a morfogênese do xilema secundário, que podem modificar a estrutura, as propriedades e a qualidade da madeira.

Trabalhos relacionados à interação planta X ambiente, mostram que as plantas possuem plasticidade na organização anatômica do lenho, que permitem as espécies sobreviverem em locais com características ambientais contrastantes, como demonstrado por Baas (1973) e Oever, Baas e Zandee (1981), ao analisar espécies de ampla distribuição.

Segundo Foelkel (1985), o ambiente é um dos fatores que influenciam a variabilidade da madeira. Porém, há casos em que as diferenças entre ambientes não alteram expressivamente os valores de densidade básica das populações amostradas. Mora et al. (1978) verificaram que as médias de densidade básica de árvores de *E. grandis* selecionadas em Mogi Guaçu, SP e Salto, SP não diferiram entre si, embora as condições ecológicas existentes fossem diferentes.

Estudos que relacionam variações geográficas com características de espécies arbóreas chegam à conclusão comum de que árvores da mesma espécie

variam em suas características anatômicas dentro de uma população (BURLEY, 1982).

## **2.6 Crescimento e produção florestal**

Segundo Vanclay (1994), é de grande interesse florestal a inferência correta sobre o crescimento de uma árvore ou povoamento, sendo possível usar essas informações para definir a rotação silvicultural e prognosticar a produção florestal, dentre outras informações. Para Scolforo (2006) o crescimento de uma árvore é o mais importante fenômeno na floresta, é o ponto central para o manejo de povoamentos florestais. O estudo do crescimento e da produção, e o entendimento deste processo na floresta são ferramentas básicas para um posterior planejamento do manejo florestal, devido à necessidade de se obter prognósticos da produção futura com base em poucas medições.

De acordo com Encinas, Silva e Pinto (2005), o ritmo de crescimento de uma árvore está relacionado com fatores fisiológicos externos, e pelo tempo. A respeito do tempo, este sempre vai estar ligado ao crescimento, e é por este motivo que se procura conhecer a idade de uma árvore.

Diversas metodologias e modelos de crescimento foram desenvolvidos para a aferição do crescimento de uma árvore. Destas, se destacam o incremento corrente anual (ICA) e o incremento médio anual (IMA). O ICA é a diferença entre as dimensões de uma árvore, ou a produção por unidade de área, medidas no fim e no início de um ano de crescimento, ou seja, é a expressão do crescimento de uma árvore, ou de um povoamento, de um ano para outro. Por outro lado, o IMA é o acréscimo médio anual em qualquer idade, sendo obtido pela razão entre a variável mensurada e a idade da árvore. Por este motivo, ao ser utilizado, deve-se sempre mencionar a idade e o sítio em que este foi quantificado (SCOLFORO, 2006).

### **2.6.1 Fontes usuais de dados para estudos de crescimento e produção florestal**

De acordo com Campos e Ribeiro (1987) existem três fontes principais de dados para estudos de crescimento e produção: parcelas permanentes, parcelas temporárias e análise de tronco. Para Finger (1992) avaliar a produção por meio de unidades amostrais permanentes implica na tomada de dados de longos períodos de tempo, acarretando em altos custos e demora em obtenção de dados confiáveis, porém, não necessita de uma amostragem muito ampla. Esta fonte de dados deverá ser sempre utilizada, pois permite a validação de modelos por meio da comparação da produção entre e dentro das parcelas. Já para Campos e Leite (2009) o estudo de crescimento e produção florestal por meio de parcelas temporárias é pouco eficiente do ponto de vista estatístico, devendo ser evitada em modelagem dependente do tempo. Para os autores, as análises de tronco, até certo ponto, substituem o emprego de parcelas permanentes, como fonte de dados para estudos de crescimento e produção florestal. Essa técnica permite verificar como uma árvore cresce, em altura e diâmetro, e como ela muda de forma à medida que aumenta em volume. Ao realizar uma análise de tronco, medições dos anéis de crescimento são feitas em seções horizontais do tronco, permitindo o emprego de árvores já maduras para se obter informações de árvores velhas e novas.

### **2.7 Dendrocronologia**

A palavra dendrocronologia provém do grego: “dendros” significa “árvore”, “cronos” quer dizer “tempo” e “logos” é “ciência”. É o campo das ciências florestais que se concentra no estudo de anéis ou camadas de crescimento da madeira e sua relação com a idade da árvore, incluindo a

aplicação das informações registradas na sua estrutura anatômica, para estudos ambientais e históricos (BOTOSSO; MATTOS, 2002; CORREA, 2003; KAENNEL; SCHWEINGRUBER, 1995; LISI, 2001; SCHWEINGRUBER, 1988; TOMAZELLO FILHO; BOTOSSO; LISI, 2000). É a disciplina que estuda a datação e a reconstrução de eventos de clima, incêndios florestais, atividade vulcânica, dentre outros, a partir de características nos anéis de crescimento das árvores.

Segundo Correa (2003) a dendrocronologia reúne uma grande quantidade de dados de alto valor para a tomada de decisões no manejo florestal, como registros de crescimento, qualificação e acompanhamento dos volumes de madeira produzidos, assim como a estimativa da biomassa e do CO<sup>2</sup> fixado na madeira, sendo uma fonte importante de informação a respeito da sua qualidade, ao permitir observar sua heterogeneidade, formação e defeitos. Admite a realização de estudos de autoecologia, avaliação ou resposta de atividades silviculturais e de reconstrução de eventos climáticos, dentre outros.

De acordo com Corona (1986), a dendrocronologia tem sua aplicação em múltiplos eventos ambientais, estudados pelas disciplinas de dendroclimatologia, dendroecologia, dendroclimatografia, dendroquímica, dendrohidrologia, dendrogeomorfologia, dendrosismologia, dendroglaciologia, dendroarqueologia, dentre outras, consideradas as mais exploradas pelo campo científico.

Para Larson (1994) em qualquer análise dendrocronológica é imprescindível plantas com anéis de crescimento, formados com periodicidade conhecida. Anéis de crescimento são estruturas anatômicas do xilema secundário, que observadas em corte transversal, configuram círculos mais ou menos concêntricos e contínuos, ao redor da medula. Dentre os grupos taxonômicos que podem formar anéis de crescimento, destacam-se as gimnospermas e angiospermas dicotiledôneas.

Em gimnospermas, os anéis de crescimento são definidos por diferenças no lúmen e espessamento das paredes dos traqueídes. Em dicotiledôneas, devido à maior complexidade da madeira, os anéis de crescimento podem ser definidos por diversas características, tais como: diferenças no lúmen e espessamento das fibras; diferenças no diâmetro e na disposição dos vasos; ou presença de parênquima axial marginal. Estas características, ou ainda outras, podem aparecer conjuntamente. As características diagnósticas dos anéis de crescimento são relativamente constantes em uma dada espécie, embora sua distinção possa variar em função do ambiente (SCHWEINGRUBER, 1988).

Em biomas tropicais e subtropicais há pouco conhecimento acerca da ocorrência e ritmo de formação de anéis de crescimento. Em comparação ao observado em biomas temperados ou áridos, é notório que um menor número de espécies da flora tropical e subtropical forma anéis de crescimento, e que estes são muito pouco conhecidos.

Segundo Larcher (2000) as variações das condições climáticas nestes ambientes não seriam suficientemente drásticas e regulares para induzir ciclos periódicos de atividade cambial. Logo, a existência de anéis de crescimento denotaria restrições (ambientais) de crescimento esporádicas ou ciclos endógenos específicos, em ambos os casos, impassíveis de datação.

Pesquisas recentes têm comprovado a ocorrência de anéis de crescimento anuais em várias espécies tropicais e subtropicais, corroborando estudos pioneiros do final do século XIX e início do século XX. Ciclos anuais de dormência cambial (ou redução drástica do crescimento) em espécies tropicais estão principalmente relacionados a regimes estacionais de seca ou inundação (MATTOS et al., 2011).

### **2.7.1 Dendrocronologia aplicada no manejo florestal**

De acordo com Schöngart (2008) um dos grandes obstáculos na sustentabilidade do manejo das florestas tropicais, consiste na obtenção de dados de crescimento e de produção de biomassa das árvores. Para isto, é necessário o manejo das árvores das espécies madeireiras, considerando as suas estratégias de crescimento, a variação das condições de sítio etc.

Segundo Schweingruber (1988) a formação dos anéis de crescimento segue um ritmo sazonal e geralmente é anual, o que possibilita o controle temporal do crescimento, do estabelecimento e da mortalidade da árvore, e essas informações são incorporadas na estrutura dos seus anéis de crescimento.

A dendrocronologia pode ser utilizada para estudos de produtividade florestal, servindo como ferramenta para a tomada de decisões direcionadas ao manejo florestal, pela fácil acessibilidade de dados importantes, como idade, taxa de crescimento das árvores e outras informações importantes extraídas nos seus anéis de crescimento (TOMAZELLO FILHO et al., 2004). O estudo dendrocronológico de uma espécie pode fornecer informações sobre o crescimento desta em florestas naturais, demonstrar os fatores que influenciam na formação da madeira, adequação de práticas de manejo e a avaliação da potencialidade silvicultural (MAROCHI, 2007).

Assim, o potencial dendrocronológico para se estimar a idade e o crescimento em diâmetro das árvores, já é uma etapa vencida para várias espécies. No entanto, é preciso incorporar a dendrocronologia, visando o apoio do manejo das florestas tropicais (MATTOS et al., 2011).

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941-02:** determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011.** Brasília, 2012. 145 p.

ALVINO, F. O. et al. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na zona bragantina, Para, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 4, p. 413-420, out./dez. 2005.

AMATA. **Revisão sobre paricá: *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke.** São Paulo, 2009. 106p.

BASS, P. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea**, Champaign, v. 21, p. 193-258, 1973.

BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus spp.* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais.** 1995. 102 f. Dissertação (Mestrado em ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C. A. D.; MARTINS, E. P. **Tecnologia de sementes florestais nativas da Amazônia Ocidental.** Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 1997. 2 p. (Comunicado Técnico, 134).

BIACHE, J.J. **Propriedades de aglomerado fabricado com partículas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), Paricá (*Schizolobium amazonicum*) e Vassoura (*Sida spp.*)**. 2009. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

BODIG, J. **Mechanics of wood and wood composites**. New York: V. N. Reinhold, 1993. 712 p.

BOTOSO, P.C.; MATTOS, P. P. de. **Conhecer a idade das árvores: importância e aplicação**. Colombo: EMBRAPA, 2002. 25 p. (Documento, 75).

BROWN, C. L. Growth and form. In: ZIMMERMANN, M.H.; BROWN, C.L. (Ed.). **Trees structure and function**. New York: Springer-Verlag, 1974. p. 125-168.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

BURLEY, J. Genetic variation in wood properties. In: BASS, P. (Ed.). **New perspectives in wood anatomy**. Boston: M. Nijhoff, 1982. p. 151-169.

CARLQUIST, S. Ecological strategies of xylem evolution. Berkeley: University California, 1975. 259 p.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 470 p.

CAMPOS, J. C. C.; RIBEIRO, J. C. A análise de tronco como fonte de dados para estudos de crescimento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 11, n. 1, p. 66-77, jan./fev. 1987.

CARVALHO, J.G.; VIEGAS, I.J.M. **Caracterização de sintomas de deficiências de nutrientes em paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 2004. 6 p. (Circular Técnica, 37).

CARVALHO, P. E. R. **Paricá (*Schizolobium amazonicum*)**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007. 8p. (Circular Técnica, 142).

COLLI, A. **Caracterização da madeira de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e propriedades de chapas de partículas aglomeradas com diferentes proporções de fibras de coco (*Cocos nucifera* L.)**. 2007. 64 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, MG, 2007.

COMMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Descripción de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledóneas. **COPANT**, La Paz, v. 30, p. 1-19, 1974.

CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: I - Angiospermae, II - Gimnospermae**. Brasília: IBAMA, 1993. 19 p. (Série Técnica, 15).

CORONA, E. **Dendrochronologia: principi e applicazioni**. Verona: Intituti Italiano de Dendrochornologia, 1986. 103 p.

CORREA, J.E. Dendrocronología: buscando las edades del árbol tropical. **Revista El Mueble y La Madera**, Bogotá, n. 41, sept. 2003. Disponível em: <<http://revista-mm.com/ediciones/rev41/art11.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

CORTELETTI, R. B. **Análise de tronco aplicada à avaliação de crescimento de árvores de paricá**. 2013. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotropical II: as leguminosas da Amazônia brasileira**. Belém: Instituto Agrônomo do Norte, 1949. 248 p. (Boletim Técnico, 18).

ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília: Comunicações Técnicas Florestais, 2005. 43 p.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/FATEC/CEPEF, 1992. 269 p.

FOELKEL, C.E.B. A busca da qualidade da madeira do eucalipto para produção de celulose através de árvores projetadas pelo homem. In: SIMPÓSIO SOBRE TENDÊNCIAS DO DESENVOLVIMENTO FLORESTAL BRASILEIRO, 1., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1985. p.1-13.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, p. 220-332, 1989.

IWAKIRI, S. et al. Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* “Paricá” e *Cecropiahololeuca* “Embaúba” para produção de painéis aglomerados. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 2, p. 303-308, 2010.

IWAKIRI, S. et al. Produção de painéis laminados unidirecionais: LVL com lâminas de *Schizolobium amazonicum*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus taeda*. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 557-563, 2010.

KAENNEL, M.; SCHWEINGRUBER, F.H. **Multilingual glossary of dendrochronology**: terms and definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian. Berne: Swiss Federal Institute for Forest, 1995. 467 p.

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Moore**. 2000. 275 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

KOLLMANN, F.F. P.; COTÉ, W. A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1968. v. 1, 592p.

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic, 1991. 678 p.

KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego: Academic, 1997. 411 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

LARSON, P.R. **The vascular cambium: development and structure**. Berlin: Springer-Verlag, 1994. 340 p.

LATORRACA, J. V. F.; ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Florestae Ambiente**, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 279-291, jan./dez. 2000.

LIMA, J. T. et al. Variation in wood density and mechanical properties in Eucalyptus clones. In: THE FUTURE OF EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS, 1., 2000, Launceston. **Proceedings...** Launceston: IUFRO, 2000. p. 282-291.

LOBÃO, M. S. et al. Qualidade do lenho de árvores de *Schizolobium parahyba* VAR. *amazonicum*, Acre, Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 3, p. 374-384, 2012.

MALLAN, F.A. *Eucalytus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALITO PARA SERRARIA, 1., 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/IPT, 1995. p. 1-19.

MAROCHI, C. I. **Anéis anuais de crescimento do cedro (*Cedrela fissilis* - *Meliaceae*) aplicados à avaliação de taxa de crescimento e dendroclimatologia**. 2007. 124f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MARQUES, L. C. T.; YARED, J. A. G.; SIVIERO, M. A. **A evolução do conhecimento sobre o parica para reflorestamento no Estado do Para**. Belém: EMBRAPA, 2006. 5 p. (Comunicado Técnico, 158).

MATOS, G. D. et al. Desenvolvimento de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em substrato orgânico: estudo de caso. **Synergis mussyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/572/321>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

MATTOS, P.P. et al. **A dendrocronologia e o manejo florestal florestal sustentável em florestas tropicais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2011. 112 p. (Documentos, 218).

MELO, R. R. et al. Estudo da variação radial da densidade básica de sete madeiras do semi-árido. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, n. 7, fev. 2006. Disponível em: <[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/DzF7Dkrnr4VMvoZ\\_2013-4-25-17-51-43.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/DzF7Dkrnr4VMvoZ_2013-4-25-17-51-43.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2014.

MONTEIRO, D.C.A. **Condições topoclimáticas preferenciais para plantios de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby e evidências de desempenho para otimizar a silvicultura em áreas desflorestadas na Amazônia**. 2013. 153 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura de “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

MORA, A.L. et al. Bases para o melhoramento genético da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 6, n. 19, p. 53-61, 1978.

OEVER, L. van den; BAAS, P.; ZANDEE, M. Comparative wood anatomy of *Symplocos* and latitude and altitude of provenance. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 2, p. 3-24, 1981.

OHASHI, S. T. **Variabilidade genética e fenotípica entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby visando seleção de materiais genéticos para sistemas agroflorestais**. 2005. 106 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Manaus, 2005.

OLIVEIRA, J.G. L. **Propriedades anatômicas da madeira de dois clones de eucalipto implantados em diferentes localidades.** 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **RevistaÁrvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 381-385, maio/jun. 2003.

PANSHIN, A.J.; DEZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** 3<sup>rd</sup>ed. New York: McGraw Hill, 1980.722p.

QUISEN, R. C. et al. **Bandarra:** essência florestal de rápido crescimento. Brasília: EMBRAPA, 1999. 1 folder.

ROSA, L. dos S. Ecologia e silvicultura do paricé (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na Amazônia brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 45, n. 1, p. 135-174, 2006.

RUIVO, M. L. P. et al. Gestão florestal e implicações sócio-ambientais na Amazônia Oriental, Estado do Para. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 1-20, 2007.

SANTOS, E. M. **Crescimento e produção de plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) sob diferentes espaçamentos.** 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

SCHÖNGART, J. Growth-orientated logging (GOL): a new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 256, n. 1/2, p. 46-58, July 2008.

SCHWEINGRUBER, F. H. **Tree rings:** basics and applications of dendrochronology. Dordrecht: Reidel, 1988. 276 p.

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

SILVA, G. F. et al. Modeling growth and yield of *Schizolobium amazonicum* under different spacings. **International Journal of Forestry Research**, London, v. 256, n. 1/2, p. 46-58, July 2013.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden de diferentes idades, visando sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 160 f. Tese (Doutorado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SILVA, J. C. et al. Influência da idade e da posição radial na massa 99 específica básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 1, p. 13-22, 2004.

SILVA, J. C. et al. Influência de idade e da posição radial nas dimensões das fibras e dos vasos da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1081-1090, nov./dez. 2007.

SILVA, S.; LEÃO, N. V. M. **Árvores da Amazônia**. São Paulo: Empresa das Artes, 2006. v. 1, 243 p.

SIVIERO, M. A. Paricá: a vedete do reflorestamento. **Diário do Pará**, Belém, 27 jan. 2006. Regional, p. A-8.

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

STELLA, J.C. **A influência de variáveis do ciclo de prensagem e gramatura de cola nas propriedades mecânicas de compensados de paricá (*Schizolobium amazonicum*)**. 2009. 49 p. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

TEREZO, R.F.E.; SZÜCS, C.A. Análise de desempenho de vigas em madeira laminada colada de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 471-480, set. 2010.

TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; LISI, C. Potencialidade da família Meliaceae para estudos dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais. In: ROIG, F.A. (Ed.). **Dendrocronologia em América Latina**. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, 2000. p. 381-434.

TOMAZELLO FILHO, M. et al. Anatomical features of increment zones in different tree species in the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.66, n. 1, p.46-55, 2004.

VALERIO, A.F. et al. Determinação da densidade básica da madeira de peroba (*Aspidosperma polineuron* Muell. Arg.) ao longo do fuste. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n. 1, p. 54-58, 2008.

VANCLAY, J.K. Sustainable timber harvesting: simulation studies in the tropical rainforests of north Queensland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 69, n. 1/3, p. 299-320, 1994.

VIDAURRE, G. B. **Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica**. 2010. 74f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

VIDAURRE, G. B. et al. Propriedades energéticas da madeira e do carvão de paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 365-371, fev. 2012.

**CAPÍTULO 2 Estudo anatômico e físico da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá) provenientes de povoamentos nativos e comerciais da Amazônia Oriental**

**RESUMO**

O paricá, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby é nativa da Amazônia e vem se destacando em plantios comerciais nessa região, por apresentar um rápido crescimento e características apropriadas da sua madeira, para indústrias produtoras de lâminas e compensados. Neste trabalho, avaliou-se as características anatômicas e física da madeira de paricá, de ocorrência natural e de plantios em diferentes idades e localidades no estado do Pará. O material plantado foi obtido de plantios comerciais nos municípios de Paragominas, Dom Eliseu e Rondon do Pará. O material nativo foi colhido nos municípios de Marabá, Pau D'Arco e Baião, também no estado do Pará. Foram realizadas análises anatômicas da madeira, seguindo as normas da Comissão Panamericana de Normas Técnicas - COPANT (1974) e International Association of Wood Anatomists Committee - IAWA Committee (1989). Para a análise física foi seguida a norma ABNT NBR 11941 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2003). No estudo anatômico qualitativo não houve diferença entre os materiais de floresta plantada e nativa. Para floresta plantada, houve efeito significativo entre as idades e os municípios, nas características anatômicas quantitativas e de densidade básica. Para os indivíduos de floresta nativa, as diferenças climáticas entre os municípios, influenciaram na estrutura anatômica quantitativa da madeira.

Palavras-chave: Paricá. Densidade. Madeira.

**Anatomic and physical study of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá) wood originated from native and commercial stands of oriental amazon**

**ABSTRACT**

Paricá, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, is native of the Amazon and has been highlighted in commercial plantations in this region for presenting rapid growth and wood traits appropriate for industries producing laminates and plywood. In this work, we evaluated the anatomic and physical traits of paricá wood of natural and planted occurrence, in different ages and locations in the state of Pará, Brazil. The planted material was obtained from commercial plantations in the municipalities of Paragominas, Dom Eliseu and Rondon do Pará. The native material was collected in the municipalities of Marabá, Pau D'Arco and Baião, also in the state of Pará. We performed anatomic analyses of the wood according to the COPANT (1974) and IAWA committee (1989) norms. For the physical analysis, we followed the ABNT NBR 11941 (2003) norms. In the qualitative anatomic study, there was no difference between the materials of planted and native forests. For the planted forests, there was significant effect between ages and municipalities for quantitative anatomic traits and basic density. For the native forest individuals, the climatic differences between municipalities influenced the quantitative anatomic structure of the wood.

