

DENDROCRONOLOGIA DE ÁRVORES DE *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake DE OCORRÊNCIA NA REBIO DE TINGUÁ-RJ¹

João Vicente de Figueiredo Latorraca², Milene Teixeira de Souza³, Leonardo Davi Silveira Augusto Baptista da Silva³ e Leticia Maria Alves Ramos³

RESUMO – O *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, popularmente conhecido por “guapuruvu”, apresenta anéis de crescimento distintos, evidenciados por maior espessamento de suas paredes no lenho tardio e pela presença de parênquima em faixa marginal. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi construir a cronologia dos anéis de crescimento de árvores de *S. parahyba* de ocorrência na ReBio de Tinguá, RJ, visando gerar conhecimento sobre a dinâmica de crescimento da espécie, bem como sobre a sensibilidade da formação dos anéis de crescimento por fatores climáticos. Das 30 árvores selecionadas foram coletadas quatro amostras radiais do tronco, utilizando-se uma sonda Pressler. As amostras passaram por polimento mecânico para melhor visualização dos anéis de crescimento e posterior delimitação e mensuração da largura deles. Para verificar a sincronização da largura dos anéis de crescimento e gerar uma série mestra da cronologia para a espécie, foi utilizado o programa estatístico COFECHA. A espécie apresenta ótimo potencial dendrocronológico, confirmado por elevada correlação da largura dos anéis de crescimento dentro e entre árvores. Além disso, exibe elevado coeficiente de sensibilidade média, que demonstra resposta às variações ambientais. O crescimento da espécie é correlacionado com a precipitação na estação seca.

Palavras-chave: Anéis de crescimento; Dinâmica de crescimento; Precipitação.

DENDROCHRONOLOGY OF *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake TREES FROM TINGUÁ BIOLOGICAL RESERVE - RJ

ABSTRACT – The *Schizolobium parahyba*, popularly known as “guapuruvu”, has distinct growth rings evidenced by increased thickening of the walls in the late wood and the presence of marginal parenchyma bands. In this context, the aim of this study was to construct a chronology of the growth rings of *S. parahyba* trees, occurring in Biological Reserve Tinguá, RJ, in order to generate knowledge about the growth dynamic of the species, as well as the sensitivity of the formation of growth rings by climatic factors. From the 30 selected trees, four radial trunk samples were collected using a Pressler borer. The samples suffered mechanical polishing for better visualization of the growth rings and subsequent delineation and measurement of the width of these rings. The statistical program COFECHA was used to check the synchronization of the width of growth rings and generate a series of master chronology of the specie. The species has a great dendrochronological potential, which was confirmed by a high correlation of the width of growth rings within and between trees. Moreover, the species has a high average sensitivity coefficient, which shows a response to environmental variations. The growth of the species is correlated with precipitation in the dry season.

Keywords: Growth rings; Growth dynamics; Precipitation.

¹ Recebido em 27.05.2014 aceito para publicação em 13.01.2015.

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Produtos Florestais, Seropédica, Rio de Janeiro – Brasil. E-mail: <latorraca@hotmail.com>.

³ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Seropédica, Rio de Janeiro – Brasil. E-mail: <tsmilene@gmail.com>, <leonardofloprio@hotmail.com> e <leticiaalves.ramos@hotmail.com>.



1. INTRODUÇÃO

Na maioria das áreas tropicais, as mudanças sazonais nas condições ambientais são menos pronunciadas do que nas florestas temperadas. Portanto, durante muito tempo não se acreditava na existência de anéis anuais de crescimento em espécies das regiões tropicais. Esse pressuposto foi pensado em decorrência da falta de sazonalidade nos trópicos (ROZENDAAL; ZUIDEMA, 2011). No entanto, já em 1927 foi descrita a presença de anéis de crescimento anuais em árvores tropicais (COSTER, 1927). Essa evidência vem sendo confirmada nos últimos anos, através de uma série de estudos com espécies de clima tropical (WORBES, 2002; SCHÖNGART et al., 2002; DEZZEO et al., 2003; BRIENEN; ZUIDEMA, 2005; CALLADO et al., 2001b; CALLADO; GUIMARÃES, 2010).

Para várias espécies tropicais, estudos têm demonstrado que o crescimento radial é influenciado por diversos fatores ambientais sazonais, por exemplo, para espécies que vivem nas margens dos igarapés na Amazônia, em regiões inundáveis da Floresta Atlântica e espécies decíduas (CALLADO et al., 2001a; WORBES, 1989, 1999).

De acordo com Stokes e Smiley (1996) e Enquist e Leffer (2001), a precipitação é o principal fator que influencia a largura dos anéis de crescimento. Estes se apresentam mais largos nos anos mais chuvosos e mais estreitos nos mais secos. O crescimento das espécies florestais pode ser influenciado pela precipitação de diferentes maneiras. Ocorrem correlações com a precipitação total anual, no período das chuvas, na estação seca, no período de transição e no ano prévio (ROZENDAAL; ZUIDEMA, 2011). Alguns estudos evidenciam correlação negativa entre crescimento e precipitação (BUCKLEY et al., 2007; SOLIZ-GAMBOA et al., 2010), o que demonstra diferentes estratégias de crescimento em relação a uma mesma variável climática.

Na floresta Atlântica, pesquisas que versam sobre a ocorrência e periodicidade da formação de anéis de crescimento abrangem diferentes tipologias do bioma, como: Floresta Ombrófila Densa (CALLADO et al., 2001a), Floresta Estacional Semidecidual (TOMAZELLO-FILHO et al., 2004), Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista (OLIVEIRA, 2007).

Nativa da Floresta Atlântica, a espécie *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake, conhecida popularmente como guapuruvu, apresenta área natural de distribuição

que compreende a vertente litorânea da Serra do Mar, desde o Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul (PIO CORRÊA, 1926; RICHTER et al., 1974; LORENZI, 1992; RIZZINI, 1995). Pertencente à família Fabaceae, o guapuruvu é espécie pioneira, semicaducifólia (CARVALHO, 2005), que está entre as espécies florestais de mais rápido crescimento nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil (INOUE et al., 1984). Anatomicamente, a espécie se caracteriza por possuir parênquima axial distinto sob lente, vasicêntrico e em linhas marginais; anéis de crescimento distintos, demarcados pelo espessamento das fibras e finas linhas de parênquima marginal; vasos de seção arredondada, porosidade difusa, solitários, geminados e múltiplos de três a cinco ocasionais; raios homocelulares, heterocelulares eventualmente presentes; fibras libriformes, septadas presentes, ocasionalmente com pontas bifidas (MAINIERI; CHIMELO, 1989). Assim, o estudo dendrocronológico da espécie é necessário para fornecer subsídios sobre a ecologia da floresta tropical, para orientar as práticas de manejo florestal e de conservação, além de colaborar na desmistificação da inexistência de sazonalidade em espécies de ambientes tropicais.

Nesse contexto, os objetivos deste estudo foram estudar e construir a cronologia de árvores de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake, de ocorrência na ReBio de Tinguá-RJ, visando gerar conhecimento sobre a dinâmica de crescimento da espécie, bem como sobre a sensibilidade da formação dos anéis de crescimento por fatores climáticos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras para a realização deste estudo foram obtidas de indivíduos crescendo naturalmente na Reserva Biológica do Tinguá, que está situada nas coordenadas geográficas 22°28'00" a 22°39'00"S e 43°13'00" a 43°34'00" e apresenta uma área de aproximadamente 26.000 ha de Floresta Atlântica, de predomínio da Floresta Ombrófila Densa (IBAMA, 2006). O clima é do tipo Cwb (Köppen), que corresponde ao tropical de altitude com verões frescos e chuvas típicas da estação, e nos pontos mais altos da ReBio a estação seca é pouco pronunciada, com temperatura média anual variando entre 13 °C e 23 °C e pluviosidade média variando de 1.500 mm a 2.600 mm e regime de distribuição periódica (IBAMA, 2006). Os dados pluviométricos foram de 43 anos (1966-2008), da estação do Município de Bom Sucesso, RJ, localizado a 48,4

km da ReBio do Tinguá, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA). Foram selecionadas 30 árvores de guapuruvu, considerando-se os aspectos de fitossanidade. Todos os indivíduos foram georreferenciados e os dados dendrométricos mensurados (altura e diâmetro) e também coletados em área de relevo de pouca inclinação e próximos a cursos d'água. Com o auxílio de um trado de incremento (sonda Pressler), foram retiradas quatro amostras radiais de cada árvore no sentido casca-medula, através de uma incisão no tronco a 1,30 m de altura em relação ao solo. As amostras foram secas em temperatura ambiente e polidas com uma sequência de lixas (entre 80-600 grana) para destacar o plano transversal do lenho.

A descrição anatômica macroscópica foi feita empregando o microscópico estereoscópico utilizando as considerações do IAWA Comitê (1999). A identificação e delimitação dos anéis de crescimento foram feitas com o auxílio do microscópio estereoscópico nos aumentos de 20 e 40 vezes, e, posteriormente, as amostras foram digitalizadas com o auxílio de um escâner com resolução de 1.200 dpi. Para as análises dendrocronológicas, foram utilizadas 30 árvores de guapuruvu, sendo para cada árvore analisados quatro raios (séries). No entanto, foi possível a sincronização de apenas 16 árvores e um total de 46 raios. Para mensuração da largura dos anéis de crescimento de todas as séries, foi utilizado o software de análise de imagens, Pro-Plus (Copyright © 1993-2001 Media Cybernetics, Inc.). Os dados de larguras dos anéis obtidos foram interpretados pelo programa estatístico COFECHA (Version 6.00p). Para a construção da cronologia, foi utilizado o programa ARSTAN (MRWE Application Framework Copyright © 1997-2004), (HOLMES et al., 1986). A cronologia obtida foi correlacionada com os valores mensais de precipitação, por meio do programa STATISTICA 8.0. Foram realizadas análises de correlação de Pearson entre a cronologia produzida e a precipitação anual (janeiro-dezembro), e a precipitação total de dezembro-janeiro-fevereiro (verão), de março-abril-maio (outono), junho-julho-agosto (inverno) e setembro-outubro-novembro (primavera).