Keywords: Paricá. Density. Wood.

## 1 INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira concentra uma das maiores reservas de recursos naturais do planeta, representada por uma grande massa de ecossistemas aquáticos, alta biodiversidade e pela imensa riqueza florestal, sendo a exploração e o processamento industrial de madeira, uma das principais atividades econômicas.

Segundo dados do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-IMAZON (2010), a exploração florestal é justificada pela presença do setor madeireiro em quase todos os municípios da Amazônia, impulsionando de forma direta ou indireta as suas economias, e gerando cerca de 400 mil empregos (5% da população econômica ativa da região), com uma renda bruta em torno de US\$ 2,3 bilhões.

Apesar de ainda não existir na Amazônia, tradição de plantios de espécies nativas, as florestas plantadas vem ganhando espaço, sendo uma das soluções para recuperação econômica de áreas degradadas, com espécies de rápido crescimento, além da diminuição na pressão sob espécies tradicionais (TEREZO, 2010). De acordo com Yared (2007), a atividade vem se apresentando como uma excelente alternativa de produção e comercialização de madeira nos últimos vinte anos, na região Amazônica.

Dentre as espécies que vem sendo plantadas na região amazônica, o paricá (*Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* Huber ex Ducke. Barneby) tem se destacado por apresentar rápido crescimento, fuste reto, madeira com coloração clara e densidade baixa sem a necessidade de cozimento.

Devido à possibilidade de uma produção mais rápida, como também às características apropriadas da madeira de paricá para indústrias madeireiras, produtoras de lâminas e compensado, a espécie despertou o interesse de produtores e empresas madeireiras, tornando-se a primeira espécie nativa mais

plantada no Brasil (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS- ABRAF, 2012).

Apesar do paricá ser uma espécie já consolidada em plantios na Amazônia, ainda faltam estudos sobre a qualidade da sua madeira, principalmente no que se refere a diferentes idades e procedências, tanto em plantios comerciais e, principalmente de povoamentos nativos. Estes estudos são necessários, pois permitem subsidiar futuros programas de melhoramento genético como a implementação de diferentes práticas silviculturais, como ocorreu com o *Eucalyptus*, permitindo também a melhor utilização a um determinado uso, como também a possibilidade de se criar um novo produto.

Para entender melhor o comportamento que determinada madeira apresentará em seu uso final é essencial fazer a sua caracterização anatômica, para direcionar de forma mais segura e adequada, a sua utilização final no mercado. Sabe-se que a madeira possui diferentes tipos de células, adaptadas a desempenharem funções específicas, causando variações nos elementos anatômicos e nas suas composições físicas e químicas. Essas variações são consideradas grandes entre espécies, e ocorrem também dentro da mesma espécie, em função principalmente da idade, fatores genéticos e ambientais. Latorraca (2000) afirmou que o ambiente e a sua manipulação, podem vir a afetar as características da madeira e, em consequência, a sua qualidade.

A densidade da madeira é um importante índice de qualidade para a utilização da madeira. É uma das propriedades que contribui com um maior número de informações sobre as suas características, devido a sua relação com a resistência e rigidez. Trabalhos com paricá mostram a carência de informações a respeito deste parâmetro físico, principalmente de povoamentos nativos.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características anatômicas e física da madeira de *Schizolobium parahyba* var.

*amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, de ocorrência em floresta natural e de plantios em diferentes localidades e idades.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1.1 Coleta das amostras -Floresta Plantada

O material utilizado foi coletado em plantios comerciais das empresas Cikel Brasil Verde Madeira Ltda, Grupo Concrem e Fazenda Cipó, todas localizadas no estado do Pará (Figura 1).

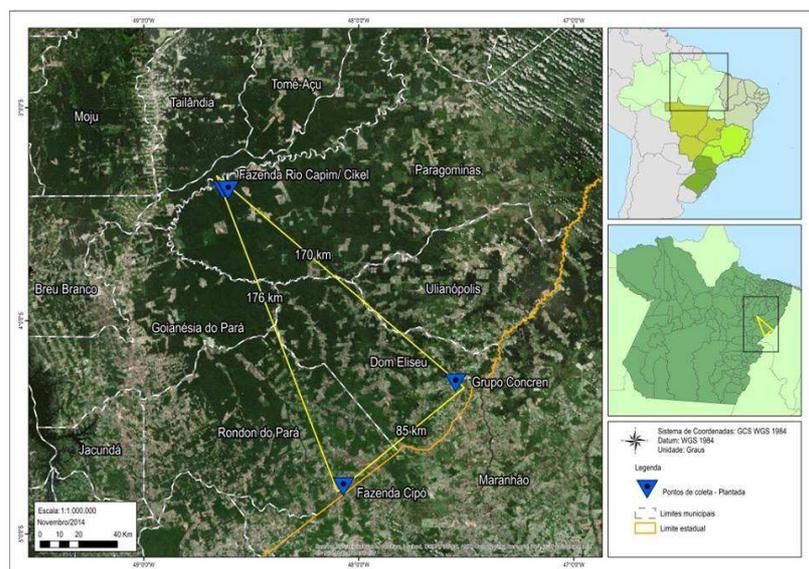


Figura 1 Localização e distância entre os municípios de coleta das árvores de *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* em plantios florestais no estado do Pará

A Fazenda Rio Capim de propriedade da empresa Cikel, localiza-se no município de Paragominas, situado na mesorregião Nordeste Paraense, entre as coordenadas latitude 02°59' Sul e longitude 47°21' Oeste. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo “Aw”, isto é, tropical chuvoso com estação seca bem definida, caracterizado por

temperatura média anual de 27,2°C, com umidade do ar relativa de 81% e precipitação pluviométrica com média de 1766 mm/ano, com ocorrência de menos disponibilidade hídrica no período de julho a outubro. As principais classes de solos encontradas na região são o Latossolo Amarelo, Podzólico Amarelo e Gleí Pouco Húmico (PACHECO et al., 2011c).

A empresa do Grupo Concrem está situada no município de Dom Eliseu, com coordenadas geográficas latitude: 04° 12' Sul e longitude 47° 27' Oeste. O clima dessa região é classificado "As". A temperatura fica em torno de 26°C, a precipitação varia entre 2.250 e 2.500. Nessa região, o período chuvoso se concentra nos meses de janeiro a junho, cerca de 80%. A umidade relativa do ar é em média de 85%. O Latossolo Amarelo, textura muito argilosa, é o solo que predomina essa região (PACHECO et al., 2011a).

Já a Fazenda Cipó, está localizada no município de Rondon do Pará que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 04° 46' de latitude Sul e 48° 04' de longitude a Oeste. O clima do município insere-se na categoria de equatorial superúmido, tipo Am, da classificação de Köppen, no limite de transição para o tipo Aw. Possui temperaturas médias anuais de 26,35°C. A umidade relativa é elevada, apresentando oscilações entre a estação mais chuvosa e a mais seca, que vão de 100 a 52%, sendo a média real de 78%. O período chuvoso ocorre, notadamente, de novembro a maio e, o mais seco, de junho a outubro, estando o índice pluviométrico anual em torno de 2.000 mm. Os solos do município são representados pelo Latossolo Amarelo Distrófico textura argilosa, concrecionários Lateríticos e Gley pouco húmico nas áreas aluviais (PACHECO et al., 2011d).

Em cada local foram coletadas aleatoriamente, três árvores de cada idade, sendo as idades selecionadas 4, 5 e 6 anos, de acordo com a disponibilidade das empresas. Os plantios da Fazenda Rio Capim e do Grupo Concrem apresentam o mesmo espaçamento de 3,5 x 3,5m para todas as idades.

Já os plantios da Fazenda Cipó apresentam espaçamento de 4,0 x 4,0 m para as respectivas idades.

Retirou-se um disco na posição do DAP (aproximadamente 6 cm de espessura), que foi dividido em cunhas para as análises anatômicas e física (Figura 2). Para os estudos anatômicos, foram retirados corpos de prova com dimensões de 1,5 x 1,5 cm de seção transversal, e 2,0 cm de direção longitudinal para confecção dos cortes histológicos e macerado. Estes retirados em três posições: medula (M), intermediárias (I) e alburno (A).

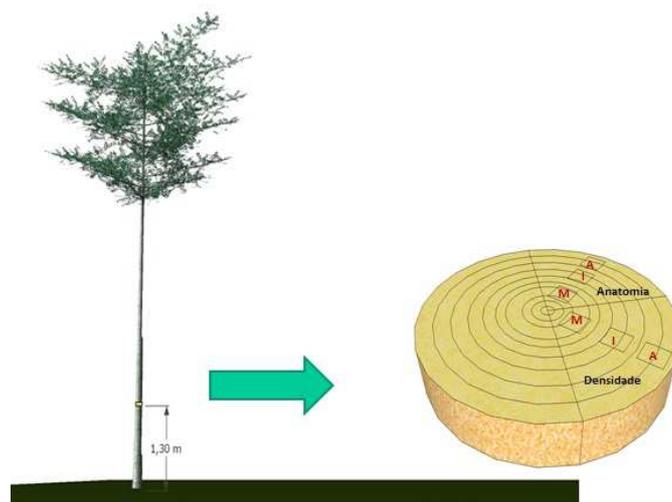


Figura 2 Esquema de amostragem dos discos nas árvores e localização dos corpos de prova de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby)

### 2.1.2 Coleta das amostras - Floresta Nativa

O material utilizado para esse estudo foi proveniente de três municípios, Marabá, Pau D'Arco e Baião, todos localizados no estado do Pará (Figura 3).

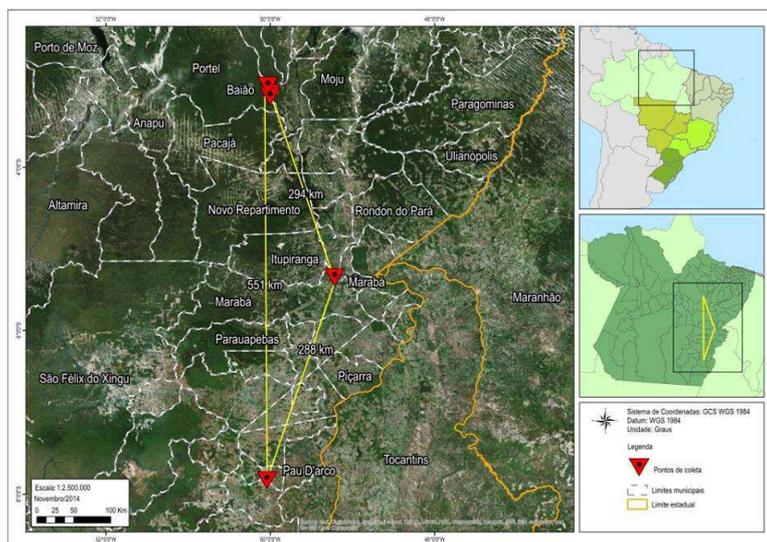


Figura 3 Localização e distância entre os municípios de coleta das árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke, Barneby) em florestas nativas no estado do Pará

O município de Marabá localiza-se nas coordenadas geográficas  $05^{\circ}21'54''$  de latitude Sul e  $49^{\circ}07'24''$  de longitude oeste, segundo a classificação climática de Köppen, Aw/As. Com temperatura média anual de  $26^{\circ}\text{C}$  e índice pluviométrico próximo a 2.000 mm anuais (PACHECO et al., 2011b).

Já o município de Pau D'Arco se encontra nas coordenadas geográficas  $07^{\circ}49'59''$  de latitude Sul e  $50^{\circ}02'40''$  de longitude oeste. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é Am, porém, no limite de transição para Aw. Sua temperatura anual é em média de  $25,35^{\circ}\text{C}$ , com índice pluviométrico de 2.000 mm anuais (BITTENCOUT et al., 2014).

O município de Baião está localizado nas coordenadas  $02^{\circ}47'35''$  de latitude Sul e  $49^{\circ}39'46''$  de longitude oeste. Köppen classifica o clima como tropical úmido Af, sendo a temperatura em torno de  $25^{\circ}\text{C}$  e índice pluviométrico de 2.400mm.

Foram coletadas três árvores por município, sendo retirado material botânico para a confecção de exsicatas, as quais se encontram armazenadas no herbário Felisberto Camargo da Universidade Federal Rural da Amazônia, com os números de registro de 4163 a 4171. A coleta do material para o estudo anatômico e físico foi realizada conforme descrito na retirada do material plantado.

## **2.2 Análises Anatômicas**

As amostras retiradas para a descrição das características anatômicas qualitativas e quantitativas, foram saturadas e seccionadas em micrótomo de deslize e obtidos cortes com cerca de 18 $\mu$ m de espessura, nos três planos convencionais (transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial). Os cortes histológicos foram clarificados com hipoclorito de sódio 50%, em seguida lavados em álcool 20% e corados com safranina aquosa 1% (BUKATSCH, 1972), para o contraste das estruturas celulares. Após a coloração, os cortes foram desidratados em série gradual de concentração de álcoois (20% - 50% - 70% - 80% - 95% - 100%). A fixação do corante foi feita com acetato de butila e as lâminas foram montadas permanentemente com Entellan®.

Para a dissociação dos elementos celulares foram retirados pequenos palitos de cada amostra de madeira que foram colocados em frascos de vidro contendo solução de ácido acético glacial e água oxigenada 30 volumes, na proporção 1:1, seguindo o método de Franklin (1945 apud KRAUS; ARDUIM, 1997). Cada frasco foi vedado e levado à estufa a 60°C por cerca de 20 horas, ou até que a solução se apresentasse transparente e os palitos esbranquiçados. Após esfriar, o material foi cuidadosamente lavado em água corrente. Para a montagem de lâminas semipermanentes, o material foi corado com safranina 1%

em etanol 50% (BERLYN; MIKSCHE, 1976). Essas lâminas foram montadas em glicerina diluída em água destilada (50%).

As mensurações foram realizadas utilizando fotomicrografias das lâminas obtidas como uso de câmera digital da marca Pixelink, com 3 Mega pixels, acoplada ao microscópio da marca Olympus. As mensurações foram realizadas através do software analisador de imagem “Wincell”, obtendo-se de forma direta, seus comprimentos, larguras e diâmetros de lume, e indiretamente, suas espessuras de parede celular.

Os tipos celulares do lenho, bem como a variação de suas formas e dimensões, foram descritos qualitativa e quantitativamente com o auxílio das recomendações propostas pela Comissão Panamericana de Normas Técnicas-COPANT (1974) e IAWA-“List of Microscopic Features of Hardwood Identification” (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE - IAWA COMMITTEE, 1989).

Para o estudo de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), foram retiradas amostras de madeira, com auxílio de serra manual de 0,5 x 0,5 x 0,5 cm, secas em estufas com circulação a 60°C, até a uma umidade entre 1 a 2 %. Depois de secas, as amostras foram montadas em stub e banhadas em ouro, conforme metodologia descrita por Alves (2006).

### **2.3 Propriedades Física – Densidade**

Para o estudo da densidade básica da madeira das árvores nativas, como também das plantadas, foi utilizada uma cunha de cada disco do DAP. Em seguida, essas cunhas foram subdivididas em posições equidistantes do disco: Medula, intermediária e alburno (Figura 2).

Para determinação da Densidade Básica seguiu-se a norma ABNT NBR 11941 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2003).

As amostras foram devidamente saturadas, foram medidos os volumes e logo em seguida, estas foram secas em estufas a  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  até a estabilização da sua massa absolutamente seca. Com os resultados encontrados calculou-se a média das posições para cada indivíduo.

#### **2.4 Análises dos dados**

De forma preliminar às análises realizou-se o teste de homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett, a 5% de significância) e de normalidade (teste Shapiro-Wilk, a 5% de significância).

Como os dados não atenderam à distribuição normal adotou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis nas análises anatômicas, tanto das árvores plantadas, como das nativas. Posteriormente, foi realizado o teste t de Student baseado na classificação dos tratamentos considerados a 5% de significância. Para as características anatômicas das árvores plantadas foram realizadas comparações entre os municípios de coletas, considerando a mesma idade e dentro dos municípios, para avaliar o efeito da idade. Para as árvores nativas avaliou-se apenas o efeito do local de coleta das amostras.

Para as análises de variância da densidade, também foi realizado primeiramente o teste de homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett, a 5% de significância) e de normalidade (teste Shapiro-Wilk, a 5% de significância). Para a análise dos resultados foi considerado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) e realizada análise de variância, a 5% de significância, e para a diferenciação entre as densidades médias foi utilizado o teste de comparação múltipla de médias de Tukey, a 5% de significância.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R versão 3.0.1 (R CORE TEAM) e pacote agricolae.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Descrição microscópica da madeira de paricá

Para as características qualitativas da madeira de paricá, tanto de povoamento nativo, como plantado, não foram observadas diferenças nas suas estruturas anatômicas. As características gerais observadas foram as seguintes:

Anéis de crescimento em faixas distintas, delimitados pelo espessamento da parede da fibra e pela presença de parênquima em faixa marginal (Figuras 4 A, B). A madeira apresentou porosidade difusa com padrão diagonal e ou/radial. Os vasos com predominância solitários, podendo ocorrer múltiplos de dois a quatro, com contorno angular, placa de perfuração simples e apêndices em uma ou ambas as extremidades. As pontoações intervasculares foram caracterizadas como alternas e guarneçadas (Figura 4 C). As pontoações raio vasculares apresentaram aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma, no raio da célula. Em relação às fibras, foram caracterizadas como pontoações simples ou areoladas diminutas, também ocorrendo presença de fibras septadas (Figura 4 D). O parênquima axial, predominantemente do tipo paratraqueal aliforme, podendo também ocorrer parênquima paratraqueal vasicêntrico, constituído de oito células por série. Os raios são caracterizados como não estratificados de células procumbentes com uma fila de células marginais quadradas e /ou eretas. Foi observado presença de cristais prismáticos, em câmaras subdivididas em células do parênquima axial (Figura 4 E e F) e também no parênquimaradial. Observaram-se grãos de amido nas células do parênquima axial (Figura G e H) e no parênquima radial.

Essa descrição microscópica do lenho de *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* tanto de povoamento plantado como nativo, estão condizentes com os descritos em literatura (CORADIN; MUNIZ, 1993; LOBÃO, 2011; PAULA,

1980; RODRIGUEZ ROJAS; SIBILLE MARTINA, 1996; TEREZO, 2010; URBINATI et al.,2013).

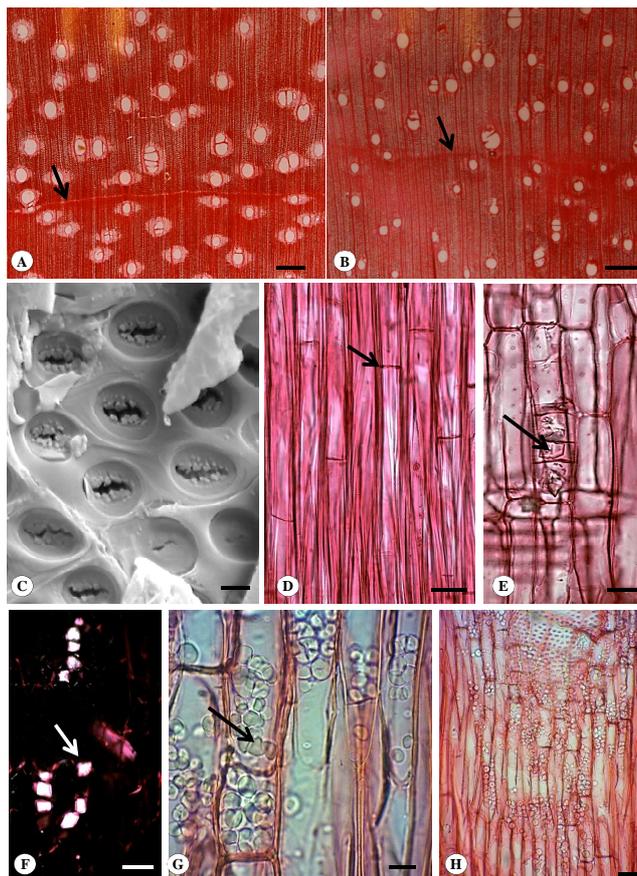


Figura 4 Lenho de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby). (A e B): secções transversais evidenciando camadas de crescimento distintas (setas) demarcadas por fibras espessadas e faixa de parênquima no final do lenho tardio. C: secção longitudinal tangencial mostrando pontoações guarnecidas. D: secção radial com fibras septadas (seta). E e F: secção radial mostrando cristais em células do parênquima axial (setas). Ge H: parênquima axial com grãos de amido (setas). Barra = 200  $\mu\text{m}$ , (A, B, G e H), Barra = 2  $\mu\text{m}$ , (C), Barra = 50  $\mu\text{m}$ , (D, E, F)

### 3.2 Descrição microscópica quantitativa da madeira de paricá de povoamento plantado

#### a) Caracterizações das fibras

Os valores obtidos na caracterização das fibras indicam que houve efeito significativo entre as diferentes idades e localidades, quando analisadas espessura do lume, espessura da parede e comprimento (Tabela 1).