A partir da sincronização da largura dos anéis de crescimento dos indivíduos de guapuruvu, foi realizado o estudo do crescimento em diâmetro das árvores, utilizando-se a variável incremento diametral acumulado

(IDA). O IDA foi determinado pela soma dos valores de largura dos anéis de crescimento de cada série e permitiu avaliar o comportamento de crescimento da espécie ao longo dos anos.

3. RESULTADOS

3.1. Anatomia e densidade da madeira

O lenho de *S. parahyba* a olho nu apresenta parênquima axial aliforme, vasicêntrico visível, em faixas marginais, vasos visíveis, solitários e múltiplos; raios visíveis no plano transversal. O lenho tardio apresentou visualmente maior número de vasos em relação ao lenho inicial. Todos os indivíduos estudados apresentaram anéis de crescimento distintos. As características anatômicas mais pronunciadas nos anéis de crescimento foram a presença de parênquima marginal e zonas fibrosas no lenho tardio, caracterizadas por espessamento das paredes das fibras, corroborando os resultados encontrados por (MAINIERI; CHIMELO, 1989) (Figura 1). No entanto, foram observados falsos anéis entremeados com os anéis verdadeiros.

3.2. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores

O número de anéis de crescimento variou entre os indivíduos estudados, sendo o mais jovem com 28 anéis e o mais velho, com 73 anéis.

A partir da análise da Figura 2, pode-se observar que todas as árvores de diferentes idades apresentam um mesmo padrão de crescimento. O primeiro grupo de árvores que teve o início do crescimento nos anos de 1948 obteve maior incremento em diâmetro do tronco por volta do ano 1969, enquanto o segundo grupo com maior número de indivíduos, porém mais jovens, iniciaram o seu crescimento em 1969, atingindo o maior incremento por volta do ano 1990. O terceiro grupo, com a população mais jovem ainda, iniciou o crescimento em 1976, atingindo o maior incremento do tronco por volta de 1997. Com base nos dados apresentados, nota-se que o *S. parahyba* apresenta elevado crescimento radial ao longo dos primeiros 20 anos de idade, tendendo a se estabilizar a partir deste ponto.

3.3. Dendrocronologia

Por meio da análise e interpretação dos dados de largura dos anéis de crescimento, realizadas pelo software COFECHA, foi possível sincronizar as séries cronológicas de 16 das 30 árvores analisadas. O resultado da



Figura 1 – Secção transversal do lenho de *Schizolobium parahyba* enfatizando os limites de um anel de crescimento.
Figure 1 – Transverse section of *Schizolobium parahyba* wood emphasizing the limits of a growth ring.

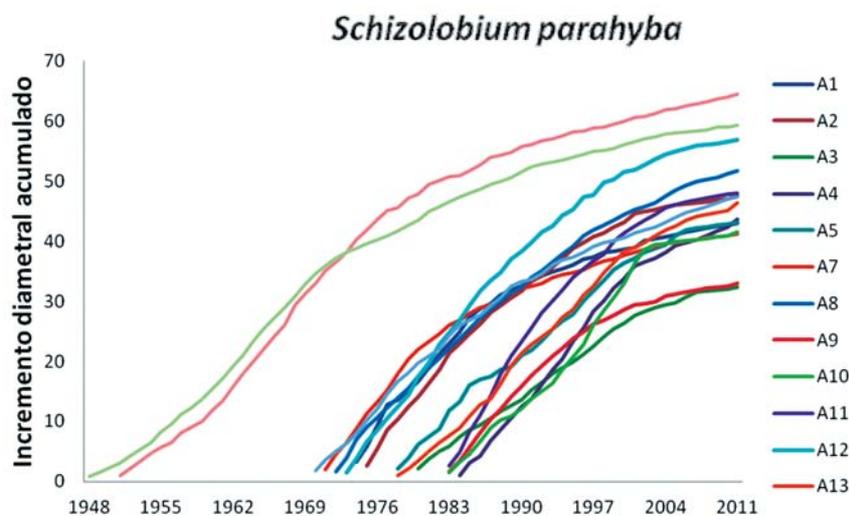


Figura 2 – Incremento em diâmetro acumulado do tronco das árvores de *Schizolobium parahyba*.
Figure 2 – Cumulative increase of trunk diameter of *Schizolobium parahyba* trees.

intercorrelação para cada indivíduo apresentou altos valores (Tabela 1), o que permitiu um bom ajuste entre as séries dos anéis de crescimento da árvore individual.

Para a cronologia produzida, a intercorrelação de Pearson foi igual a 0,71, sendo esse valor altamente significativo. Quanto à sensibilidade média Fritz (1976) para a espécie, o valor foi de 0,42. Por fim, após a sincronização realizada pelo COFECHA, o software ARSTAN foi aplicado aos dados e foi, então, produzida a cronologia dos anéis de crescimento para o conjunto de árvores, além do número de amostras (séries) utilizadas para a cronologia (Figura 3).

Não houve correlação entre a cronologia dos anéis de crescimento do guapuruvu e a precipitação anual. No entanto, para a estação de inverno, correspondente aos meses de junho e julho, a correlação foi significativa (Tabela 2).

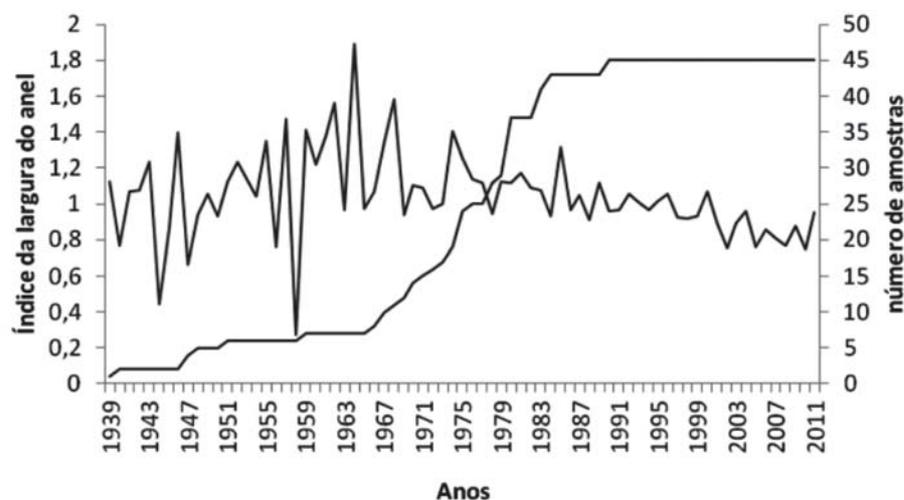
4. DISCUSSÃO

Os resultados da análise macroscópica do lenho de *S. parahyba* apresentam presença de anéis de crescimento distintos, evidenciados pela presença de parênquima em faixa marginal e zonas fibrosas. Essas características, entre outras, estão entre os principais tipos de marcação de anéis de crescimento de espécies potenciais para estudos dendrocronológicos, concordando com o padrão referido na literatura para a espécie (FERREIRA, 2002; TOMAZELLO FILHO et al., 2004; LISI et al., 2008; MARCATI et al., 2008; CALLADO; GUIMARÃES, 2010).

O lenho de *S. parahyba* apresenta flutuações de zonas fibrosas e falsos anéis entremeados com os anéis verdadeiros, o que pode vir a dificultar a análise dendrocronológica. De acordo com Silveira (2004), falsos anéis surgem da perda temporária da folhagem causada

Tabela 1 – Qualidade da sincronização das séries de largura dos anéis por árvore.**Table 1** – Synchronization quality of the width series of rings per tree.

S. parahyba	Número de séries	Extensão Cronológica	Intercorrelação das séries	Sensibilidade
Árvore 1	2	1970-2011	0,84	0,54
Árvore 2	2	1975-2011	0,83	0,40
Árvore 3	2	1976-2011	0,69	0,41
Árvore 4	2	1984-2011	0,82	0,42
Árvore 5	2	1978-2011	0,87	0,54
Árvore 7	4	1966-2011	0,84	0,52
Árvore 8	2	1967-2011	0,71	0,26
Árvore 9	3	1970-2011	0,87	0,34
Árvore 10	2	1983-2011	0,90	0,42
Árvore 11	4	1971-2011	0,79	0,44
Árvore 12	4	1966-2011	0,91	0,49
Árvore 13	2	1978-2011	0,80	0,44
Árvore 14	2	1969-2011	0,74	0,40
Árvore 16	2	1947-2011	0,83	0,50
Árvore 17	4	1939-2011	0,80	0,39
Árvore 29	2	1970-2011	0,79	0,39

**Figura 3** – Série cronológica do índice de largura dos anéis de crescimento do lenho de *Schizolobium parahyba* e profundidade de série para o conjunto de árvores.**Figure 3** – Width index chronological series of the growth rings of *Schizolobium parahyba* wood and depth of the series for the group of trees.**Tabela 2** – Correlação da cronologia de *Schizolobium parahyba* com a precipitação.**Table 2** – Correlation of *Schizolobium parahyba* chronology with precipitation.