Tabela 1 Valores médios das dimensões das fibras (espessura do lume, espessura da parede e comprimento) da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) plantado aos 4; 5 e 6 anos em diferentes localidades, no estado do Pará

FIBRA				
Região	Idade	Diâmetro do lume $\mu\text{m}$	Espessura da Parede $\mu\text{m}$	Comprimento $\mu\text{m}$
Paragominas	4	23,64 <sup>(7,84)</sup> B b	3,83 <sup>(3,56)</sup> A a	1013,85 <sup>(11,83)</sup> B b
	5	25,00 <sup>(4,37)</sup> A b	3,24 <sup>(6,95)</sup> B b	1072,74 <sup>(5,15)</sup> A a
	6	25,51 <sup>(11,18)</sup> A b	3,27 <sup>(2,52)</sup> B b	1105,07 <sup>(2,41)</sup> A a
Dom Eliseu	4	25,52 <sup>(2,75)</sup> C a	3,38 <sup>(3,36)</sup> A b	1066,05 <sup>(1,63)</sup> AB a
	5	28,66 <sup>(2,95)</sup> A a	3,30 <sup>(3,62)</sup> A b	1054,18 <sup>(5,27)</sup> B a
	6	26,58 <sup>(6,53)</sup> B a	3,54 <sup>(6,39)</sup> A a	1069,91 <sup>(2,36)</sup> A a
Rondon do Pará	4	25,18 <sup>(17,10)</sup> A a	3,37 <sup>(9,68)</sup> B b	1062,50 <sup>(1,35)</sup> A a
	5	20,12 <sup>(12,05)</sup> B c	3,49 <sup>(2,99)</sup> A a	1077,15 <sup>(3,60)</sup> A a
	6	20,72 <sup>(16,59)</sup> B c	3,21 <sup>(4,54)</sup> B b	1053,06 <sup>(7,24)</sup> A b

Letra maiúscula comparação entre as idades de uma região e letras minúsculas entre as regiões de cada idade. Letras diferentes na mesma coluna indicam valores médios estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ao nível de 5% de significância. \*\* valores entre parêntese correspondem ao coeficiente de variação.

Observou-se que as idades 5 e 6 anos da região de Paragominas não diferiram estatisticamente para os parâmetros mensurados para fibras. Enquanto que, em relação ao diâmetro de lume e comprimento de fibra, a idade de 4 anos

apresentou médias inferiores em relação as demais idades da referida região. Para o comportamento da espessura da parede essa idade apresentou maior valor médio. Para região de Dom Eliseu, o diâmetro do lume em todas as idades apresentou diferença significativa, no entanto, para espessura da parede, os valores médios foram estatisticamente iguais. Relativo ao comprimento de fibra, as idades de 5 e 6 anos apresentaram médias diferentes, a idade de 4 anos apresentou valor médio intermediário, estatisticamente igual ao das outras duas. Na região de Rondon do Pará, observou-se que maiores valores para diâmetro de lume foram encontrados na idade de 4 anos, sendo as idades de 5 e 6 anos iguais estatisticamente. Em relação à espessura da parede, a idade de 5 anos apresentou o maior valor para este parâmetro, as idades 4 e 6 anos não diferenciaram estatisticamente. Para o parâmetro comprimento de fibra, nenhuma idade apresentou diferença significativa.

O padrão encontrado para todos os parâmetros analisados, em relação às dimensões das fibras, está de acordo com a literatura (MALAN, 1995; SILVA et al., 2007; TOMAZELLO FILHO, 1985a, 1985b), com exceção do parâmetro espessura da parede da fibra na idade de 4 anos da região de Paragominas, em que se encontrou valor superior às demais idades. Vidaurre (2010), estudando essa mesma espécie na região de Dom Eliseu, com as idades de 5;7; 9 e 11 anos, verificou que o comprimento das fibras e o diâmetro dos vasos aumentaram com a idade da árvore, já a espessura da parede diminuiu nas árvores mais velhas, tendência contrária à relatada pela literatura. Supõe-se que isto pode ser devido a fatores ecológicos e silviculturais. Outro fator importante que deve ser frisado é a possibilidade de variabilidade entre os materiais genéticos de origem seminal e a atividade cambial, que por se tratar de madeira juvenil, nessa fase o câmbio vascular ainda se encontra em fase de diferenciação. Segundo trabalhos realizados por Moreira (1999), Shimoyama (1990) e Tomazello Filho (1985b), a espessura da parede das fibras está relacionada a fatores genéticos e ambientais.

Avaliando as análises estatísticas referentes às regiões e suas respectivas idades, pode-se observar que: para a idade de 4 anos, no material proveniente de Dom Eliseu e Rondon do Pará, o diâmetro de lume não apresentou diferença estatística significativa. Já o de Paragominas diferiu estatisticamente das demais, com o menor valor médio para esse parâmetro. Verificou-se que para 5 e 6 anos todas as regiões diferenciaram-se estatisticamente. Para o parâmetro espessura de parede na idade de 4 anos, a região de Paragominas apresentou maior valor, sendo que nas regiões de Dom Eliseu e Rondon do Pará, essas não apresentaram diferença estatística entre si. Já na idade de 5 anos, os maiores valores de espessura de parede foram observados em Rondon do Pará. Dom Eliseu e Paragominas, apresentaram valores médios estatisticamente iguais nessa idade. Relativo à idade de 6 anos para esse mesmo parâmetro, maiores valores foram observados em Dom Eliseu. Para o parâmetro comprimento de fibra na idade de 4 anos, menores valores foram observados para região de Paragominas. Relativo à idade de 5 anos, não houve diferença significativa entre as regiões. Na idade de 6 anos, menores comprimentos foram observados em Rondon do Pará.

Segundo Carlquist (1975), existe uma interação entre a anatomia da madeira e os fatores ambientais e genéticos que atuam sobre a atividade cambial e a morfogênese do xilema secundário, que podem modificar a estrutura, as propriedades e a qualidade da madeira.

De acordo com o IAWA Committee (1989), o comprimento das fibras da madeira de paricá, para todas as idades analisadas nesse trabalho, é considerado como curto, possuindo parede delgada e espessa.

### b) Caracterização dos elementos de vaso

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios das dimensões dos elementos de vaso da madeira de paricá plantado aos 4, 5 e 6 anos, entre as diferentes localidades estudadas.

Tabela 2 Valores médios das dimensões dos elementos de vaso (frequência /poro, comprimento e diâmetro) da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) plantado aos 4; 5 e 6 anos em diferentes localidades, no estado do Pará

VASOS				
Região	Idade	Frequência-Poros/mm <sup>2</sup>	Comprimento $\mu\text{m}$	Diâmetro $\mu\text{m}$
Paragominas	4	3,46 <sup>(5,96)</sup> A a	352,61 <sup>(8,64)</sup> B b	179,93 <sup>(9,30)</sup> B c
	5	3,18 <sup>(4,86)</sup> B a	382,73 <sup>(3,77)</sup> A a	204,25 <sup>(8,72)</sup> A a
	6	2,86 <sup>(14,56)</sup> C a	379,43 <sup>(6,93)</sup> A b	202,71 <sup>(12,14)</sup> A a
Dom Eliseu	4	3,99 <sup>(12,01)</sup> A a	363,92 <sup>(5,01)</sup> A ab	195,32 <sup>(12,41)</sup> A b
	5	3,29 <sup>(8,64)</sup> B a	351,42 <sup>(1,42)</sup> AB b	195,83 <sup>(8,89)</sup> A b
	6	4,29 <sup>(9,80)</sup> A a	338,85 <sup>(3,48)</sup> B a	184,94 <sup>(13,01)</sup> B b
Rondon do Pará	4	2,89 <sup>(8,60)</sup> AB a	376,36 <sup>(3,04)</sup> A a	207,28 <sup>(7,30)</sup> A a
	5	3,09 <sup>(8,42)</sup> A a	381,05 <sup>(3,35)</sup> A a	202,11 <sup>(2,68)</sup> A ab
	6	2,99 <sup>(11,04)</sup> B a	341,56 <sup>(18,39)</sup> B a	187,58 <sup>(15,21)</sup> A a

Letra maiúscula comparação entre as idades de uma região e letras minúsculas entre as regiões de cada idade. Letras diferentes na mesma coluna indicam valores médios estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ao nível de 5% de significância. \*\* valores entre parêntese correspondem ao coeficiente de variação.

Na avaliação do parâmetro de frequência de vasos por mm<sup>2</sup>, não houve uma tendência clara de variação entre os anos sobre essa característica, quando analisado dentro das idades de cada região. Na região de Paragominas todas as idades diferenciaram estatisticamente, já para comprimento e diâmetro de vaso, as idades de 5 e 6 anos apresentaram médias estatisticamente iguais. A idade de 4 anos, nesses parâmetros, obteve os menores valores médios. Já idade de 5 anos

da região de Dom Eliseu, no parâmetro de frequência de vasos por  $\text{mm}^2$ , diferiu das demais, com o menor valor médio, sendo que para os parâmetros comprimento e diâmetro de vaso, 4 e 5 anos não apresentaram diferença estatística, ficando a idade de 6 anos com os menores valores médios e diferenciando-se das demais. Para região de Rondon do Pará, as idades de 4 e 5 anos, não diferenciaram em nenhum parâmetro para vasos. A idade de 6 anos na análise de diâmetro de lume também não se diferenciou, somente na frequência e no comprimento de vaso, que esta idade apresentou diferença estatística.

Observou-se que para os parâmetros analisados, os elementos de vasos, seguiram o padrão constatado em literatura (BUTTERFIELD et al., 1993; GIROUD, 1977; SANTOS et al., 2011; URBINATI et al., 2003; ZANON et al., 2009). Porém, para os indivíduos de 6 anos da região de Dom Eliseu, não seguiu esse padrão, sendo a frequência de vasos por  $\text{mm}^2$  maior e o diâmetro menor em relação aos indivíduos mais novos, também para região de Rondon do Pará, o parâmetro comprimentos de vasos foi menor para as árvores de 6 anos.

Para Digby e Wareing (1966) e Doley e Leyton (1968) a frequência com que os elementos de vasos ocorrem em determinados pontos do lenho podem ser correlacionada com reguladores de crescimento, tendo estes, importante participação na atividade cambial da espécie, por exemplo, a alta concentração de auxina, pode produzir madeira com grande quantidade de vasos, enquanto que a concentração giberelina, pode produzir madeira com grande quantidade de células parenquimáticas

Segundo Tomazello Filho (1985a) e Wilkes (1988), com o aumento da idade das árvores, as células cambiais passam a produzir, durante certo tempo, elementos com maiores dimensões, até que estas assumam estabilização em idades mais avançadas.

Em relação à avaliação entre as regiões e suas idades, observou-se que para frequência de vasos por  $\text{mm}^2$ , não houve efeito significativo dos diferentes

locais de plantio. Para comprimento de vaso, a idade de 4 anos de Dom Eliseu não diferiu-se das demais regiões, enquanto que para idade de 5 anos, nesse mesmo parâmetro, Dom Eliseu diferenciou-se estatisticamente das demais fazendas, obtendo-se o menor valor médio. Já a idade de 6 anos da região de Paragominas, nesse quesito diferenciou-se das regiões de Rondon do Pará e Dom Eliseu. Para a análise de diâmetro de vaso, observou-se diferença significativa na idade de 4 anos das três regiões. A região de Rondon do Pará obteve maior valor médio para esse parâmetro. Para a idade de 5 anos, Dom Eliseu não apresentou diferença estatística das demais, sendo nessa idade da região de Paragominas, observados os maiores valores de diâmetro de vaso. Para 6 anos, a região de Rondon do Pará e Paragominas não apresentaram diferença entre si. Dom Eliseu diferenciou-se das demais por apresentar menor valor de diâmetro de vaso.

Essas diferenças dos parâmetros relacionados às dimensões e frequência dos elementos de vaso, são importantes quando se pensa nas características de uso da madeira. No caso da espécie analisada, seus principais produtos que são os painéis compensados, dependem da interação entre adesivo e a estrutura anatômica da madeira. Neste sentido, os autores Albino, Mori e Mendes (2010) e Singh et al. (2008) explicam que a interação entre adesivo e substrato se dá principalmente pelos elementos de vaso e espaços vazios.

A frequência dos vasos e os diâmetros da madeira de paricá encontrados nesse estudo se enquadram na classificação do IAWA Committee (1989) como pouca e médio respectivamente.

### 3.3 Descrição microscópica quantitativa da madeira de paricá de povoamento nativo

#### a) Caracterização das fibras

Na Tabela 3 estão apresentados os dados de espessura do lume, espessura da parede e comprimento das fibras das árvores provenientes de floresta nativa.

Tabela 3 Características das fibras da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) de árvores provenientes de floresta nativa em diferentes localidades no estado do Pará

FIBRAS			
Região	Diâmetro do lume	Espessura da parede	Comprimento $\mu\text{m}$
Baião	20,58 <sup>(25,05)</sup> a	4,33 <sup>(10,90)</sup> a	1241,95 <sup>(13,83)</sup> a
Marabá	17,54 <sup>(11,86)</sup> b	4,16 <sup>(2,78)</sup> a	1171,77 <sup>(8,65)</sup> b
Pau D'Arco	20,39 <sup>(17,05)</sup> a	4,11 <sup>(0,88)</sup> b	1162,16 <sup>(3,09)</sup> b
<b>Média</b>	19,50	4,2	1191,96
<b>CV</b>	8,73	2,74	3,65

\*Letras diferentes na mesma coluna indicam valores médios estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ao nível de 5% de significância. \*\* valores entre parêntese correspondem ao coeficiente de variação.

Observou-se que houve efeito significativo das localidades sobre a caracterização das fibras, quando analisadas espessura do lume, espessura da parede e comprimento. Para o diâmetro do lume, não houve diferença estatística entre Baião e Pau D'Arco, sendo os valores médios estatisticamente iguais, e diferentes de Marabá, que registrou menor valor médio.

Para a espessura da parede, as regiões de Baião e Marabá, obtiveram os maiores valores médios, apresentando igualdade estatística e diferenciando-se das árvores de Pau D'Arco.

Os dados de comprimento de fibra indicaram que as árvores provenientes de Baião obtiveram o maior valor médio, diferenciando-se estatisticamente das demais regiões, que obtiveram valores estatisticamente iguais.

Lobão et al. (2012), estudando essa mesma espécie de ocorrência nativa, localizada em duas regiões no estado do Acre, encontrou valores médios para comprimentos de fibras de 1184,38-1494,93 $\mu\text{m}$ , para espessura de parede da fibra de 2,88- 3,57  $\mu\text{m}$  e diâmetro de lume 26,40- 24,03  $\mu\text{m}$ . Os valores encontrados por esse autor, para comprimentos de fibras, são próximos aos encontrados nesse estudo.

De acordo com trabalhos realizados por Luchi, Silva e Moraes (2005) e Melo Júnior (2003), ambientes com maior disponibilidade hídrica, devido a alta turgescência celular, favorecem a expansão e divisão das células.

Nesse contexto, supõe-se que seja porque a região de Baião apresentou maiores dimensões para os parâmetros analisados das fibras, pois, essa região apresenta índice pluviométrico 2400 mm anuais, sendo este, superior, quando comparado às regiões de Marabá e Pau D'Arco com 2000 para ambas.

Porém, sabe-se que as dimensões celulares das células vegetais não dependem apenas de fatores ambientais, mas também das suas potencialidades genéticas e características ontogenéticas.

Portanto, os valores encontrados nesse estudo para comprimentos das fibras de árvores de paricá nativo, também se enquadram na classificação do IAWA Committee (1989) como curtas.

#### **b) Caracterização dos elementos de vaso**

Os dados de frequência de vaso por  $\text{mm}^2$ , comprimento e diâmetro dos vasos dos indivíduos de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) indicam diferença estatística, conforme observado na Tabela 4.

Tabela 4 Características dos vasos da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) de árvores provenientes de floresta nativa em diferentes localidades no estado do Pará

VASOS			
Região	Frequência- Vaso/ mm <sup>2</sup>	Comprimento (µm)	Diâmetro (µm)
Baião	2,19 <sup>(16,43)</sup> b	374,75 <sup>(12,33)</sup> a	262,42 <sup>(15,8)</sup> a
Marabá	2,42 <sup>(27,41)</sup> b	357,79 <sup>(10,59)</sup> a	253,37 <sup>(9,61)</sup> a
Pau D'Arco	2,67 <sup>(12,60)</sup> a	354,56 <sup>(12,96)</sup> a	235,17 <sup>(14,12)</sup> b
<b>Média</b>	2,42	362,36	250,32
<b>CV</b>	19,78	5,98	11,08

\*Letras diferentes na mesma coluna indicam valores médios estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ao nível de 5% de significância. \*\* valores entre parêntese correspondem ao coeficiente de variação.

Verificou-se que houve efeito significativo das localidades sobre a caracterização dos vasos, apenas quando avaliados frequência e diâmetro de poros. Nos dois casos, houve igualdade estatística entre Baião e Marabá, que se diferenciaram de Pau D'Arco, sendo obtidos para as duas regiões, a menor frequência de poros e o maior valor médio de diâmetro.

Os valores obtidos de elementos de vaso encontram-se relacionados com a diferença pluviométrica das regiões, assim como observado para as dimensões das fibras, pois a frequência do vaso por mm<sup>2</sup> foi menor, e o diâmetro maior para região de Baião, onde o índice pluviométrico é superior ao das regiões de Marabá e Pau D'Arco.

Essa tendência já é estabelecida em literatura, onde os vegetais de ambiente com maior disponibilidade de água no solo têm a morfologia dos seus vasos voltada para eficiência no transporte de água, sendo menor a frequência de vaso por mm<sup>2</sup> e maior diâmetro de vaso (DICKISON, 1989; WHEELER; BASS, 1991). Carlquist (2001) postula que as espécies das florestas tropicais apresentam moderada seleção de características voltadas para a segurança na condução, priorizando adaptações que permitam o transporte de grandes

volumes de água por unidade de tempo e por área transversal da madeira. Desta forma, as espécies de florestas tropicais devem apresentar características como menor frequência de vasos, e elementos de vaso mais largos e mais longos (CARLQUIST, 1977; METCALFE; CHALK 1950).

Seguindo a classificação do IAWA Committee (1989), a frequência dos vasos da madeira de paricá nativo, é classificada como pouca, e o seu diâmetro, grande.

#### **3.4 Avaliação da densidade básica da madeira de *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* de ocorrência natural e de povoamento homogêneo de diferentes idades**

As amostras de madeira provenientes de Paragominas não apresentaram diferença estatística entre as idades (Figura 5). Já para o material de Dom Eliseu, a idade de 4 anos foi estatisticamente igual a idade de 6 anos, sendo que a idade de 5 anos obteve o menor valor médio. Em Rondon do Pará, a idade de 4 anos apresentou menor valor de densidade, diferindo-se da idade de 5 anos, porém, a de 6 anos não se diferenciou das demais.

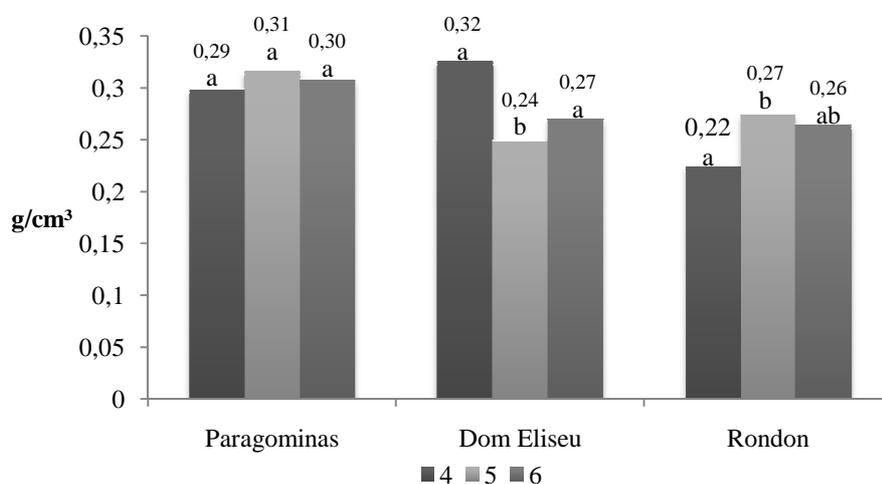


Figura 5 Valores médios de densidade básica da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em relação a diferentes idades e locais de coleta, no estado do Pará. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância

O material de Paragominas apresentou-se mais homogêneo, sendo assim, o seu corte pode ser efetuado quando considerada a densidade em quaisquer das idades estudadas. Constatou-se também, que somente Rondon do Pará, seguiu tendência de acordo com a literatura, ou seja, há aumento de densidade básica em função da idade da árvore (PANSHIN; DE ZEEW, 1982). De acordo com Silva (2001) a densidade da madeira de uma determinada árvore, depende significativamente da madeira de seus ascendentes, em virtude de boa herdabilidade.

Vidaurre (2010) estudando essa mesma espécie nos municípios de Paragominas e Dom Eliseu, encontrou densidade média de 0,26 g/cm<sup>3</sup> para idade de 5anos e 0,30 g/cm<sup>3</sup>, sendo esses valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho.

O material proveniente para a idade de 4 anos, de Rondon do Pará, apresentou menor valor médio de densidade, diferenciando-se das regiões de Paragominas e Dom Eliseu, que registraram maiores valores médios de densidades. Para a idade de 5 anos, registrou-se para as amostras de Paragominas, diferença estatística em relação às amostras de Dom Eliseu, já Rondon do Pará, não se diferenciou estatisticamente das demais. Na idade de 6 anos, as três regiões não registraram diferença estatística.

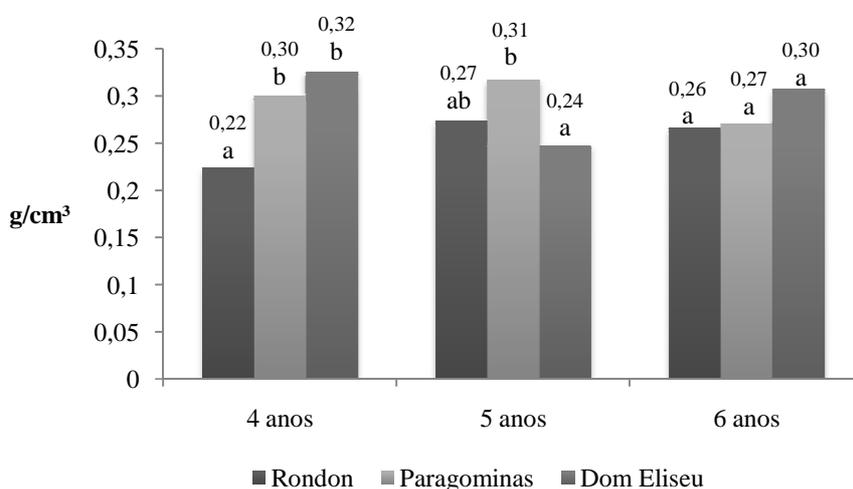


Figura 6 Efeito da idade na densidade básica da madeira de paricá comparando em as regiões. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de significância

Segundo Kollmann e Côté (1968), as variações de densidade se devem às diferenças na estrutura anatômica da madeira, e na quantidade de substâncias extrativas, presentes por unidade de volume, em função, principalmente, da idade da árvore, genótipo, índice de sítio, clima, localização geográfica e tratamentos silviculturais.

Verificou-se que não houve efeito significativo da região na densidade básica da madeira de árvores de paricá nativo (Figura 7).

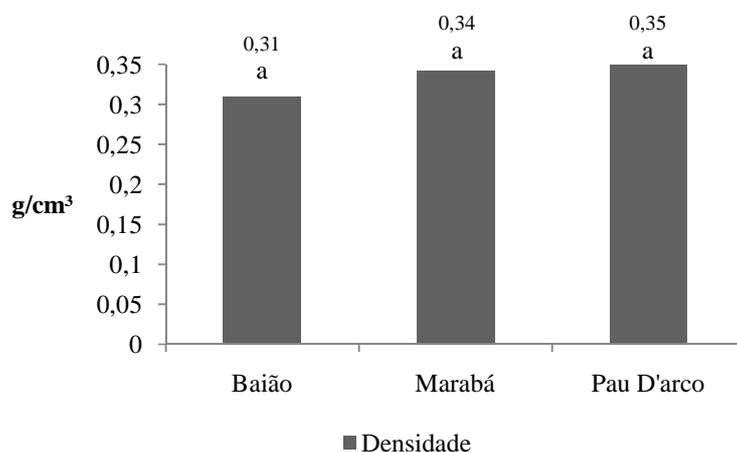


Figura 7 Efeito da região na densidade básica da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) de povoamento nativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de significância

Segundo Foelkel e Barrichelo (1985), o ambiente é um dos fatores que influenciam a variabilidade da madeira. Porém, há casos em que as diferenças entre ambientes não alteram expressivamente os valores de densidade básica das populações amostradas. Mora et al. (1978) verificaram que as médias de densidade básica de árvores de *E.grandis* selecionadas em Mogi Guaçu, SP e Salto, SP não diferiram entre si, embora as condições ecológicas existentes fossem diferentes.

Em relação à densidade básica média para a espécie, a média geral das regiões foi de  $0,33\text{g/cm}^3$ . Esse resultado está semelhante aos trabalhos realizados por Colli (2007), Matsubara (2003) e Trierweiler, Penna e Borges (2006), ao estudarem a madeira de paricá. Já Lobão (2011), pesquisando essa espécie de ocorrência natural no estado do Acre, encontrou maiores valores de densidade, variando de  $0,42$  a  $0,51\text{g/cm}^3$ .

De acordo com a tabela de Forest Products laboratory(1974), a densidade da madeira de paricá dessas regiões estudadas é classificada como leve. Segundo a ABNT (1997) a madeira de paricá (*Schizolobium parayba* var. *amazonicum*) pela sua densidade característica, encontra-se na classe C 20 de resistência em dicotiledôneas, na qual a densidade vai até 0,50g/ cm<sup>3</sup>.

#### 4 CONCLUSÕES

No estudo qualitativo a nível anatômico, não foram evidenciadas diferenças entre as árvores de floresta plantada e nativa.

As árvores de paricá plantadas no município de Paragominas, e que atingiram 5 a 6 anos de idade, produziram madeira mais homogênea em relação às características anatômicas e à densidade. Isso possibilita indicar a espécie para programas de reflorestamento, dependendo do uso final desejado, e para sistemas silviculturais naquele município, e em outros, com características ambientais semelhantes, desde que haja também a comprovação científica de sua adaptação e desenvolvimento silvicultural.

A madeira das árvores de paricá da floresta nativa possui qualidade semelhante à madeira de plantação, em diferentes localidades, demonstrando que poderá ser utilizada para os mesmos fins silviculturais e industriais, para os quais a madeira de árvores plantadas for indicada.

Sugere-se, portanto, incluir a espécie em programas de melhoramento genético.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190:** projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941-02:** determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011.** Brasília, 2012. 145 p.

ALBINO, V. C. S.; MORI, F. A.; MENDES, L. M. Estudo da interface madeira-adesivo de juntas coladas com resorcinol-formaldeído e madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 509-516, 2010.

ALVES, E. A. **Curso introdutório à microscopia eletrônica de varredura.** Lavras: UFLA-FAEPE, 2006. 43 p. Apostila.

BERLYN, G. P.; MIKSCH, J. P. **Botanical microtechnique and cytochemistry.** Ames: Iowa State University, 1976. 276 p.

BITTENCOURT, B. T.T. et al. **Estatística municipal do município de Pau D'arco.** Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2014. 37p.

BUKATSCH, F. Bemerkungen zur doppelfärbung: Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, v. 61, p. 255, 1972.

BUTTERFIELD, R. P. et al. Radial variation in wood specific gravity, fibre length and vessel area for two Central American hardwoods: *Hyeronima alchorneoides* and *Vochysia guatemalensis*: natural and plantation: grown trees. **IAWA Journal**, Utrecht, v.14, n. 3, p. 153-161, 1993.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic, ecological and evolutionary. Berlin: Springer, 2001. 448 p.

CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution**. Berkeley: University of California, 1975. 259 p.

CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 64, p. 887-896, 1977.

COLLI, A. **Caracterização da madeira de Paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e propriedades de chapas de partículas aglomeradas com diferentes proporções e fibras de coco (*Cocosnucifera* L.)**. 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

COMMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Descripción de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledóneas. **COPANT**, La Paz, v.30, p.1-19, 1974.

CORADIN, V. T. R.; MUNIZ, G. I. B. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira**: I - Angiospermae, II - Gimnospermae. Brasília: IBAMA, 1993. 19 p. (Série Técnica, 15).

DICKISON, W. Steps toward the natural system of the dicotyledons: vegetative. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Kew, v. 12, n. 3, 1989. Disponível em: <<http://openagricola.nal.usda.gov/Record/IND90027416>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

DIGBY, J.; WAREING, P.F. The effect of applied growth hormones on cambial division and the differentiation of the cambial derivatives. **Annals of Botany**, London, v. 30, p. 539-548, 1966.

DOLEY, D.; LEYTON, L. Effects of growth regulating substances and water potential on the development of secondary xylem in *Fraxinus*. **New Phytology**, Cambridge, v. 170, p. 579-594, 1968.

FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G. **Tecnologia de celulose e papel**. Piracicaba: CALQ, 1985. 207p.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook**: wood as an engineering material. Washington: Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, 1974. 521p. (Agriculture Handbook, 72).

GIROUD, B. Statistical analysis of wood structure variation as related to distance from the pith in *Entandrophragma utile* (Meliaceae). **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 4, p. 71-75, 1977.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **A atividade madeireirana Amazônia brasileira**: produção, receita e mercados. Belém, 2010.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, p. 220-332, 1989.

KOLLMANN, F. F. P.; COTÊ, W. A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1968. v. 1, 592 p.

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198 p.

LATORRACA, J. V. de F. ***Eucalyptus* spp. na produção de painéis de cimento-madeira**. 2000. 191f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

LOBÃO, M. S. **Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade no lenho de árvores de *Cedrela odorata* L.; *Cedrela fissilis* Vell. E *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Hub. ex Ducke, no Estado do Acre, Brasil**. 2011. 215 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

LOBÃO, M. S. et al. Qualidade do lenho de árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, Acre, Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 3, p. 374-384, 2012.

LUCHI, A.E.; SILVA, L.C.P.; MORAES, M.A. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromática* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, p. 809-820, 2005.

MALLAN, F. A. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALITO PARA SERRARIA, 1., 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/IPT, 1995. p. 1-19.

MATSUBARA, R. K. **Caracterização dendrológica e física de cinco espécies arbóreas de ocorrência no estado de Mato Grosso**. 2003. 85p. Monografia (Especialização em Produtos Florestais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2003.

MELO JÚNIOR, J.C.F. **Anatomia ecológica da folha e do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) do Parque Estadual do Cerrado, Jaguariaíva, PR**. 2003. 73 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons**. Oxford: Oxford University, 1950. 1459 p.

MORA, A. L. et al. Bases para o melhoramento genético da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 6, n. 19, p. 53-61, 1978.

MOREIRA, W. S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira**. 1999. 107f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

PACHECO, J.J. et al. **Estatística municipal do município de Dom Eliseu**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011a. 40p.

PACHECO, J. J. et al. **Estatística municipal do município de Marabá**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011b. 37p.

PACHECO, J.J. et al. **Estatística municipal do município de Paragominas**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011c. 40p.

PACHECO, J.J. et al. **Estatística municipal do município de Rondon do Pará**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011d. 37p.

PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: McGraw Hill, 1980. 722 p.

PAULA, J. E. de. Madeiras que produzem álcool, coque e carvão. **CNP - Atualidades**, Brasília, n. 72, p. 31-45, 1980.

RODRÍGUEZ ROJAS, M.; SIBILLE MARTINA, A. M. **Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina**. Lima: INIA; Yokohama: OIMT, 1996. 291 p. Proyecto PD 150/91 Ver. 1 (I). Identificación y Nomenclatura de las Maderas Tropicales Comerciales en la Subregión Andina. Título da folha de rosto: determinación de 100 especies forestales de la Subregión Andina.

SANTOS, C. M. et al. A densidade básica e características anatômicas variam radialmente na madeira de *Astronium graveolens* Jacq. (Anarcadiaceae). **Revistado Instituto Florestal**, Piracicaba, v. 23, n. 2, p. 191-201, dez. 2011.

SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus sp.*** 1990. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1990.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* HILL ex. MAIDEN, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2001. 160 f. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SILVA, J. C. et al. Influência de idade e da posição radial nas dimensões das fibras e dos vasos da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p. 1081-1090, 2007.

SINGH, A. et al. Light, confocal and scanning electron microscopy of wood-adhesive interface. **Microscopy and Analysis**, Surrey, v. 22, n. 1, p. 5-8, 2008.

TEREZO, R. F. **Avaliação tecnológica do paricá e seu uso em estruturas de madeira laminada colada.** 2010. 201p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalypto grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v.29, p.37-45, 1985a.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v.29, p.37-45, 1985b.

TRIERWEILER, J. L.; PENNA, J. E.; BORGES, P. H. M. Variação axial da densidade básica em seis diferentes níveis de altura do tronco de *Schizolobium amazonicum* ducke (“pinho cuiabano”), usando-se três fatias centrais contíguas de disco: teste de metodologia. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E EM ESTRUTURA DE MADEIRA, 10., 2006, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2006. 1 CD-ROM.

URBINATI, C. V. et al. Variação estrutural quantitativa no lenho de *Terminalia ivorensis* A. Chev., Combretaceae. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 421-437, 2003.

VIDAURRE, G. B. **Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica**. 2010. 74 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

WHEELER, E. A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 12, p. 275-233, 1991.

WILKES, J. Variations of wood anatomy within species of Eucalyptus. **IAWA Bulletin**, Leiden, n.9, p. 13-23, 1988.

YARED, J.A.G. Uso comercial de espécies nativas: a experiência com o paricá. **Revista Opiniões**, Ribeirânia, mar./maio 2007. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/376987/1/39918.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

ZANON, B. R. et al. Variação radial da densidade básica e dimensões celulares de *Cróton floribundus* Spreng. na Serra da Cantareira, SP. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, n.36, p.25-29, 2008.

**CAPÍTULO 3 Determinação do incremento de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby por meio da análises dos anéis de crescimento da madeira**

**RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi determinar a taxa de crescimento diamétrico, volumétrico e da altura em função da idade por meio de análises dendrocronológicas de paricá. O material utilizado nesse trabalho foi colhido em plantios comerciais, e em florestas nativas na região Amazônica. A marcação dos limites dos anéis de crescimento foi realizada pela observação direta da amostra, sob uma lupa estereomicroscópica, e a medição pelo sistema de medição LINTAB 6 Scientific, utilizando-se o programa Series Analysis and Presentation. O diâmetro das árvores em função da idade foi estimado por meio de equação de regressão não linear. O volume foi estimado por meio de equação ajustada. As alturas comerciais das árvores foram estimadas por meio de regressão simples. A madeira das árvores de paricá, de plantio e de florestas nativas, apresentou anéis de crescimento demarcados pela presença de faixa de parênquima marginal espessamento da parede das fibras. O crescimento em diâmetro de paricá nativo foi em média 66% menor do que nos plantios, quando comparados na idade de 6 anos. Os valores máximos de incremento corrente em altura dos plantios foram em média 63% maior que os incrementos máximos em árvores de paricá nativos. A idade ótima de corte para os plantios de Paragominas e Dom Eliseu foi verificada entre 6 e 7 anos, enquanto que para os plantios de Rondon, aos 4 anos. O incremento de paricá pode ser determinado por meio do estudo de anéis de crescimento.

Palavras-chave: Dendrocronologia. Crescimento de árvores. Paricá.

**Determination of the increment of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby by means of analyzing wood growth rings**

**ABSTRACT**

The objective of this work was to determine the diameter, volume and height growth rate in function of age by means of dendrochronological analyses of paricá. The material used in this work was collected in commercial plantations and in native forests of the Amazon region. The markings of the growth ring limits was performed by direct observation of the sample under stereomicroscopic magnifier, and the measurements by the LINTAB 6 Scientific measuring system using the Series Analysis and Presentation program. The diameter of the trees in function of age was estimated by means of non-linear regression equation. The volume was estimated by adjusted equation. The commercial heights of the trees were estimated by simple regression. The wood from planted and native paricá trees presented growth rings marked by the presence of marginal parenchyma band thickening of the fiber walls. The diameter growth of native paricá was in average 66% lower than in the plantations when compared at the age of 6 years. The maximum values of chain increment in height of the plantations were in average 63% higher than the maximum increments of native paricá trees. The optimum cutting age for plantations in Paragominas and Dom Eliseu was verified between six and seven years, while for the plantations in Rondon was at 4 years. The paricá increment can be determined by means of studying growth rings.

Keywords: Dendrochronology. Tree growth. Paricá.

## 1 INTRODUÇÃO

O paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) é uma espécie de madeira tropical que ocorre em toda a Amazônia brasileira, e também na Bolívia, Colômbia, Venezuela e Peru. É uma espécie alternativa para o setor florestal, devido a seu rápido crescimento nos primeiros anos de vida e à facilidade de processamento de sua madeira. Diversas pesquisas vem sendo desenvolvidas desde a década de 1970 sobre o paricá, testando a viabilidade de sua utilização em programas de reflorestamento na Amazônia. Porém, ainda há necessidade de pesquisas para ajudar a compreender e prognosticar o crescimento e a produção dessa espécie. Normalmente, tais informações são obtidas por meio de inventários florestais contínuos, que exigem um monitoramento muitas vezes demorado e oneroso. Uma alternativa para obter essas informações para determinar o crescimento, tanto em plantios florestais, como em florestas nativas que não possuem o acompanhamento em parcelas permanentes de inventário contínuo, seria o estudo dos anéis anuais de crescimento da madeira.

A contagem e medição de anéis de crescimento fornecem informações sobre parâmetros dendrométricos, importantes para descrever o desenvolvimento da árvore como o diâmetro, altura e volume (CAMPOS; LEITE, 2009; FINGER et al., 1996; SCOLFORO, 2006). A importância dos estudos de anéis de crescimento está relacionada com o conhecimento dos fatores ambientais que influenciam as taxas de crescimento, a produção da madeira e sua qualidade, o intervalo de rotação e as taxas de reposição. Segundo Jacoby (1989), essas informações são de grande importância para a elaboração dos planos de corte e plantio, como também para a manutenção de florestas naturais.

Resultados de estudos sobre modelagem do crescimento e produção florestal, em função da idade, já são difundidos em plantios homogêneos,

principalmente de espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*. Entretanto, apesar do crescente aumento das áreas plantadas com paricá, ainda há poucas pesquisas e informações relacionadas a modelagem do seu crescimento (CORTELETTI, 2013; HOFFMANN et al., 2011; RODRIGUES et al., 2010; SANTOS, 2012; SILVA JUNIOR, 2009).

Neste trabalho, determinou-se a taxa de crescimento diamétrico, volumétrico e da altura, por meio de análises dendrocronológicas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, utilizando amostras provenientes de plantios comerciais, assim como de povoamento nativo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Coletas e preparo das amostras

O material utilizado neste trabalho foi colhido em plantios comerciais e em florestas nativas na região Amazônica. (Figura 1). Informações sobre a descrição dos locais de coletas estão no capítulo 2 subseção 2.

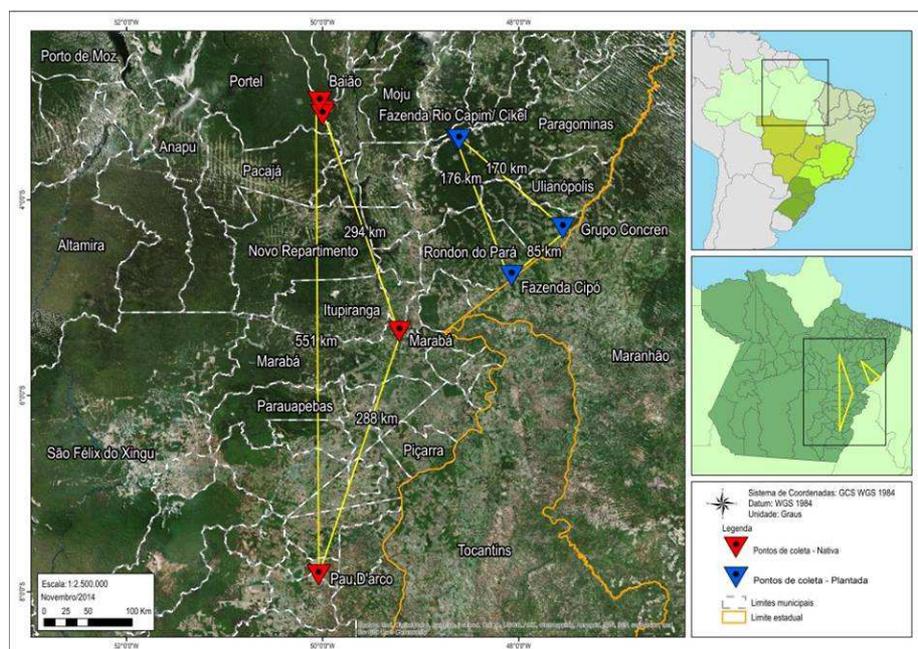


Figura 1 Mapa de localização e distância entre os municípios de coleta das árvores de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* plantado e nativo

Na tabela 1 estão os dados edafoclimáticos dos locais de coleta de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) das áreas dos plantios e florestas nativas localizadas no estado do Pará.

Tabela 1 Dados edafoclimáticos dos locais de coleta

<b>Locais (Empresas)</b>	<b>R. pluviométrica Média anual (mm)</b>	<b>Tipo de solo</b>	<b>Temperatura Média anual (°C)</b>	<b>Espaçamento (m)</b>
Paragominas F. Rio Capim - Cikel	1.766	Latossolo Amarelo Podzólico Amarelo Glei Pouco Húmico	27,2	3,5 x 3,5
Dom Eliseu Concrem	2.370	Latossolo Amarelo textura muito argilosa	26	3,5 x 3,5
Rondon do Pará Fazenda Cipó	2.000	Latossolo Amarelo textura Distrófico textura argilosa	26,35	4,0 x 4,0
Baião	2.400	Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa e textura média	25	-
Marabá	2.000	Podzólico Vermelho-Amarelo, textura argilosa	26	-
Pau D'Arco	2.000	Podzólico Vermelho-Amarelo, textura Argilosa	25,35	-

Fonte: Bittencourt et al. (2014) e Pacheco et al. (2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e)

Nas áreas dos plantios comerciais foram coletadas aleatoriamente três árvores por idade, sendo elas 4, 5 e 6 anos, em cada município, totalizando 9 árvores por município, e 27 árvores no total. Na área de floresta nativa foram coletadas três árvores em cada localidade.