	ANO	CR P	CR	PRI P	VER P	OUT P	INV P	PRI	VER	OUT	INV
Cronologia	0,02	0,00	0,02	0,05	-0,08	0,00	0,18	-0,01	0,08	0,03	0,34*

*Correlações significativas ($p > 0,05$). (CR P) crescimento prévio, (CR) crescimento, (PRI P) primavera prévia, (VER P) verão prévio, (OUT P) outono prévio, (INV P) inverno prévio, (PRI) primavera, (VER) verão, (OUT) outono, (INV) inverno.

por geadas tardias, ataques de fungos ou de insetos, ou devido ao estímulo de crescimento fora de época, motivado por condições favoráveis: uma primavera seca seguida de outono chuvoso, disponibilidade súbita de nutrientes, eliminação de concorrentes etc., que são as variações intra-anuais. No caso de *S. parahyba*, a resposta às condicionantes ambientais com a formação de falsos anéis pode estar associada ao fato de a espécie ser sensível a prováveis sinais de eventos climáticos fora de época. Os resultados apontam que *S. parahyba* apresenta alto valor de sensibilidade média, com índice de 0,42. Segundo Fritz (1976), para que a espécie seja considerada sensível às variações ambientais, elas devem possuir valor igual ou superior a 0,40. Os resultados indicam a alta sensibilidade da espécie de registrar, ou ser influenciada pelas alterações ambientais no lenho, apresentando com isso enorme potencialidade para estudos dendrocronológicos.

Nos resultados obtidos para *S. parahyba* em relação à influência da precipitação no crescimento, foi verificada com a correlação das cronologias dos anéis de crescimento da espécie com a série climática obtida, utilizando dados pluviométricos de 43 anos (1966-2008). Os coeficientes de correlação significativos das cronologias com a precipitação foram, em geral, observados nos meses de inverno, tanto para o crescimento anterior (ano prévio-INV P) quanto para o inverno do ano de crescimento (ano corrente-INV). As correlações mais baixas foram observadas no verão do ano anterior (VER P) e a primavera do ano de crescimento (PRI). Diante disso, pode-se dizer que a precipitação age como fator determinante no crescimento em diâmetro das árvores de guapuruvu, representados pela variação da largura dos anéis em função do aumento ou diminuição da atividade do câmbio. O clima durante determinados períodos do ano pode ter maior influência sobre o crescimento do que em outros períodos, por exemplo Brienen e Zuidema (2005), estudando a influência das chuvas no crescimento das árvores de uma floresta tropical na Bolívia, não encontraram correlação entre cronologias e a precipitação anual, no entanto eles documentaram correlação positiva entre crescimento das árvores e precipitação durante determinados períodos do ano. Entre as espécies estudadas por esses autores, três espécies apresentaram correlações com a precipitação no início da estação chuvosa e uma espécie com a precipitação na transição da estação chuvosa para a seca. Na Venezuela, Worbes (1999) observou correlações

significativas entre o crescimento e a estação seca para cinco espécies e entre o crescimento com a estação chuvosa para outras quatro espécies estudadas. Enquist e Leffler (2001) também observaram correlações de crescimento de *Genipa americana* com a precipitação da estação seca. Sette JR. et al. (2010), ao estudarem o crescimento de *Eucalyptus grandis*, observaram o maior crescimento da espécie no período de menor pluviosidade e o associaram ao acúmulo de água da chuva armazenada nas camadas mais profundas do solo. Assim, nem sempre o aumento da precipitação irá favorecer o crescimento das espécies de maneira geral. De acordo com Stokes e Smiley (1996) e Enquist e Leffer (2001), a precipitação é o principal fator que atua na largura dos anéis. Estes se apresentam mais largos nos anos mais chuvosos e mais estreitos nos mais secos. No entanto, verificaram-se neste estudo sobre *S. parahyba* na ReBio do Tinguá correlações significativas (negativas) com o período de menor ocorrência de chuvas para a cronologia construída, ou seja, o guapuruvu na região estudada apresentou maior crescimento na estação de inverno. Callado (2001), trabalhando com a mesma espécie na Ilha Grande, verificou a ocorrência de correlação significativa (positiva) com os índices pluviométricos na área de estudo. Essa autora observou taxas elevadas de crescimento no período que precede a morte dos indivíduos estudados, período esse com maiores índices pluviométricos, sob a influência do evento La Niña. Marcati et al. (2008), em estudo também com o *S. parahyba* em uma Floresta Estacional Semidecidual localizada em Botucatu, SP, verificaram que a espécie tem sua atividade cambial reduzida no início da estação seca, coincidindo com a queda de folhas, sendo o crescimento em diâmetro e o desenvolvimento das folhas no início da estação chuvosa. Contudo, os resultados de *S. parahyba* na ReBio do Tinguá são distintos com os estudos citados acima, em que se observaram maior crescimento da espécie no período de menor precipitação. Prestes (2006) relatou que qualquer conjunto de dados de anéis de crescimento de árvores será influenciado pelo clima local, e o grau de resposta a diferentes fatores climáticos variará de acordo com a espécie, idade e localização de árvores individuais. Os resultados encontrados em relação ao crescimento e à precipitação do guapuruvu na região do Tinguá indicam que neste caso o aumento das chuvas no período do verão não acelera o ritmo de crescimento dessa espécie, não corroborando os estudos relacionados à mesma espécie citados