No estudo da dendrocronologia das árvores plantadas, utilizou-se disco da madeira do DAP, sendo este, dividido pela metade (Figura 2). Nas árvores nativas utilizou-se disco da base do tronco.

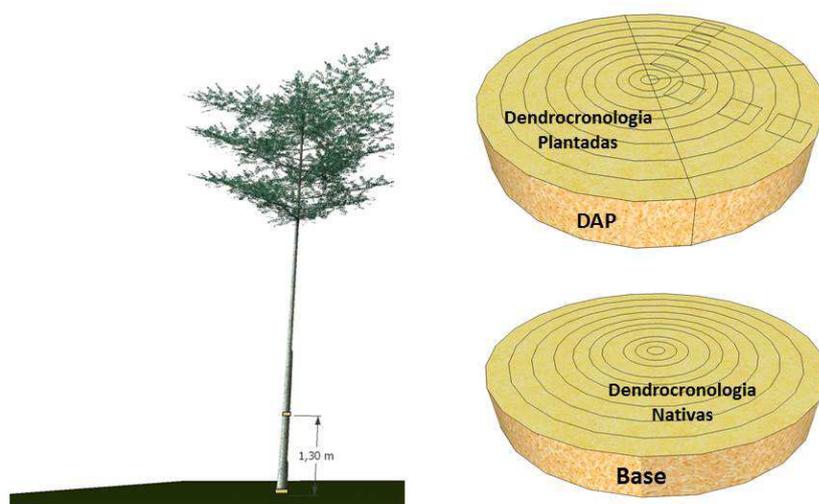


Figura 2 Esquema de amostragem dos discos nas árvores

Os discos foram polidos na sua secção transversal com lixas abrasivas de granulometria crescente (80-600 grãos/mm<sup>2</sup>), de acordo com a metodologia proposta por Shongart et al. (2004). Após, aplicou-se ar comprimido para a desobstrução dos vasos, para melhor visualização dos anéis de crescimento.

## **2.2 Caracterização anatômica dos anéis de crescimento**

Para o estudo macroscópico dos anéis de crescimento do lenho de paricá, utilizou-se a superfície transversal polida dos discos, sendo essas examinadas em microscópio estereoscópio, acoplado a uma câmara digital (Figura 3). A descrição da estrutura anatômica macroscópica dos anéis de crescimento foi baseada na “List of Microscopic Features for Hardwood Identification” da IAWA (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS WOOD COMMITTEE - IAWA COMMITTEE, 1989).

Para obtenção de imagens, os discos foram digitalizados em um scanner de marca HP Scanjet 4470c (resolução 1200 dpi - com uma escala), com auxílio do programa HP Precision Scan Pro.

## **2.3 Análises dos anéis de crescimento**

Foram demarcados nos discos de todas as árvores plantadas, três raios, e para os discos das árvores nativas, quatro raios, para marcação dos anéis de crescimento e, assim, realizar uma análise mais precisa dos anéis. Essa marcação dos limites dos anéis de crescimento ao longo dos raios selecionados foi realizada pela observação direta da amostra sob uma lupa estereomicroscópica (Figura 3). Após a etapa de identificação e contagem, as larguras dos anéis de crescimento devidamente datados, foram medidas pelo sistema de medição LINTAB 6 Scientific de alta resolução (0.01 mm), acoplado a uma lupa estereoscópica, e com um programa específico Time Series Analysis and Presentation (TSAP), para armazenamento e manipulação dos dados (RINNTECH, 2014).

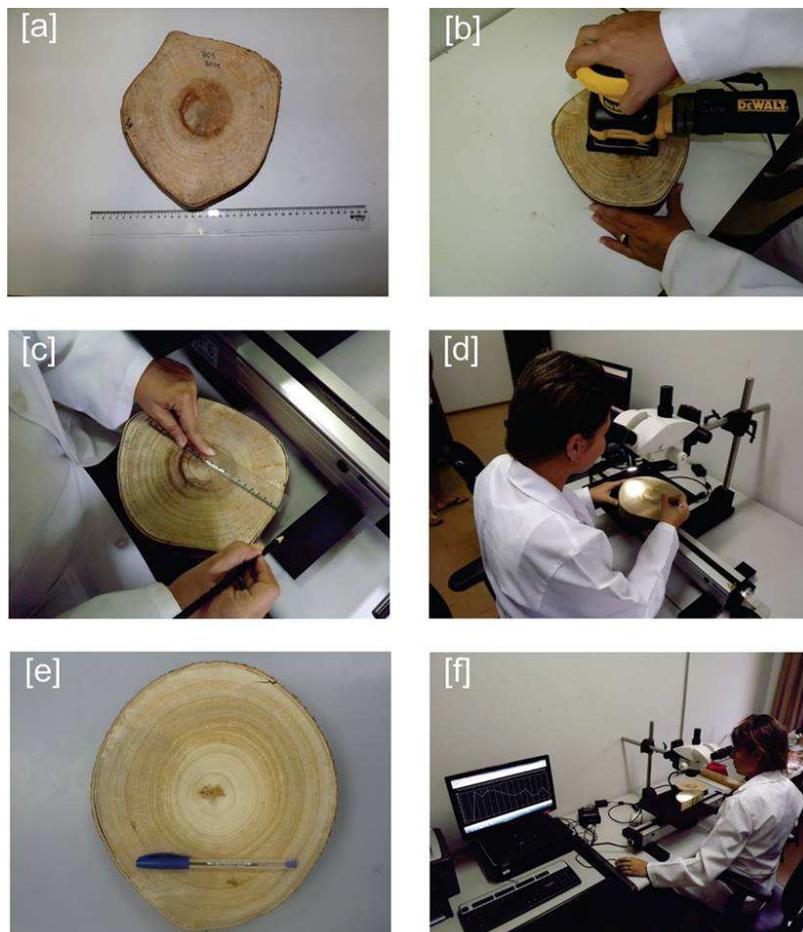


Figura 3 Fases de preparação das amostras de madeira de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) para determinação dos anéis de crescimento. a: Disco sem polimento; b: polimento do disco com lixadeira orbital manual; c: Marcação dos raios; d: Contagem dos anéis de crescimento sob lupa estereomicroscópica; e: Disco polido; f: Mensuração das larguras dos anéis utilizando o programa LINTAB 6 Scientific

## 2.4 Análise de dados/ modelagem do crescimento

Os dados de larguras dos anéis para cada idade foram utilizados para o ajuste das equações hipsométricas. O diâmetro das árvores da espécie parica foi ajustado por meio de equação de regressão não linear sigmoidal (Equação 1) pelo programa estatístico R. Para validação dessa equação foram feitas análises paramétrica e residual, com o esboço do gráfico.

$$DAP_i = \beta_0 / (1 + EXP((\beta_1 - I) / \beta_2)) \quad (1)$$

Em que:

*DAP<sub>i</sub>*: Diâmetro a altura de 1,30 m na idade *i* (cm)

*I*: Idade (anos)

$\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$ : Parâmetros da equação

Os dados utilizados para a relação hipsométrica foram advindos de florestas nativas e plantadas de paricá. Estimou-se as alturas comerciais das árvores, por meio de regressão simples (Equação 2) e posteriormente, a equação ajustada foi avaliada por meio de análise de variância, coeficiente de determinação, análise paramétrica, e por fim , análise de resíduos com o esboço do gráfico.

$$HC = \beta_0 + \beta_1 . DAP \quad (2)$$

Em que:

*HC*: Altura comercial (m)

$\beta_0$ ,  $\beta_1$  : Parâmetros da equação

*DAP*: Diâmetro a altura de 1,30 m

O volume foi estimado por meio de equação ajustada por Tonini et al. (2005) para a espécie. Nessa equação utilizou-se fator de forma de 0,44 conforme pode ser visualizado na (Equação 3).

$$Vi = (\pi \cdot (DAPi^2)) / 40000 \cdot HC \cdot 0,44 \quad (3)$$

Em que:

*Vi*: Volume na idade *i* (m<sup>3</sup>)

*DAPi*: Diâmetro a altura de 1,30 m na idade *i* (cm)

*HC*: Altura comercial (m)

Avaliou-se o crescimento diamétrico e volumétrico, por meio dos incrementos corrente e médio de cada árvore, conforme as Equações 4 e 5.

$$ICA = (VariávelA_{Idadex} - VariávelA_{Idadex-1}) \quad (4)$$

$$IMA = ((VariávelA)/I) \quad (5)$$

Em que:

*ICA*: Incremento corrente anual (m<sup>3</sup> na idade *i*)

*IMA*: Incremento médio anual (m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>)

*I*: Idade (anos)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Delimitação dos anéis de crescimento de paricá plantado e nativo

A madeira das árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby de plantios e de florestas nativas apresentaram anéis de crescimento demarcados pela presença de uma fina linha ou faixa de parênquima marginal e espessamento da parede das fibras no lenho tardio, também foi observado sutis alargamento do raio microscopicamente (Figura 4).

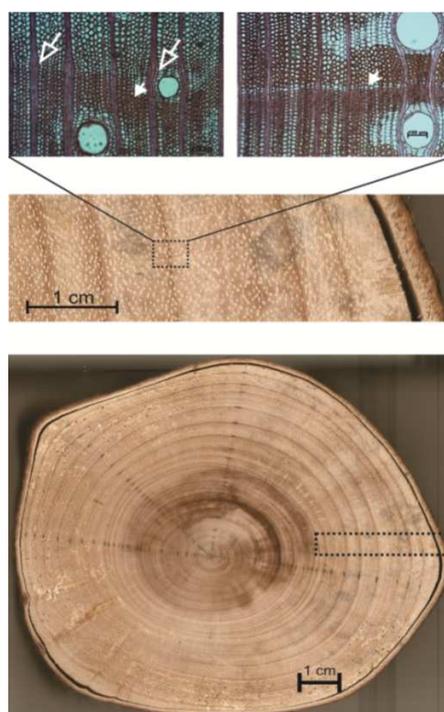


Figura 4 Estrutura microscópica e macroscópica dos anéis de crescimento de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby). Seta cheia a direita indica parênquima marginal; Seta cheia a esquerda espessamento da parede da fibra. Setas vazias a esquerda indica alargamento dos raios no limite dos anéis

Corteletti (2013) e Urbinati (2013), estudando essa mesma espécie em plantios comerciais localizados em Dom Eliseu, também verificaram essas mesmas características de espessamento da parede das fibras e alargamento do raio nas camadas de crescimento, porém, não observaram formação de faixa de parênquima marginal delimitando os anéis. Lobão (2011) analisando os anéis de crescimento de paricá nativo, constatou que a formação de parênquima marginal foi a característica estrutural mais marcante para a delimitação dos anéis, na sua pesquisa, o que corrobora com os trabalhos realizados por Callado e Guimarães (2010), Lisi et al. (2008), Marcati, Milanez e Machado (2008) e Tomazello Filho et al. (2004), para o *Schizolobium parahyba* var. *parahyba*.

A hipótese inicial, a partir de revisão de literatura, era que a espécie *Schizolobium parahyba* variedade *parahyba e amazonicum* apresentava formação de anéis de crescimento anuais (CORTELETTI, 2013; LOBÃO, 2011; TOMAZELLO FILHO et al., 2004). Para confirmação dessa hipótese, fez-se nesse trabalho o estudo dendrocronológico de indivíduos provenientes de plantios comerciais, com idade conhecida. A partir dos resultados, constatou-se que o número de camadas de crescimento identificadas, correspondia com as idades fornecidas pelas empresas. Fato que corrobora com as informações encontradas em literatura para essa espécie.

### **3.2 Crescimento diamétrico de paricá em florestas plantadas**

Os valores de crescimento em diâmetro nas diferentes localidades apresentaram características semelhantes aos encontrados por diferentes autores para a espécie (ARCO-VERDE; SCHWENGBER, 2003; CARVALHO, 2007; HOFFMANN, 2009; TEREZO, 2006). Os valores em diâmetro variaram de forma geral, entre 10 e 23 cm na idade de 6 anos, com média geral de 18 cm.

Tabela 2 Valores médios, máximos e mínimos do diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios florestais nas diferentes localidades na idade de 6 anos, no estado do Pará

<b>Municípios</b>	<b>Media</b>	<b>Valor Máximo</b>	<b>Valor Mínimo</b>
Dom Eliseu	15,091 a	18,790	10,644
Paragominas	18,252 ab	22,4293	12,343
Rondon	20,632 b	23,273	18,956

\*Letras diferentes na mesma coluna indicam valores médios estatisticamente diferentes pelo teste Tuckey ao nível de 5% de significância.

Os valores médios de diâmetro obtidos na localidade de Rondon, apresentaram em média, maior diâmetro, na idade de 6 anos, quando comparado com Dom Eliseu e semelhante ao município de Paragominas (Tabela 2). Esse fato pode ser explicado pelo maior espaçamento e pelo tipo de solo verificado nessa localidade.

Segundo Finger (1992), o crescimento em diâmetro está relacionado com o processo de divisão e diferenciação das células formadoras do câmbio, resultando na formação dos anéis de crescimento, sendo esse, também denominado crescimento secundário, afetado pelo espaço disponível para o desenvolvimento de cada árvore.

De acordo com Schönau (1974), o diâmetro é bastante influenciado pelo espaçamento, podendo-se verificar que espaçamentos maiores entre as plantas, propiciam uma maior média aritmética dos diâmetros que espaçamentos mais reduzidos, o que em uma última análise vai determinar o uso da madeira, ou a estratégia de manejo. De acordo com Leles et al. (1998), o espaçamento pode afetar o desenvolvimento e a produtividade das florestas plantadas, principalmente para as espécies de rápido crescimento. Já o espaçamento inadequado, pode acentuar os efeitos da deficiência hídrica sobre as plantas, diminuindo a produtividade da floresta, em razão da intensa competição intraespecífica, por água, nutrientes, luz e espaço.

Rondon (2002), estudando o desenvolvimento do paricá aos 6 anos de idade, em diferentes espaçamentos no município de Sinop-MT, encontrou diâmetros de 19,5 e 17,4 cm para os respectivos espaçamentos 4 x 4 e 4 x 3. Carvalho (2007) estudando essa espécie com 6 anos de idade no município de Dom Eliseu, no estado do Pará, também encontrou maiores diâmetros nos espaçamentos de 4 x 4 com média de 21,3 cm. Os resultados encontrados por esses autores foram semelhantes aos valores encontrados nesse estudo.

No tocante à qualidade da madeira, de acordo com Scolforo (1997), o espaçamento influi nos seguintes aspectos: retidão do tronco, conicidade e densidade básica. Já Ponce e Yabusaki (1983) afirmam que o espaçamento tem um efeito modesto na qualidade da madeira, mas pode ter efeito significativo na qualidade da árvore e volume produzido.

Nas localidades onde foram coletados os dados, há predominância de latossolos amarelos, podzólico vermelho e amarelo e podzólico amarelo, sendo esses solos altamente intemperizados, com características físicas adequadas ao uso agrícola, mas com forte limitação nutricional (RADAM BRASIL, 1975).

De acordo com Polunin (1962 apud CAMPOS, 1970), a capacidade de retenção de água pelo solo, bem como a sua aeração, são diretamente determinadas pela sua textura. A textura do solo encontrada na maioria das localidades foi a média argilosa, apresentando como características alta higroscopicidade; elevada superfície específica e alta capacidade de troca de cátions. Esse tipo de textura oferece melhores condições para o crescimento em altura e diâmetro das árvores. O comportamento de crescimento em diâmetro do paricá, nas diferentes idades e diferentes localidades, pode ser observado na Figura 5.

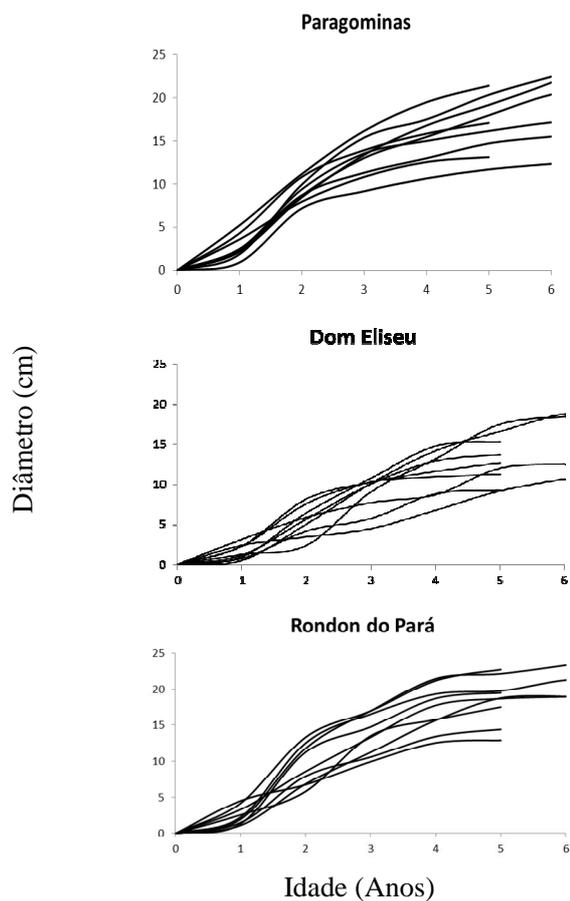


Figura 5 Comportamento do crescimento em diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios no estado do Pará

A Tabela 3 representa os parâmetros da regressão com o erro padrão e o valor de t para o modelo não linear logístico. O gráfico apresentado na Figura 6 mostra a distribuição dos dados e a variável dependente DAP (cm) em função das idades (anos) para as florestas plantadas de paricá pela Equação 1.

Tabela 3 Valores dos coeficientes, erro padrão e probabilidade (Pr) do modelo não linear logístico para diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) plantado

Coefficiente	Estimativa	Sxy	F. Calculado	Pr( < t )
$\beta_0$	18,0889	0,7513	24,077	2e-16***
$\beta_1$	2,4312	0,1407	17,282	2e-16***
$\beta_2$	0,9825	01247	7,882	5,95e-13***

\*\*\*Significativo a 1% de significância. Sxy Erro padrão residual

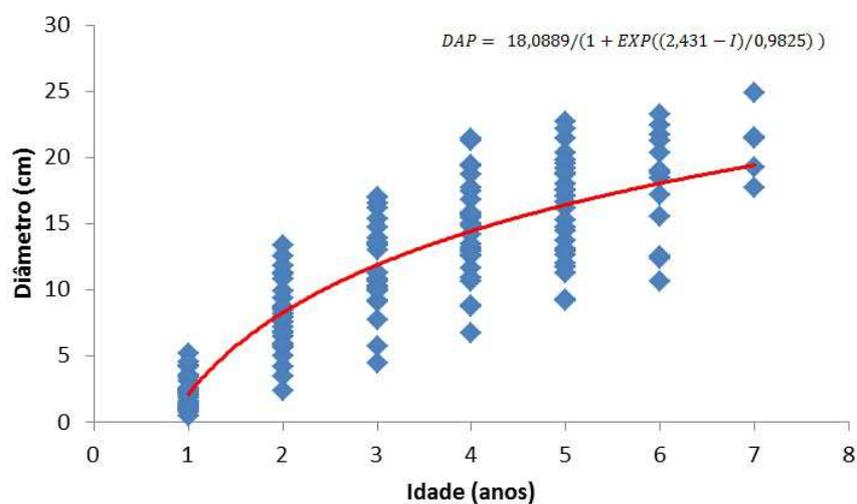


Figura 6 Ajuste do crescimento em diâmetro altura do peito (DAP) de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios no estado do Pará

O gráfico de resíduo em função dos valores de idade apresentou disposição aleatória, sem nenhum tipo de tendência aparente. Outra característica desse gráfico é que a faixa de variação dos resíduos ao longo dos valores de idade é constante (Figura 7).

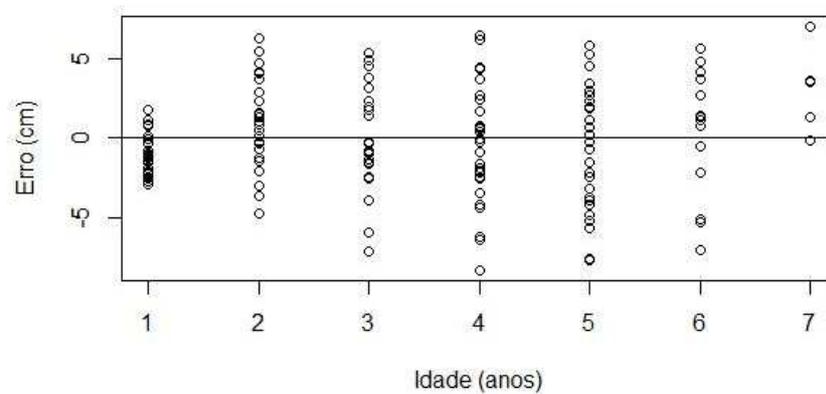


Figura 7 Gráfico de resíduo do modelo logístico para ajuste do crescimento diamétrico de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em plantio no estado do Pará

Os plantios de paricá apresentaram comportamento de crescimento diamétrico sigmoidal, tendo maior diâmetro registrado na idade de 6 anos, nos plantios localizados em Rondon (Figura 8). Os plantios localizados em Paragominas e Dom Eliseu apresentaram nessa mesma idade, uma redução em diâmetro de 7% e 25% respectivamente, quando comparados as plantas de Rondon.

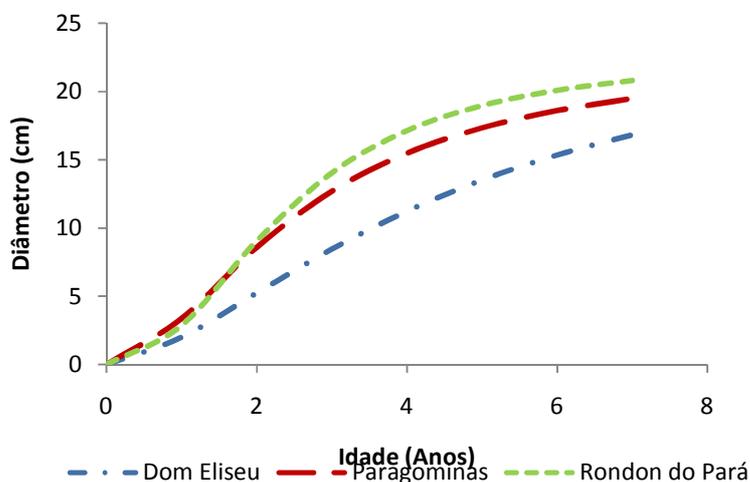


Figura 8 Crescimento em diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios localizados no estado do Pará

Segundo informações fornecidas por Terezo (2006), baseadas em dados coletados no município de Dom Eliseu, o diâmetro em plantios de paricá aos 5 anos de idade foi semelhante ao valor médio encontrado neste estudo, na localidade de Rondon, contudo, o espaçamento avaliado por Terezo (2006) ( $6\text{m}^2$ ) foi menor do que o utilizado nessa localidade ( $16\text{m}^2$ ).

Carvalho (2007) encontrou DAP médio de 21,3 cm em plantios de paricá localizados em Dom Eliseu, aos 6 anos de idade. Esse diâmetro foi maior em 7, 13 e 29% quando comparado aos plantios avaliados no presente estudo, localizados em Rondon, Paragominas e Dom Eliseu, respectivamente. Vale ressaltar, que o espaçamento utilizado no trabalho de Carvalho (2007) foi  $16\text{m}^2$ , sendo este semelhante ao de Rondon e superior às demais localidades.

A taxa de incremento corrente em diâmetro, apresentou maior valor próximo à idade de 2 anos, nos diferentes municípios (Figura 9). A taxa de incremento corrente no início do plantio dos municípios de Rondon e Paragominas foi maior do que a apresentada em Dom Eliseu. Contudo, após a

idade de 2 anos, o plantio de Dom Eliseu apresentou maior taxa de incremento diamétrico quando comparada às outras duas localidades.

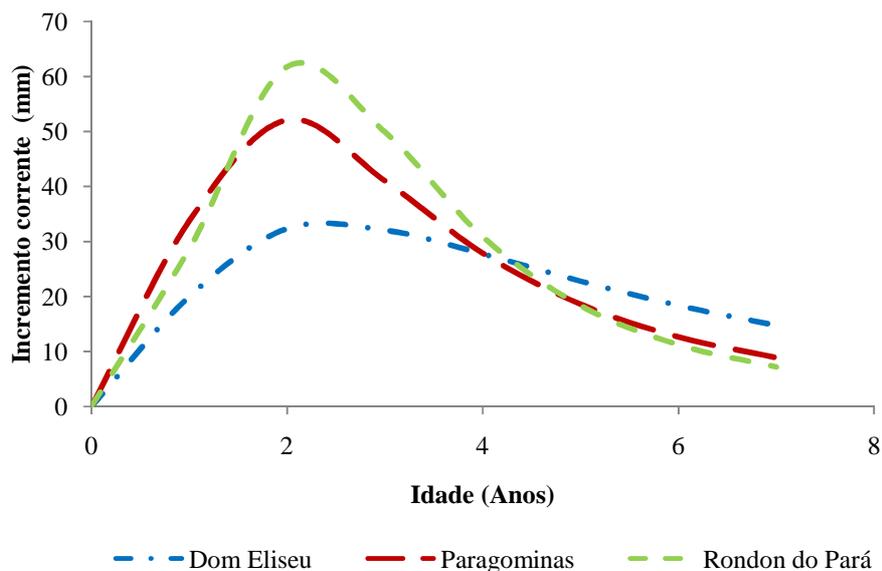


Figura 9 Taxa de incremento corrente em diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios localizados no estado do Pará

Maneschy, Santana e Veiga (2009) avaliando o crescimento de paricá em sistemas silvopastoris com espaçamento de 16 m<sup>2</sup> no nordeste do Pará, encontrou crescimento periódico anual diamétrico de 1,13 cm na idade de 6 anos. Esse valor foi condizente com o ICA diamétrico encontrado na localidade de Rondon, para essa mesma idade, e inferior aos encontrados nos municípios de Paragominas e Dom Eliseu.

De acordo com os resultados obtidos por Cordeiro (1999, 2007), o incremento corrente anual diamétrico decresce com o aumento das idades,

contudo, essa tendência foi verificada a partir da idade de 2 anos. No período entre 1 e 2 anos de idade, houve aumento do ICA diamétrico (Figura 9).

O comportamento do IMA diamétrico dos plantios de Rondon e de Paragominas (Figura 10) foi semelhante, apresentando a maior taxa de IMA diamétrico próximo à idade de 2 anos, com de 0,44 e 0,46 cm.ano<sup>-1</sup>.

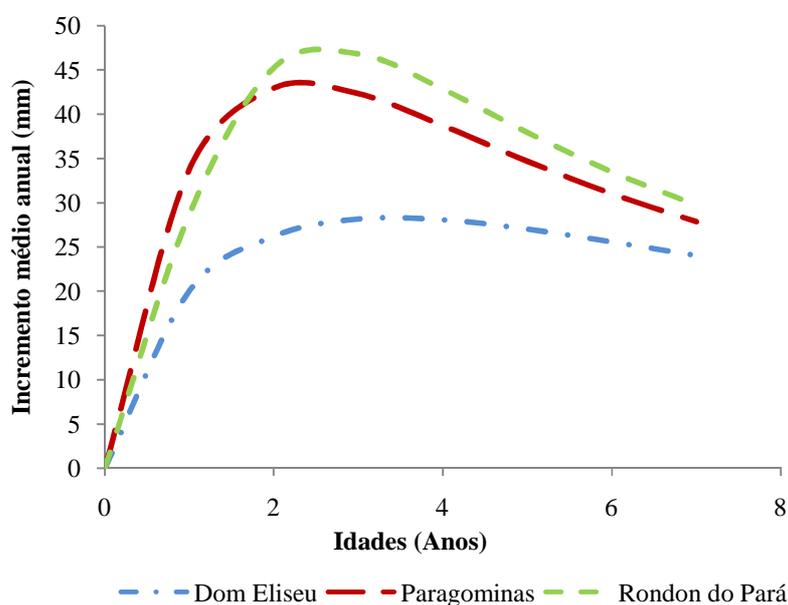


Figura 10 Incremento médio anual em diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em plantios localizados no estado do Pará

A taxa de IMA diamétrico no plantio localizado em Dom Eliseu foi maior próximo a idade de 2 anos. Após a idade de 2 anos, o IMA desse plantio apresentou menor redução ao longo dos anos quando comparado com os demais municípios, mas sempre apresentando menor valor absoluto de IMA diamétrico.

Terezo (2006) observou IMA de 3,69 cm.ano<sup>-1</sup> para a idade de 5 anos em plantios de paricá com espaçamento de 6 m<sup>2</sup>. Esse incremento foi superior

aos resultados dos plantios de Paragominas e Dom Eliseu, que mesmo possuindo espaçamento superior de  $12,25\text{m}^2$ , apresentaram IMA diamétrico de 3,46 e 2,70  $\text{cm}\cdot\text{ano}^{-1}$ , respectivamente, para a idade de 5 anos. Os plantios de Rondon apresentaram maior IMA diamétrico quando comparado com o encontrado por Terezo (2006), contudo, Rondon tinha maior espaçamento nesse trabalho ( $16\text{m}^2$ ).

Segundo Davis e Johnson (1987) a relação entre a densidade do povoamento e o crescimento diamétrico se dá de forma inversamente proporcional, uma vez que, com maior número de árvores por unidade de área, a competição por água, luz e nutrientes é maior, proporcionando menor crescimento em diâmetro.

### 3.3 Crescimento diamétrico de paricá em florestas nativas

O comportamento de crescimento em diâmetro de espécies de paricá nativo foi diferente do observado em condições de plantio. O valor médio de diâmetro na idade de 6 anos foi 66% menor do que encontrado em florestas plantadas (Figura 6). Esse comportamento do diâmetro em florestas nativas pode ser em função da competitividade entre os indivíduos existentes no meio, bem como pelas condições edafoclimáticas de determinada região.

Tabela 4 Valores médios, máximos e mínimos de diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nativo em diferentes localidades na idade de 6 anos

Localidades	Média	Valor Máximo	Valor Mínimo
Baião	7,043 a	14,373	1,232
Marabá	5,219 a	6,617	4,151
Pau D'Arco	6,152 a	8,596	4,166

\*Letras diferentes na mesma coluna indicam valores médios estatisticamente diferentes pelo teste Tuckey ao nível de 5% de significância

O comportamento do crescimento de paricá em florestas nativas foi semelhante nos municípios de Marabá, Pau D'Arco e Baião (Tabela 4). Esse comportamento é explicado pelas condições de solo e temperatura serem semelhantes nessas localidades (Tabela 1). Segundo Poorter e Bongers (1993), o desenvolvimento das árvores é influenciado pela idade, disponibilidade dos recursos naturais, do espaço físico, das características edáficas e de fatores de competição, sendo que cada um desses fatores pode afetar de forma isolada ou em conjunto o crescimento das árvores.

Na localidade de Baião, o paricá apresentou um comportamento inicial de crescimento maior em diâmetro, quando comparado com as demais localidades (Figura 11). Esse fato pode ser explicado em função da presença de clareiras onde as árvores foram coletadas, bem como as condições de solo e disponibilidade hídrica dessa região, diferenciadas umas das outras.

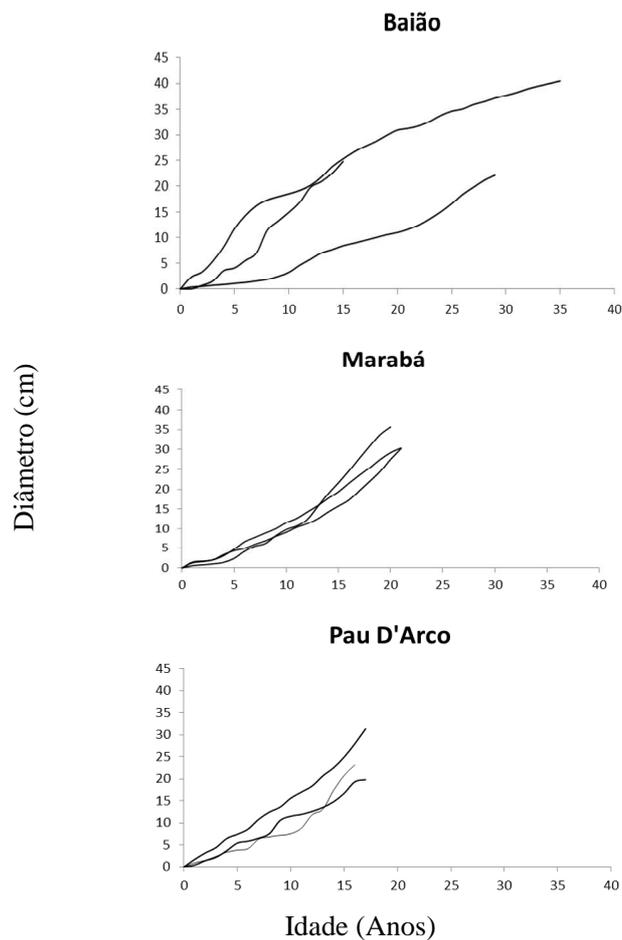


Figura 11 Comportamento do crescimento em diâmetro de árvores nativas de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) na região amazônica

Os parâmetros da regressão com o erro padrão e o valor de  $t$  para o modelo não linear logístico (Tabela 5), bem como a Equação (Figura 12) representa o resultado da regressão ajustada para a variável dependente DAP (cm), em função das idades para as florestas plantadas de paricá.

Tabela 5 Valores dos coeficientes, erro padrão e probabilidade (Pr) do modelo não linear logístico para diâmetro de paricá nativo

Coeficiente	Estimativa	Sxy	F. Calculado	Pr( < t )
$\beta_0$	31,8226	1,7468	18,218	2e-16***
$\beta_1$	13,0839	0,7875	16,615	2e-16***
$\beta_2$	4,9890	0,5436	9,178	2e-16***

\*\*\*Significativo a 1% de significância. Sxy Erro padrão residual

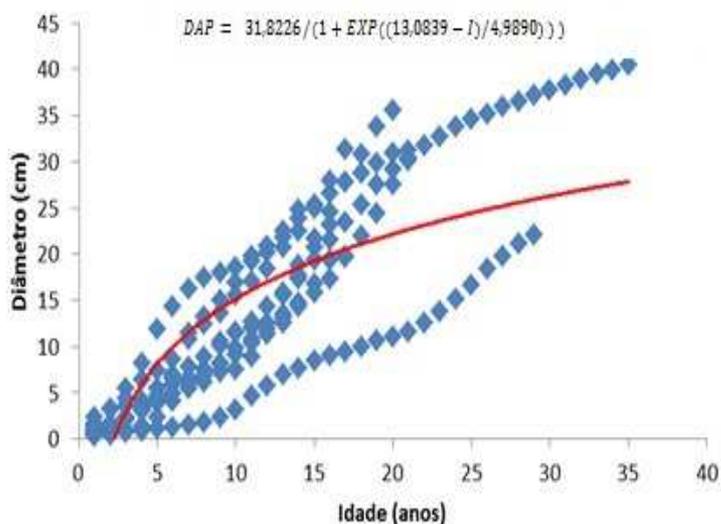


Figura 12 Comportamento do crescimento em diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em florestas nativa

O gráfico de resíduo em função dos valores de idade não apresentou disposição aleatória em virtude da pequena quantidade de árvores coletadas em relação à heterogeneidade dos paricás nativos (Figura 13). Nesse caso, seria necessária, coleta de várias amostras, para representar o comportamento em diâmetro dessa espécie, em condições de floresta nativa.

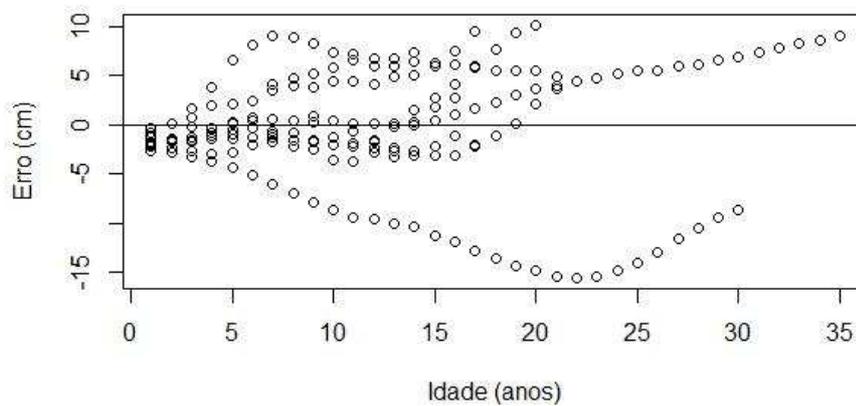


Figura 13 Gráfico de resíduo do modelo logístico para ajuste do crescimento diamétrico em paricá nativo

O crescimento diamétrico das árvores nativas de paricá localizadas nos municípios de Baião e Pau D'Arco foi semelhante até a idade de 15 anos, distinguindo-se após essa idade, quando as árvores de Pau D'Arco apresentaram maior crescimento. As árvores coletadas no município de Marabá apresentaram comportamento inicial diferenciados das outras áreas, contudo, após os 15 anos de idade o crescimento diamétrico foi semelhante ao das árvores situadas no município de Pau D'Arco (Figura 14).

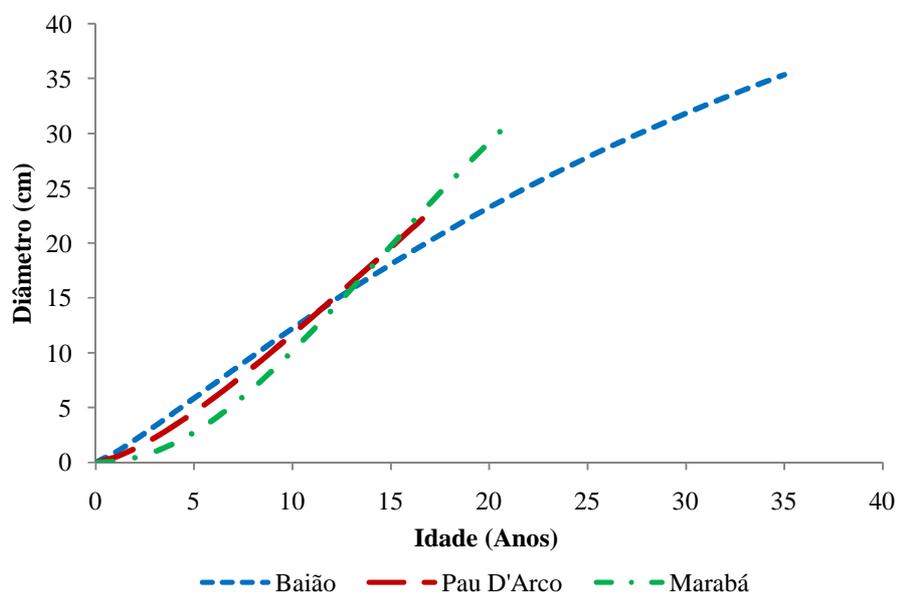


Figura 14 Crescimento em diâmetro de árvores nativas de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) em diferentes localidades no estado do Pará

De acordo com os dados disponibilizados por Lobão (2011) sobre crescimento diamétrico de paricá nativo no estado do Acre, utilizando o método dendrocronológico, o incremento corrente diamétrico na idade de 25 anos foi de 2,5 cm. Esse incremento foi superior ao encontrado no presente trabalho para essa mesma idade, ICD 1,0 cm (Figura 15)

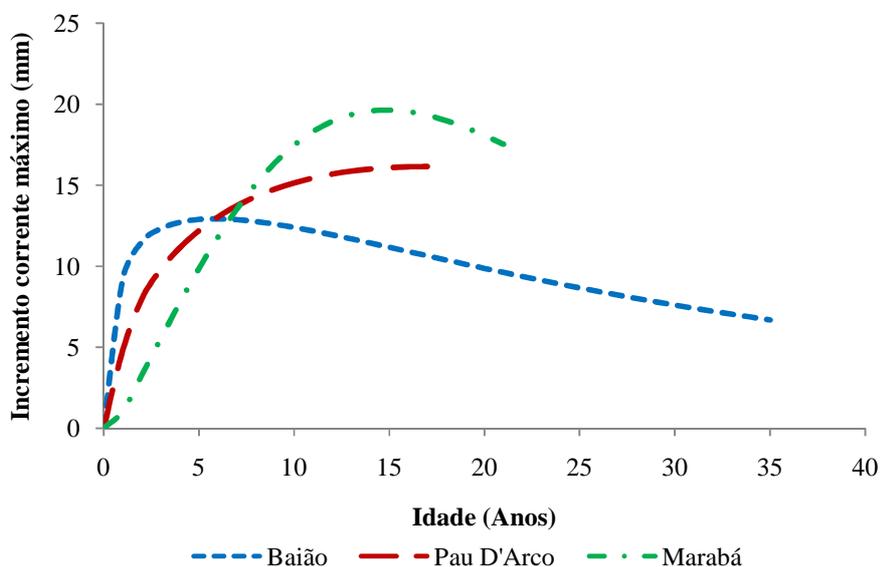


Figura 15 Taxa de incremento corrente em diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nativo proveniente de três municípios da Amazônia

O ICD máximo ocorreu em diferentes idades para os diferentes municípios. O ICD máximo em Baião foi próximo à idade de 2 anos, em função do material coletado estar localizado em regiões com menor densidade de indivíduos ou próximo a clareiras, o que resultou em menor competição por luz e nutrientes, proporcionando rápido crescimento inicial.

Nos municípios de Pau D'Arco e Marabá registrou-se ICD máximo próximo às idades de 12 e 13 anos respectivamente. Abaixo dessas idades, o incremento corrente diamétrico foi menor, já que o número de plantas por unidade de área era maior, conseqüentemente, a competição por luz, água e nutrientes foi mais acirrada, proporcionando assim, um menor incremento diamétrico.

Segundo Silva (1989), os valores médios de ICD encontrados para árvores nativas com DAP > 5 cm, em uma área experimental localizada na

Floresta Nacional de Tapajós, foram de  $0,5 \text{ cm ano}^{-1}$ . O mesmo autor ressaltou que para as espécies pioneiras exigentes de luz, o ICD apresentou maiores taxas, aproximadamente  $1 \text{ cm/ano}$ .

O crescimento diamétrico pode ser influenciado pela disponibilidade de água no solo, e de luz nas copas das árvores. Lobão (2011) verificou maior ICD em árvores de paricá localizadas no estado do Acre, durante o verão, quando a precipitação média anual foi maior. Silva (1989) avaliando a influência da quantidade de luz recebida pelas copas no crescimento diamétrico, observou que as árvores recebendo luz em toda área superior da copa, crescem em média 3 vezes mais do que aquelas recebendo somente pelas laterais ou luz difusa.