anteriormente. Em contrapartida, quando se compara a área de estudo realizado por Callado na Ilha Grande com a área de coleta na ReBio do Tinguá, verifica-se que na Ilha Grande a espécie ocupa uma área de maior declividade, o que dificultaria a possibilidade de acúmulo de água no solo nesse local. Além disso, acarretaria possivelmente menor profundidade radicular desses indivíduos. Ao contrário, na Reserva do Tinguá, todos os indivíduos foram coletados em área de relevo de pouca inclinação e próximos a cursos d'água, visto que a região é fonte de abastecimento de água para a cidade do Rio de Janeiro. O fato de uma correlação no período de menor precipitação no Tinguá levaria a supor que essa espécie teria condições hídricas adequadas no período de inverno, supostamente em decorrência de maior disponibilidade de água no solo, devido ao tipo de relevo e às condições hídricas do local. Visto essas características, aumento de pluviosidade na área de estudo não acarretaria diretamente aumento de crescimento; pelo contrário, seria *a priori* um suprimento superior à necessidade da espécie para essa área. Nativa da Floresta Atlântica, a espécie apresenta área natural de distribuição que compreende a vertente litorânea da Serra do Mar, desde o Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul (PIO CORRÊA, 1926; RICHTER et al., 1974; LORENZI, 1992; RIZZINI, 1995). Dessa forma, o guapuruvu apresenta grande distribuição geográfica, o que permite que a espécie se adapte a diferentes condições de temperatura, pluviosidade e outras condições ambientais. Para a ReBio do Tinguá, o aumento da quantidade de água nos anos mais chuvosos não corresponderia a um aumento do crescimento da espécie. A grande quantidade de lenticelas em seu tronco poderia estar intimamente ligada à sua adaptação a locais úmidos, visto que essa característica anatômica está associada a plantas submetidas à inundação (TSUKAHARA; KOZLOWSKI, 1985; KOZLOWSKI, 1991; LOBO; JOLY, 1995; YAMAMOTO et al., 1995; PIMENTA et al., 1998). Contudo, existe a necessidade de maiores estudos, avaliando não somente a correlação do crescimento dessa espécie com os índices pluviométricos de cada região, mas também investigando as condições de disponibilidade hídrica no solo. Entretanto, esses resultados corroboram a literatura de que a precipitação é determinante no crescimento das espécies, porém nem sempre os aumentos de pluviosidade significam aumento de crescimento das árvores ou a ele correspondem.

O número de anéis de crescimento variou entre os indivíduos estudados, sendo o indivíduo 4 o mais jovem, apresentando o menor número de anéis (com 28 anéis); e o indivíduo 17, com 73 anéis, o mais antigo. Callado (2010) verificou a ocorrência de indivíduos com 69 anéis. De acordo com essa autora, essa longevidade supera o potencial do táxon que, de acordo com informações provenientes de áreas de plantio e do conhecimento tradicional, está entre 40 e 50 anos (LORENZI, 1992). Os dados deste trabalho corroboram os resultados dessa autora, ou seja, alguns indivíduos apresentam idade superior a 50 anos. Com isso, *S. parahyba* está inserida em um grupo das árvores e arbustos de ciclo de vida longo, com idade superior a 50 anos de idade, classificada como grande pioneira (MARTÍNEZ-RAMOS, 1985; SWAINE; WHITMORE, 1988) e não grupo das árvores pioneiras de ciclo curto, em que a idade seria inferior aos 50 anos.