O IMD entre os três municípios foi diferente até a idade de 14 anos. Nessa idade, as árvores de Marabá e Pau D'Arco apresentaram IMD semelhantes e superiores ao verificado nas árvores de paricá do município de Baião (Figura16).

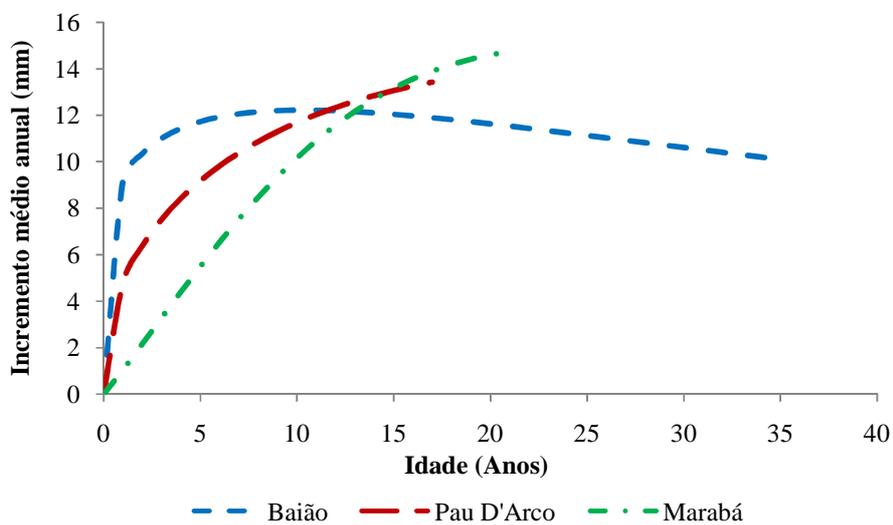


Figura 16 Incremento médio anual em diâmetro de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nativo proveniente de três municípios da Amazônia

Lobão (2011) verificou IMD médio de 2 cm.ano<sup>-1</sup> de paricá nativo no estado do Acre. Esse incremento foi superior ao verificado no presente trabalho, em que os valores máximos de IMD foram de 1,4; 1,3 e 1,2 cm.ano<sup>-1</sup> para os municípios de Marabá, Pau D'Arco e Baião, respectivamente. De forma geral, as espécies pioneiras como *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* apresentam elevada taxa de crescimento em diâmetro e altura, e adaptação a ambiente com elevada disponibilidade de luz, como pode ser observado em borda de matas e de floresta secundária em processo de sucessão.

Segundo Arquist (2002), Bush e Colinvaux (1994) e Walker e Chapin (1987), a regeneração e o crescimento das árvores pioneiras são dependentes do nível de perturbação do ambiente, como a abertura de clareira (efeito de borda) ou áreas desflorestadas sob processo de colonização.

### **3.4 Crescimento em altura comercial de paricá em florestas plantadas e nativas**

Os valores das alturas comerciais médias, bem como os valores máximos, mínimos e coeficiente de variação dessas alturas para as árvores plantadas de paricá nas idades de 4, 5 e 6 anos podem ser verificados na Tabela 6. O coeficiente de variação registrado para as alturas comerciais foi alto, em virtude das árvores coletadas estarem sob diferentes tipos de sítio. Outro fator que pode ter contribuído para o aumento desse coeficiente é a heterogeneidade genética das árvores, já que as mesmas provêm de árvores matrizes diferentes.

Tabela 6 Valores médios de altura comercial média (H méd), máxima (H max), mínima (H mín), desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nas idades de 4, 5 e 6 anos em plantios comerciais no estado do Pará

Idade (anos)	H méd (m)	H máx (m)	H mín (m)	Desvio (m)	CV (%)
4	8,538	12,2	6,4	2,47	29
5	8,78	14,7	6,5	2,44	28
6	10,82	15,0	9,0	2,44	23

Segundo Terezo (2006) em plantios de paricá aos 5 anos de idade no espaçamento de 6 m<sup>2</sup> verificou-se uma altura comercial média de 7 metros, sendo este valor, inferior a média encontrada nesse trabalho, que foi de 8,7 m. Uma das possíveis explicações é que o potencial produtivo no local onde os indivíduos coletados se localizavam, é maior do que no local onde as amostras de Terezo foram obtidas.

Lima (1998), avaliando três sistemas de consórcio de paricá, com *Bertholletia excelsa*, *Swietenia macrophylla*, *Carapa guianensis* e *Hevea brasiliensis*, o paricá apresentou os maiores valores de crescimento em altura total, média de 11,9 metros, aos 4 anos de idade.

Lelis et al. (2003) verificou que maiores valores de crescimento de paricá foram no consórcio com *Swietenia macrophylla* e *Trattinickia burserifolia*, em que alcançou valores médios de altura total de 13,9 metros aos 7 anos de idade, em espaçamento de 6 m<sup>2</sup>.

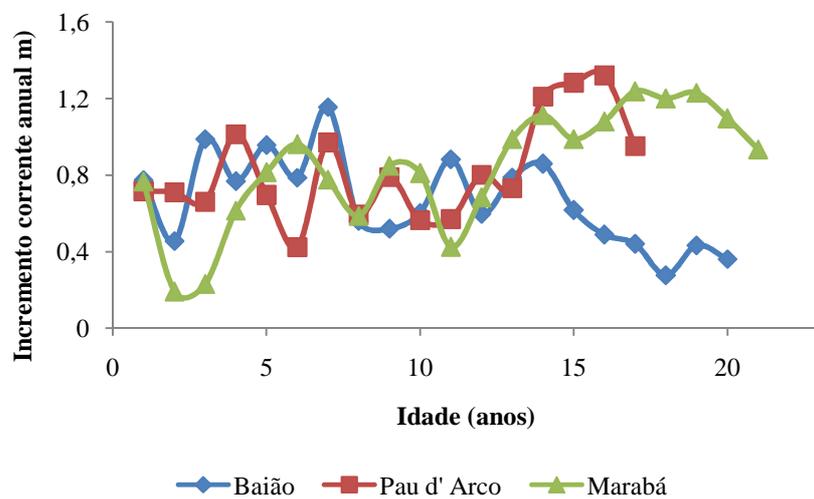
Souza et al. (2003) avaliando o crescimento em altura de paricá em espaçamento de 6 m<sup>2</sup>, apresentou altura de 15,1 metros, aos 4 anos de idade. Rossi e Quisen (1997) verificaram que essa espécie apresentou maiores crescimento em altura, em solos férteis ou medianamente férteis, profundos, com boa drenagem, e com textura franca a argilosa, contudo, em solos muito argilosos e hidromorficos, o crescimento foi bastante reduzido.

O paricá, em povoamentos nativos, de acordo com Rossi et al. (2001), podem alcançar de 20 a 30 metros de altura. Esse valor é semelhante ao encontrado nesse trabalho, em que a média de altura observada foi de 20 metros em árvores com idade média estimada de 30 anos.

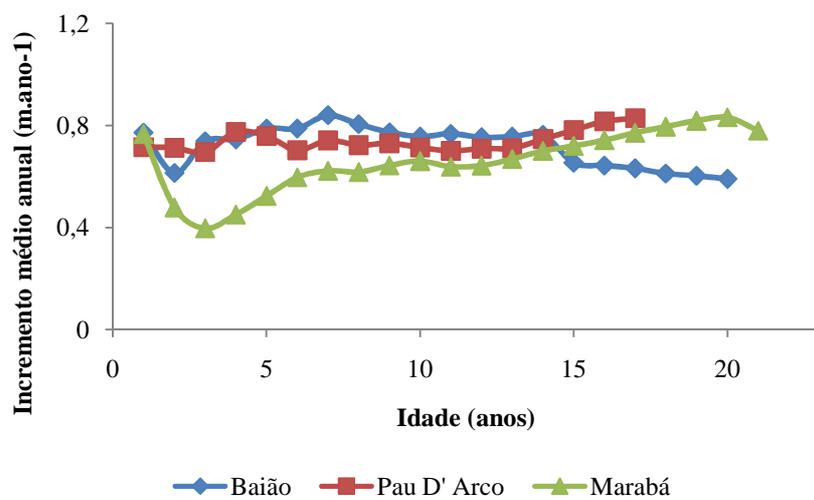
O incremento corrente anual máximo no município de Baião foi de 1,15m, e ocorreu próximo aos 7 anos de idade (Figura 17). O incremento corrente máximo dos municípios de Pau D' Arco e Marabá foram de 1,32 e 1,23m nas idades de 16 e 17 anos, respectivamente.

O incremento médio anual máximo no município de Baião ocorreu próximo a idade de 7 anos, a partir desse ponto, verificou-se uma redução do incremento médio ao longo dos anos. Já os municípios de Pau D' Arco e Marabá apresentaram maior incremento médio anual máximo, próximo as idades de 16 e 17 anos.

No município de Marabá o incremento médio e corrente inicial foi o menor dentre os municípios, provavelmente, essa redução de incremento pode estar relacionada com a competição ocorrida entre os indivíduos nessa floresta, ou pelo próprio material genético, que não responde em crescimento em altura, nas idades mais jovens.



A

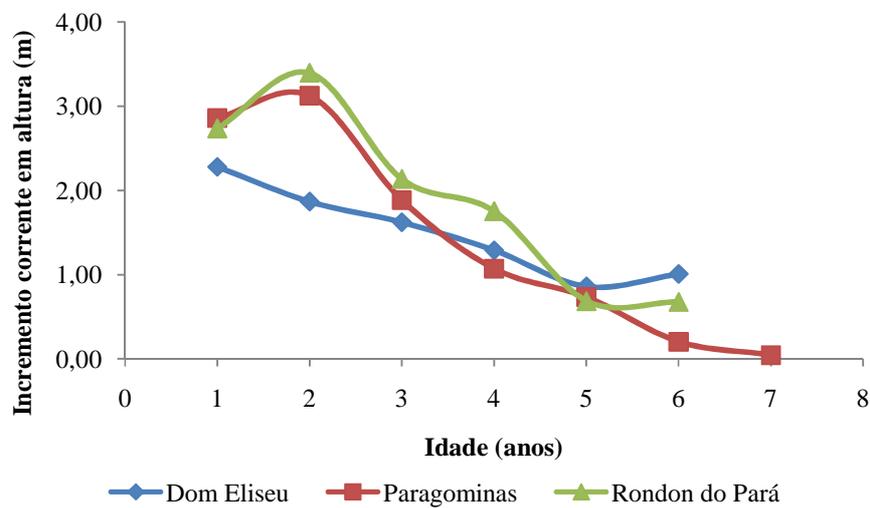


B

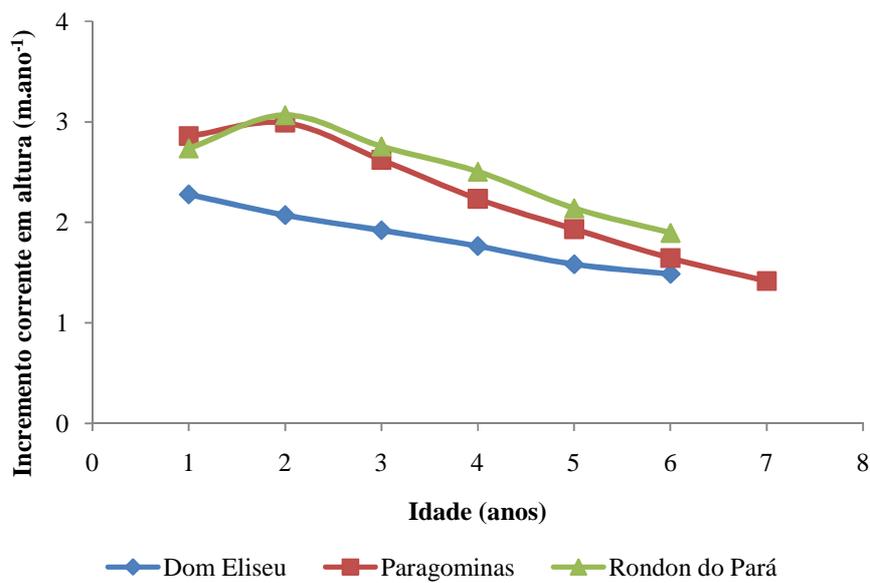
Figura 17 Incremento corrente (A) e médio de árvores (B) de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nativo provenientes de três municípios da Amazônia

Os valores máximos para incremento corrente em altura em plantios de paricá foram próximos à idade de 2 anos, para os municípios de Paragominas e Rondon (Figura 18). O município de Dom Eliseu apresentou incremento máximo na idade de 1 ano, e a partir dessa idade, foi decrescente até a idade de 5 anos, quando apresentou um acréscimo no incremento em altura.

Os valores máximos de incremento corrente em altura foram em média 63% maior que os incrementos máximos em florestas nativas de paricá. Essa diferença de incremento pode ser explicada pela aplicação de tratamentos silviculturais como roçagem, preparo e fertilização do solo. Outro fator importante que explica esse maior incremento é a utilização de sementes provenientes de matrizes encontradas nas florestas nativas



A



B

Figura 18 Incremento corrente (A) e médio de plantios (B) de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) provenientes de três municípios da Amazônia

O incremento corrente registrou valores máximos em altura nos municípios de Paragominas e Rondon próximos de  $3 \text{ m.ano}^{-1}$  na idade de 2 anos. O comportamento do incremento médio no município de Dom Eliseu foi decrescente ao longo dos anos, atingindo na idade de 6 anos, IMA de  $1,48 \text{ m.ano}^{-1}$ . Os valores máximos de IMA obtidos nos plantios de paricá foram em média 70% superior ao IMA máximo verificado nas florestas nativas de paricá.

O crescimento da variável dependente altura comercial, em função da variável independente DAP, foi ajustado por meio de regressão linear simples (Figura 19). O resultado do coeficiente de determinação ajustado da equação foi 0,66 o que indica que 66% da variação da altura comercial pode ser explicada pelo modelo.

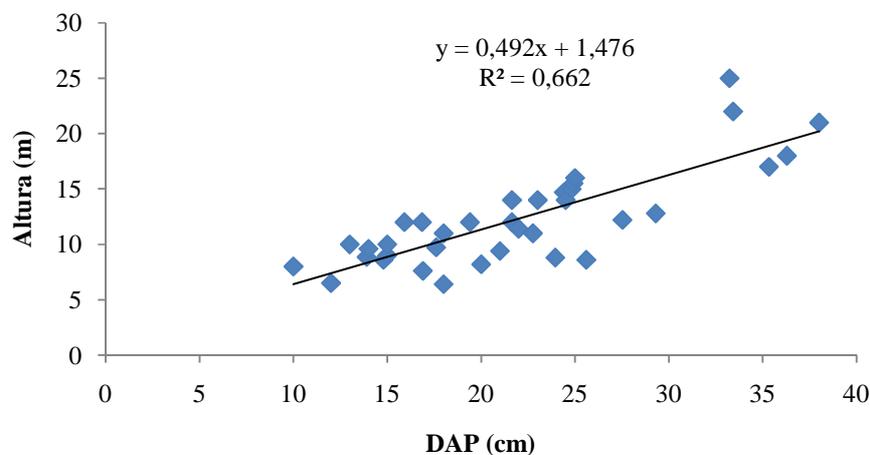


Figura 19 Relação hipsométrica de árvores de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby)

O valor de F calculado do modelo foi altamente significativo a 1% de significância, indicando que a variável independente (DAP), influencia significativamente no comportamento da altura (Tabela 7).

Tabela 7 Análise de Variância do modelo hipsométrico de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby)

Fatores	GL	SQ	QM	F Cal.	P. valor
DAP	1	435,15	453,15	66,625	1,606e-09***
Resíduos	34	222,07	6,53		

\*\*\*Significativo a 1% de significância

O coeficiente angular da regressão (DAP) foi significativo, apresentando baixo valor de erro padrão (Tabela 8).

Tabela 8 Valores dos coeficientes, erro padrão e probabilidade (Pr) do modelo ajustado para altura de paricá

Coefficiente	Estimativa	Sxy	F. Calculado	Pr( < t )
Intercepto	1,47656	1,38976	1,062	0,296
DAP	0,49285	0,06038	8,162	1,61e-09***

\*\*\*Significativo a 1% de significância. Sxy Erro padrão residual

Os resíduos em função dos valores de altura comercial apresentam disposição bem aleatória, não demonstrando nenhum tipo de tendência aparente (Figura 20). Outra característica desse resultado, é que a faixa de variação dos resíduos, ao longo dos valores de altura comercial, é constante. Isso indica, que possivelmente, nenhuma das suposições básicas do modelo de regressão linear simples, como independência das variáveis erro, homogeneidade das variâncias do erro e normalidade do erro, estejam sendo violadas.

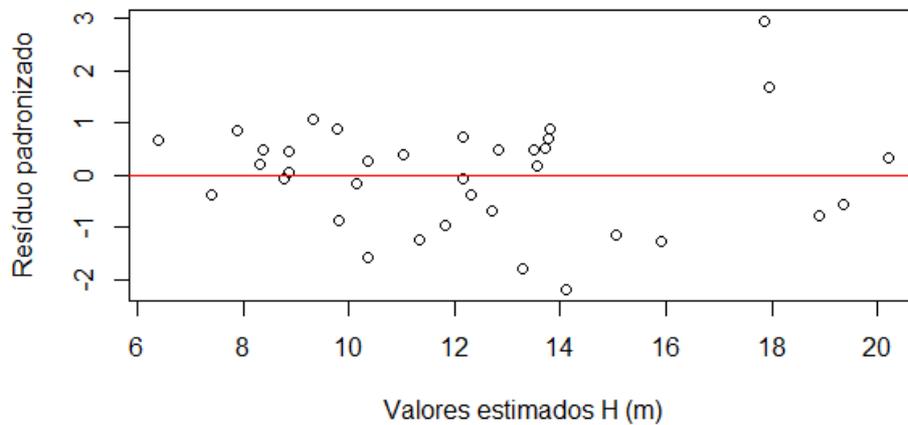


Figura 20 Gráfico de resíduo do modelo hipsométrico de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby)

### 3.5 Crescimento volumétrico de plantios de paricá

O crescimento volumétrico comercial médio das árvores de paricá, localizadas no município de Rondon, foi maior ao longo das idades quando comparado aos outros municípios (Figura 21). Esse fato pode ser explicado pelo maior espaçamento utilizado nos plantios em Rondon, e também pela origem do material genético, uma vez que as sementes utilizadas nesse plantio são de matrizes diferentes das usadas nos plantios de Paragominas e Dom Eliseu.

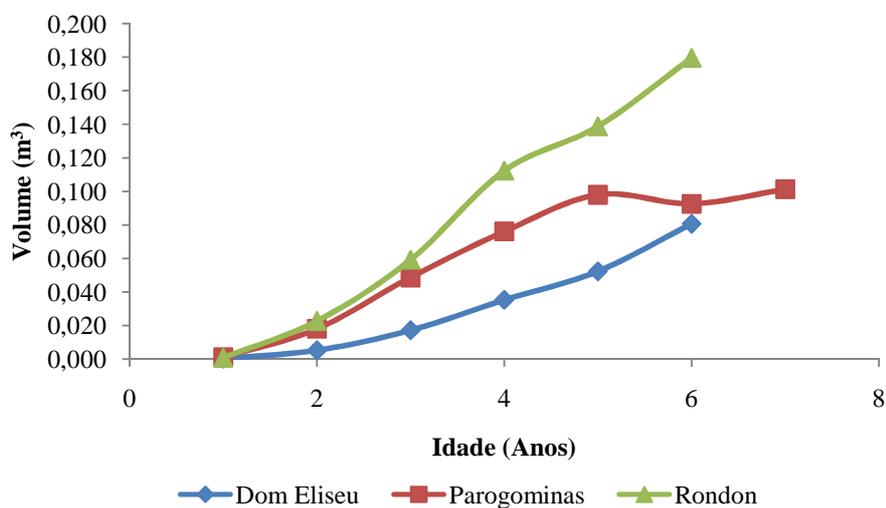


Figura 21 Crescimento volumétrico comercial médio das árvores de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke, Barneby) em plantios de diferentes municípios da região Amazônica

O volume comercial nos plantios localizados no município de Rondon, foi superior aos plantios de Paragominas e Dom Eliseu na idade de 6 anos, (Tabela 9).

Tabela 9 Média do volume comercial dos plantios de paricá em diferentes municípios da região Amazônica

Tratamentos	Volume
Dom Eliseu	0.080600 a
Paragominas	0.092600 a
Rondon	0.179550 b

\*Letras diferentes na mesma coluna indicam valores médios estatisticamente diferentes pelo teste Tuckey ao nível de 5% de significância

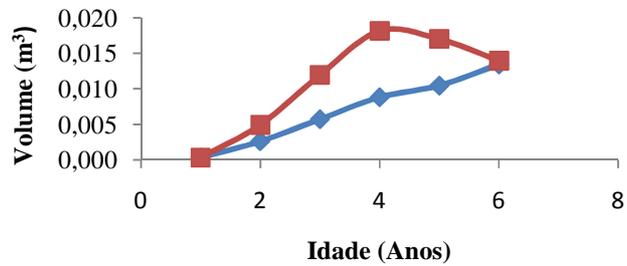
O paricá por ser uma espécie de rápido crescimento apresentou em média  $94,5367 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  de volume na idade de 6 anos quando comparado ao volume médio de florestas de *Pinus taeda* ( $60,625 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e *Carapa guianensis*

( $5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) para a mesma idade, contudo, o volume médio comercial nessa mesma idade, foi inferior quando comparado a outras espécies de rápido crescimento como o *Eucalyptus grandis* ( $280 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e *Tectona grandis* ( $145 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) na idade de 6 anos.

Terezo (2006) analisando o crescimento volumétrico comercial em plantios de paricá, aos 5 anos de idade, com espaçamento de  $3 \times 2 \text{ m}$ , localizados no município de Dom Eliseu, verificou volume médio de  $0,1434 \text{ m}^3$ . Esse valor foi superior ao encontrado nesse trabalho para a mesma localidade em espaçamento de  $3,5 \times 3,5 \text{ m}$  que foi de  $0,0522 \text{ m}^3$ .

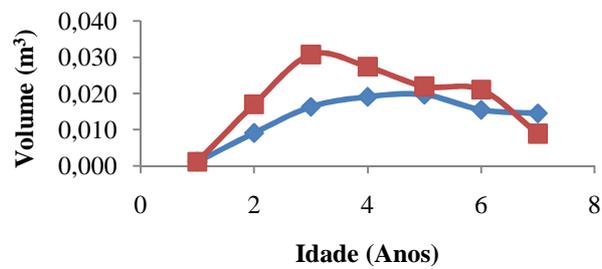
O volume médio dos plantios de paricá localizados nos municípios de Paragominas e Rondon, na idade de 5 anos, foi de  $0,1043$  e  $0,1340 \text{ m}^3$ , respectivamente. Esses valores foram inferiores ao encontrados por Terezo (2006) que mesmo utilizando espaçamento menor, registrou maior volume. Silveira (2014) avaliando o crescimento dessa mesma espécie no município de Paragominas, para idade de 6 anos, encontrou para regiões de baixa produtividade, valor médio de  $71,78 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  sendo esse inferior ao encontrado nos plantios de Rondon ( $109,3125 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e Paragominas ( $108,5280 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e superior ao encontrado nos plantios de Dom Eliseu ( $65,7696 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ )

O incremento corrente volumétrico máximo ocorreu ente as idades de 3 a 4 anos, apresentando valores de  $0,02 \text{ m}^3$  em Dom Eliseu,  $0,03 \text{ m}^3$  em Paragominas e  $0,06 \text{ m}^3$  em Rondon, conforme pode ser visualizado na Figura 22. Santos (2012) verificou incremento corrente volumétrico máximo, para o paricá plantado em espaçamento  $4 \times 4 \text{ m}$  de  $0,0640 \text{ m}^3$ , sendo este, superior ao valor encontrado no município de Rondon, em que se utilizou o mesmo espaçamento. O mesmo autor também avaliou o crescimento volumétrico de paricá em espaçamento de  $3 \times 2 \text{ m}$  encontrando valor de  $0,024 \text{ m}^3$  de incremento corrente volumétrico máximo, sendo este valor, inferior ao encontrado no município de Paragominas, e superior ao encontrado em Dom Eliseu.



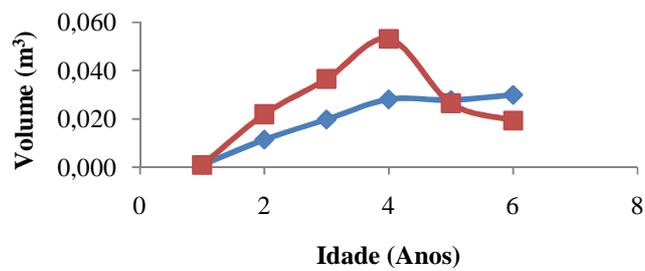
—◆— IMA —■— ICA

**A**



—◆— IMA —■— ICA

**B**



—◆— IMA —■— ICA

**C**

Figura 22 Incremento corrente e médio volumétrico de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nos municípios (A) Dom Eliseu, (B) Paragominas (C) Rondon do Pará

As espécies de rápido crescimento tendem a apresentar maior incremento corrente volumétrico (ICV) máximo em idades menores. Ferrari et al. (2005) avaliando o crescimento de *Eucalyptus dunnii*, encontrou maior incremento corrente volumétrico também na idade de 4 anos, contudo, o incremento corrente anual foi  $0,088\text{m}^3$ , ou seja, 60% maior do que o encontrado no paricá.

As espécies de crescimento lento tendem a atingir incremento corrente máximo em idade mais avançadas. Elesbão (2011) avaliando o crescimento volumétrico de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, encontrou para essas espécies ICV máximo de  $0,0264$  e  $0,0227\text{m}^3$  respectivamente, para a idade de 30 anos, ou seja, esse incremento foi 60% inferior a média de incremento corrente volumétrico máximo verificado no paricá.

Os incrementos corrente e médio tendem a se aproximarem entre as idades de 5 a 7 anos, nos diferentes municípios estudados. Segundo Assmann (1970) as curvas de incrementos (ICA e IMA) são de extrema importância para o estudo da produção florestal, visto que a interseção dessas curvas pode definir a idade técnica de corte, o que implica no corte da floresta quando esta atingir a idade de máximo IMA. Esta idade refere-se ao ponto de tangência de uma reta, partindo da origem sobre a curva de produção. Vale ressaltar, que a idade técnica de corte maximiza a produção anual média, contudo, não considera a maximização econômica da produção.

Nos municípios de Dom Eliseu e Paragominas, pode-se verificar que as idades técnicas de corte foram próximas as idade de 6 e 7 anos quando o incremento médio máximo foi de  $0,014$  e  $0,015 \text{ m}^3$  ano, respectivamente. Santos (2012), avaliando o crescimento volumétrico do paricá nesse município, com espaçamento de  $12\text{m}^2$ , verificou que a idade técnica de corte foi próxima aos 4 anos de idade, tendo como incremento médio nessa idade, de  $0,0428 \text{ m}^3$ .ano.

O município de Rondon foi o que apresentou a menor idade técnica de corte, variando em torno de 5 anos de idade, e apresentando incremento médio anual de  $0,02 \text{ m}^3 \text{ ano}$ . Santos (2012) avaliando o crescimento volumétrico de paricá no espaçamento de  $16\text{m}^2$  verificou que a idade técnica de corte foi próxima aos 4 anos de idade, tendo como incremento médio nessa idade, de  $0,0512 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}$ .

Em espécies de rápido crescimento como as de *Eucalyptus* a idade técnica de corte varia entre 6 e 7 anos de idade, com incremento médio volumétrico de  $40,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}$ , segundo Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas- ABRAF (2013). Esse valor é superior aos encontrados em paricá que apresentaram em média  $14,2479 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}$ . Vale ressaltar, que algumas das espécies de *Eucalyptus* possuem melhoramento genético, otimizando a sua produção, enquanto que o no caso do paricá, as pesquisas, tanto em melhoramento genético, quanto em silvicultura, ainda estão em fase inicial.

### **3.6 Crescimento volumétrico de paricá nativo**

O crescimento inicial volumétrico comercial médio das árvores de paricá nativo foram semelhantes entre os municípios de Baião, Pau D'Arco e Marabá, na idade de 6 e 14 anos. (Tabela10)

Tabela 10 Média do crescimento volumétrico comercial das árvores de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nativo

Tratamentos	Volume	
	6 anos	14 anos
Marabá	0,0038 a	0.100333 a
Pau D'Arco	0,0071 a	0.130033 a
Baião	0,0246 a	0.130033 a

\*Letras diferentes na mesma coluna indicam valores médios estatisticamente diferentes pelo teste Tuckey ao nível de 5% de significância

Após a idade de 15 anos, observou-se aumento significativo do volume nas árvores localizadas nos municípios de Pau D'Arco e Marabá (Figura 23). Esse fato pode ser explicado pelo surgimento de clareiras, que podem reduzir a competição por luz e propiciar o aumento da taxa fotossintética, favorecendo o desenvolvimento da árvore, como também, o aumento da mortalidade de árvores, pode afetar o crescimento volumétrico das árvores remanescentes. Silva, Carvalho e Yared (2001), avaliando o crescimento volumétrico na Floresta Nacional do Tapajós, verificaram que o aumento do crescimento volumétrico das árvores, foi afetado pelo aumento da mortalidade das árvores.

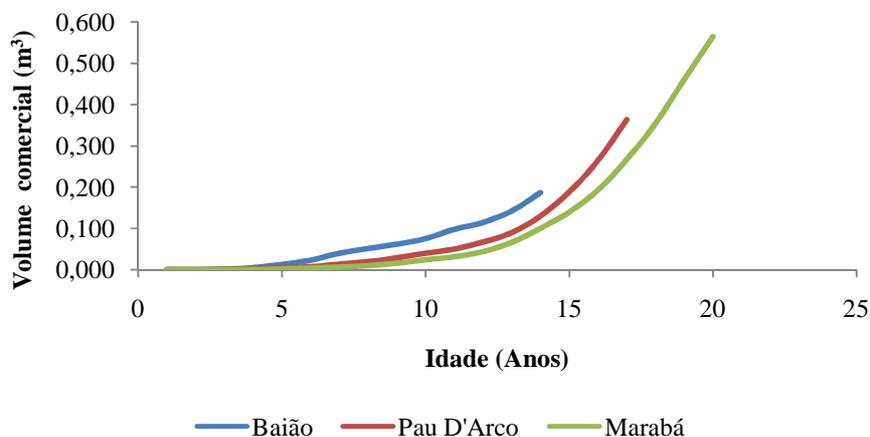


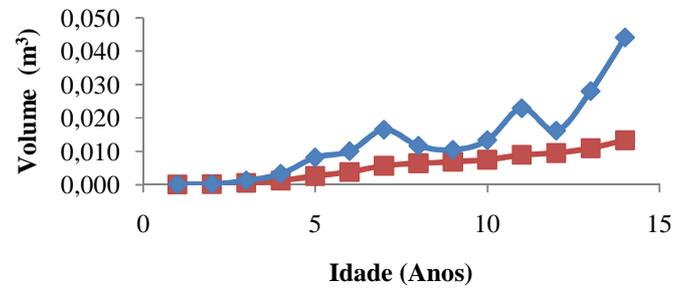
Figura 23 Crescimento volumétrico comercial médio das árvores de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nativo na região Amazônica

As árvores de paricá em condições naturais apresentaram volume de 90% menor quando comparado ao volume médio dos plantios de paricá, na idade de 6 anos. A competição em florestas naturais é maior do que em plantios comerciais, uma vez que estes são manejados com intuito de otimizar o crescimento da floresta, por meio de prática, silviculturas como, adubação, aumento de espaçamento, roçagem, além de possuírem material genético advindo de matrizes.

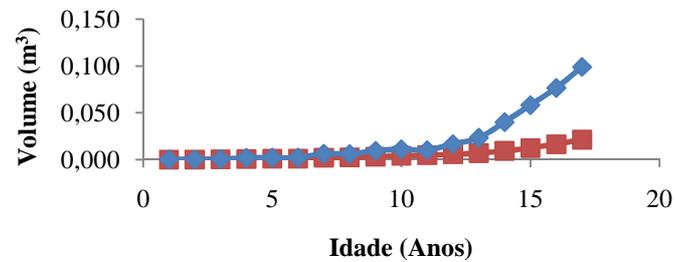
O incremento volumétrico médio na idade de 6 anos, foi de 0,038, 0,0012 e 0,0006 m<sup>3</sup>, na idade de 6 anos para os municípios de Baião, Pau D' Arco e Marabá, respectivamente, esses valores foram em média 32% menor que o verificado em plantios de paricá na idade de 6 anos, na idade de 14 anos o IMA foi de 0,0099 m<sup>3</sup>, esse valor foi superior ao incremento médio anual encontrado por Schneider, Schneider e Finger (2000) que avaliando o crescimento volumétrico de *Tabebuia impetiginosa* encontrou IMA de

0,0078 m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup> na idade de 14 anos. Vale ressaltar, que essa espécie apresenta crescimento lento, quando comparada ao paricá.

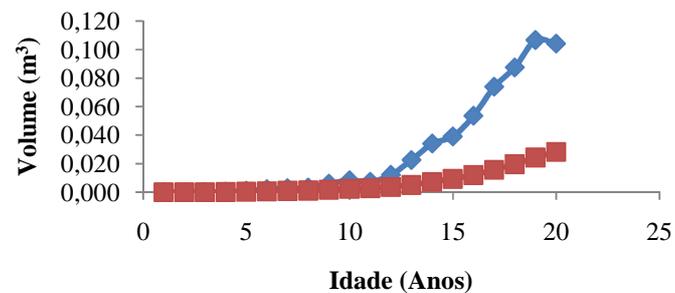
O incremento corrente volumétrico apresentou em todos os municípios, aumento significativo a partir de 14 anos de idade, atingindo valores de 0,0989 e 0,0738 m<sup>3</sup> na idade de 17 anos nos municípios de Pau D' Arco e Marabá respectivamente (Figura 24). Esses valores foram maiores quando comparado aos incrementos correntes volumétricos máximos, observados em plantios de paricá, que apresentaram valor médio de 0,0319 m<sup>3</sup> em idade próxima a 4 anos. Já em espécies de crescimento lento como a *Tabebuia impetiginosa*, Schneider, Schneider e Finger (2000) verificaram que o incremento corrente anual obteve crescimento contínuo a partir da idade de 7 anos.



A



B



C

Figura 24 Incremento corrente e médio volumétrico de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke. Barneby) nos municípios (A) Baião, (B) Pau D'Arco (C) Marabá

#### 4 CONCLUSÕES

O incremento de espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby pode ser determinado por meio do estudo de anéis de crescimento de sua madeira. Entretanto, há necessidade de se realizar mais estudos de incremento da espécie, comparando tanto em termos silviculturais, como em termos econômicos, e essa metodologia, com outras que são utilizadas, por exemplo, inventário contínuo em parcelas permanentes.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2013, ano base 2012**. Brasília, 2013. 145 p.

ARCO-VERDE, M.F.; SCHWENGBE, D.R. Avaliação silvicultural de espécies florestais no estado de Roraima. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.1, n.3, p. 59-63, jul./set. 2003.

ASQUITH, N.M. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. In: GUARIGUATA, M.; KATTAN, E.G. (Ed.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Libro Universitario Regional, 2002. p. 377-406.

ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. Oxford: Pergamon, 1970. 506 p.

BITTENCOUT, B. T. T. et al. **Estatística municipal do município de Pau D'arco**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2014. 37 p.

BUSH, M.B.; COLINVAUX, P. A. Tropical forest disturbance: records from Darien, A. **Ecology**, Durham, v. 75, n. 6, p. 1761-1768, Sept. 1994.

CALLADO, C.H.; GUIMARÃES, R.C. Estudo dos anéis de crescimento de *Schizolobium parahyba* (Leguminosae Caesalpinioideae) após episódio de mortalidade em Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.1, p. 85-91 jan./mar. 2010.

CAMPOS, J.C.C. Principais fatores do meio que afetam o crescimento das árvores. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 45-52, 1970.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 470 p.

CARVALHO, P. E. R. **Paricá** (*Schizolobium amazonicum*). Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007. 8 p. (Circular Técnica, 142).

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

CORDEIRO, I.M.C.C. **Performance diferencial de crescimento da espécie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke em sítios degradados sob diferentes regimes de preparação de área na microregião do Guamá, Aurora do Pará, Pará**. 1999. 50 p. Monografia (Especialização em Desenvolvimento de Áreas Amazônicas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1999.

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

DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3<sup>rd</sup>ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1987. 790 p.

ELESBÃO, L.E.G. **Performance do *Pinus elliottii* Engelm. E *Pinus taeda* L. em áreas arenizadas e degradadas no oeste do Rio Grande do Sul**. 2011. 155 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

FERRARI, M.P. et al. Prognose do crescimento volumétrico individual de árvores de *Eucalyptus*, em povoamentos na região centro sul. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51, p. 5-16, jul./dez. 2005.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/FATEC/CEPEF, 1992. 269 p.

FINGER, C.A.G. et al. Crescimento diamétrico do pau ferro (*Astronium balansae*) em reflorestamento no Município de São Sepé, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.101-108, 1996.

HOFFMANN, R. G. **Caracterização dendrométrica e avaliação do rendimento em laminação de madeira em plantios de paricá *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na região de Paragominas, PA.** 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2009.

HOFFMANN, R. G. et al. Caracterização dendrométrica de plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na região de Paragominas, PA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n.4, p. 675-684, 2011.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, p. 220-332, 1989.

JACOBY, G. Overview of tree-ring analysis in tropical regions. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, n. 2, p. 99-108, 1989.

LELES, P. S. dos et al. Crescimento e qualidade de fuste de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em diferentes consórcios florestais na região Amazônica. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBS, 2003. 1 CD-ROM.

LELES, P.S. dos et al. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos na região do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 41-50, jan./fev. 1998.

LIMA, R. M. B. de. Desenvolvimento de espécies florestais estabelecidas em sistemas de policultivo. In: \_\_\_\_\_. **Recuperação de áreas degradadas e abandonadas através de sistemas de policultivo: relatório anual**. Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, 1998. p. 64-67.

LISI, C. S. et al. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. **IAWA Journal**, Utrecht, v.29, n.2, p. 189-207, 2008.

LOBÃO, M. S. **Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade no lenho de árvores de *Cedrela odorata* L.; *Cedrela fissilis* Vell. E *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Hub. ex Ducke, no Estado do Acre, Brasil.** 2011. 215 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

MANESCHY, R. Q.; SANTANA, A.C. de; VEIGA, J.B. de. Viabilidade econômica de sistemas silvipastoris com *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e *Tectona grandis* no Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 49-56, dez. 2009.

MARCATI, C.R.; MILANEZ, C.R.D.; MACHADO, S.R. Seasonal development of secondary xylem and phloem in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Trees**, Saint Monica, v. 22, n. 1, p. 3-12, Feb. 2008.

PACHECO, J. J. et al. **Estatística municipal do município de Dom Eliseu.** Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011a. 40 p.

PACHECO, J. J. et al. **Estatística municipal do município de Marabá.** Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011b. 37 p.

PACHECO, J. J. et al. **Estatística municipal do município de Paragominas.** Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011c. 40 p.

PACHECO, J. J. et al. **Estatística municipal do município de Paragominas.** Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011d. 42 p.

PACHECO, J. J. et al. **Estatística municipal do município de Rondon do Pará**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2011e. 37 p.

PONCE, V. M.; YABUSAKI, S. B. Closure to "modeling circulation in depth-averaged flow". **Journal of Hydraulic Engineering**, New York, v. 109, n. 1, p. 151-153, 1983.

POORTER, L.; BONGERS, F. **Ecology of tropical forests**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1993. 223 p.

RADAM BRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: DNPM, 1975. Folha NA 20.

RINNTech. **LINTAB-Präzision-Jahrring für Jahrring**. Disponível em: <<http://www.rinntech.com/>>. Acesso em: 10 set. 2014.

RODRIGUES, E. F. et al. Um método para determinar o volume comercial do *Schizolobium amazonicum* Huber Ducke utilizando redes neurais artificiais. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 16-23, 2010.

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

ROSSI, L. M. B. et al. Aspectos silviculturais e socioeconômicos de uma espécie de uso múltiplo: o caso de *Schizolobium amazonicum* (Hub.) Ducke. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 8., 2000, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal; Santa Maria: UFSM, 2001. p. 271-279.

ROSSI, L. M. B.; QUISEN, R. C. *Schizolobium amazonicum* Ducke: a multipurpose tree in Rondonia, Brazil. In: ALTERNATIVES TO SLASH-AND-BURN ANNUAL REVIEW MEETING, 6., 1997, Bogor. **Posters Abstracts...** Nairobi: ICRAF, 1997. 1 CD-ROM.

SANTOS, E. M. **Crescimento e produção de plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) sob diferentes espaçamentos.** 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

SCHNEIDER, P.S.P.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Crescimento do ipê-roxo, *Tabebuia impetiginosa* Martius ex A. P. De Candolle, na depressão central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p. 91-10, 2000.

SCHONAU, A. P. O. The effect of planting spacing and pruning on growth, yield and timber density of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, Johannesburg, v. 88, p. 16-23, 1974.

SCHÖNGART, J. et al. Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El Niño-southern oscillation effect. **Global Change Biology**, Oxford, v.10, n. 5, p. 683-692, May 2004.

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

SCOLFORO, J.R.S. **O sistema Pisapro.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.99p.

SILVA, J. N. M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** 1989. 302 p. Thesis (Ph.D. in Forest Engineering) - Oxford University, Oxford, 1989.

SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O. de; YARED, J.A.G. (Ed.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental/DFID, 2001. 308 p.

SILVA JÚNIOR, A. T. **Equações de volume e fator de forma para árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá) no município de Aurora do Pará.** 2009. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

SILVEIRA, R. **Avaliação econômica da produção de madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum* huber ex ducke) sob diferentes espaçamentos de plantio.** 2014. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Moneteiro, 2014.

SOUZA, C. R. de et al. Desempenho de espécies florestais potenciais para plantios na Amazônia Central. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBS, 2003. 1 CD-ROM.

TEREZO, E. **Florestas plantadas: estágio atual de tecnologia.** Belo Horizonte: SEBRAE; PARAGOMINAS, 2006. 61 p.

TOMAZELLO FILHO, M. et al. Anatomical features of increment zones in different tree species in the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, n. 1, p. 46-55, 2004.

TONINI, H. et al. **Seleção de equações para o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), no estado de Roraima.** Boa Vista: EMBRAPA Roraima, 2005. 20p.

URBINATI, C. V. **Influência das características anatômicas em juntas coladas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (HUBER ex. DUCKE) BARNEBY (PARICÁ).** 2013. 161 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

WALKER, L.R.; CHAPIN, F.S. Interactions among process controlling successional change, AR. **Oikos**, Buenos Aires, v. 50, p. 131-135, 1987.