Observa-se, contudo, que *S. parahyba* apresenta elevado crescimento radial ao longo dos primeiros 20 anos de idade, que tende a se estabilizar a partir desse ponto, mostrando um típico comportamento de espécies pioneiras. Segundo Inoue et al. (1984), *S. parahyba* está entre as espécies florestais de mais rápido crescimento nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil. Entretanto, o crescimento das árvores depende de fatores como a disponibilidade de recursos ambientais (por exemplo, luz, água e nutrientes), condições locais (competição e distância entre árvores, proximidade de cursos d'água, tipo de solo etc.), tamanho e constituição genética da árvore, bem como sua história de desenvolvimento, cada um desses podendo afetar sozinho ou em conjunto o crescimento das árvores (POORTER; BONGERS, 1993). Observa-se que, para a espécie em estudo, que o mesmo não estando com os indivíduos submetidos às mesmas condições microclimáticas e apresentando diferentes idades, o crescimento na espécie apresenta o mesmo padrão, sendo o maior incremento por volta dos 20 anos de idade, para todos os indivíduos estudados. Segundo Chambers et al. (1998), informações sobre o crescimento e a idade das árvores são ferramentas importantes para o estudo sobre a dinâmica de populações, a determinação de perturbações recorrentes no ecossistema ao longo do tempo e também sobre práticas de manejo florestal, visando ao desenvolvimento sustentável e até sobre o ciclo de carbono na floresta. Brandelero et al. (2007) mencionaram que, por meio do crescimento das árvores, é possível modelar a

produtividade dos povoamentos e prescrever intervenções precisas para as florestas, visando obter o máximo rendimento. No entanto, Lang e Knight (1983) ressaltaram que poucos são os estudos relacionados ao crescimento e idade em florestas tropicais. Esses resultados elucidam sobre a dinâmica de crescimento de *S. parahyba* nas condições ambientais a que está submetida na Reserva do Tinguá, contribuindo com a literatura no que tange ao crescimento de espécies florestais em remanescentes naturais.

5. CONCLUSÃO

O *S. parahyba* apresenta potencial elevado para estudos dendrocronológicos, devido à existência de correlações significativas da largura dos anéis de crescimento e sensibilidade do câmbio vascular aos fatores ambientais.

A espécie apresentou maior crescimento na estação do inverno para a região estudada.

A precipitação tem efeito determinante no crescimento das árvores de guapuruvu, sendo o principal fator que atua no crescimento das espécies.

O aumento de precipitação nem sempre irá favorecer o crescimento das espécies.

A espécie pode ser considerada como pioneira de ciclo longo.

O estudo corrobora a literatura, que menciona a existência de anéis de crescimento em espécies de clima tropical.

6. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Hidro Web**. Acessado em: 10 de jan. 2013: </0http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>.
- BRANDELERO, C.; ANTUNES, M. U. F.; GIOTTO, E. Precision silviculture: new technology for the forestry. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.3, n.1, p.2-9, 2007.
- BRIENEN, R.J.W.; ZUIDEMA, P.A. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. **Ecologia**, v.146, n.1, p.1-12, 2005.
- BUCKLEY, B.M.; DUANGSATHAPORN, K.; PALAKIT, K.; BUTLER, S.; SYHAPANYA, V.; XAYBOUANGEUN, N. Analyses of growth rings of *Pinus merkusii* from Lao PDR. **Forestry Ecology Manage**, v.253, p.120-127, 2007.
- CALLADO, C.H.; NETO, S.J.S.; SCARANO, F.R.; BARROS, C.F.; COSTA, C.G. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of Atlantic rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. **IAWA Journal**, v.22, n.1, p.29-42, 2001a.
- 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**, v.33, n.1, p.85-91, 2010.
- CALLADO, C.H.; SILVA NETO, S.J.; SCARANO, F.R.; COSTA, C.G. Periodicity of growth rings in some flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. **Trees**, v.15, p.492-497, 2001b.
- CARVALHO, P.E.R. **Guapuruvu**. Colombo: Embrapa, 2005. 10p. (Circular Técnica, 104)
- CHAMBERS, J.Q.; HIGUCHI, N.; SCHIMEL, J. P. Ancient tree in Amazônia. **Nature**, v.391, p.135-136, 1998.
- COSTER, C. Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahresbildung in den Tropen. **Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg**, v.37, n.1, p.49-160, 1927.
- DEZZEO, N.; WORBES, M.; ISHII, I.; HERRERA, R. Annual tree rings revealed by radiocarbon dating in seasonally flooded forest of the Mapipe River, a tributary of the lower Orinoco River, Venezuela. **Plant Ecology**, v.168, p.165-175, 2003.
- ENQUIST, B.J.; LEFFLER, A.J. Long-term tree ring chronologies from sympatric tropical dry-forest trees: individualistic responses to climatic variation. **Journal of Tropical Ecology**, v.17, n.1, p.41-60, 2001.
- FERREIRA, L. **Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de Florestas Estacionais Semidecíduas da região**

- sudeste do Estado de São Paulo. 2002. 103f.. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, 2002.
- FRITTS, H. C. **Tree rings and climate**. New York: Academic Press, 1976. 567p.
- HOLMES, R.L.; ADANS, R.K.; FRITTS, H.C. Quality control of crossdating and measuring: a user's manual for program COFECHA. In: **Tree-ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern great basin**. Tucson: Arizona University, 1986. p.15-35.
- INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHII, Y.S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984.
- IAWA COMMITTEE Dendrochronology in Monsoon Asia. **IAWA Journal**, v.20, n.3, p.223-350, 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Plano de Manejo ReBio do Tinguá**. Brasília: 2006. 12p.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1991.
- LANG, G.E.; KNIGHT, D.H. Tree growth, mortality, recruitment, and canopy gap formation during a 10 year period in a tropical moist forest. **Ecology**, v.64, p.1075-1080, 1983.
- LISI, C.S.; TOMAZELLO-FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; ROIG, F.A.; MARIA, V.R.B., FERREIRA-FEDELE, L.; VOIGT, A.R.A. Tree-ring formation, radial increment periodicity and phenology of tree species from a Seasonal Semi-Deciduous Forest in Southeast Brazil. **IAWA Journal**, v.29, n.2, p.189-207, 2008.
- LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St. Hill (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.18, n.2, p.177-183, 1995.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil; Árvores Brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características de madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989.
- 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**, v.2, n.2, p.3-12, 2008.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perenifolias. In: GOMEZ-PÓMPA, A.; AMO, S.R. (Ed.). **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, Mexico**. Cidade do Mexico: Alhambra Mexicana, 1985. p.191-239.
- OLIVEIRA, J.M. **Anéis de crescimento de Araucaria angustifolia (BERTOL.) O. KUNTZE: Bases de Dendroecologia em Ecossistemas subtropicais montanos no Brasil**. 2007. 139f. Tese (Doutorado em Ciências com Ênfase em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre, 2007.
- PIMENTA, J.A.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M.E. Adaptations to flooding by tropical trees: Morphological and anatomical modifications. In: SCARANO F.R.; FRANCO, A.C. (Ed.). **Ecophysiological strategies of xerophytic and Amphibious in the neotropics**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. p.157-176. (Series Oecologia Brasiliensis, v.4)
- PIO CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1926.
- POOTER, L.; BANGERS, F. **Ecology of tropical forests**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1993. 223p.
- PRESTES, A. **Relação Sol-Terra estudada através de anéis de crescimento de coníferas do holoceno recente e do**

- triássico**. 2006. 142 f. Tese (Doutorado em Geofísica Espacial) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.
- RICHTER, H.G.; TOMASELLI, I.; MORESCHI, J.C. Estudo tecnológico do guapuruvu (*Schizolobium parahybum*). **Revista Floresta**, v.5, p.26-30, 1974.
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.
- ROZENDAAL, D.M.A.; ZUIDEMA, P.A. Dendroecology in the tropics: a review. **Trees**, v.25, p.3-16, 2011.
- SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M.T.F.; LUDWIGSHAUSEN, S. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.581-597, 2002.
- SETTE JR, C.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C.T.; LACLAU, J.P. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. Ex. Maiden e relação com as variáveis climáticas e fertilização. **Revista árvore**, v.34, n.6, p.979-990, 2010.
- SILVEIRA, F. A. O. **Anatomia vegetal**. Curvelo: Faculdade de Ciências de Curvelo. Departamento de Ciências Biológicas de Anatomia Vegetal; 2004.
- SOLIZ-GAMBOA, C.C.; ROZENDAAL, D.M.A.; CECCANTINI G.; ANGYALOSSY, V., van der BORG, K.; ZUIDEMA, P.A. Evaluating the annual nature of juvenile rings in Bolivian tropical rainforest trees. **Trees-Struct Funct.** 2010.
- STOKES, M.A.; SMILEY, T.L. **An introduction to tree-ring dating**, 2nd ed. Arizona: The University of Arizona Press, 1996.
- SWAINE, M.D.; WHITMORES, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, v.75, 81-86. 1988.
- TOMAZELLO FILHO, M.; LISI, C.S.; HANSEN, N., CURY, G. Anatomical features of increment zones in different tree species in the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Forestalis**, v.66, p.46-55. 2004.
- TSUKAHARA, H.; KOZLOWSKI, T. Importance of adventitious roots to growth of flooded *Platanus occidentalis* seedlings. **Plant and Soil**, v.88, p.123-132, 1985.
- WORBES, M. Growth Rings, Increment and Age of trees in Inundation Forests, Savannas and a Mountain Forest in the Neotropics. **IAWA Journal**, v.2. n.10, p.109-122, 1989.
- WORBES, M. Growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. **Journal of Ecology**, v.87, p.391-403, 1999.
- WORBES, M. One hundred years of tree-ring research in the tropics: a brief history and a outlook to future challenges. **Dendrochronologia**, v.20, n.1-2, p.217-231, 2002.
- YAKAMOTO, F.; SAKATA, T.; TEREZAWA, K. Growth, morphology, stem anatomy, and ethylene production in flooded *Alnus japonica* seedlings. **IAWA Journal**, v.16, n.1, p. 47-59.1995.