



Universidade Federal do Mato Grosso do Sul  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Departamento de Ecologia

Aspectos populacionais de *Sterculia apetala* (Jacq.)  
Karst (Sterculiaceae) como subsídios ao plano de  
conservação da arara-azul no Sul do Pantanal, Mato  
Grosso do Sul, Brasil.

Antônio dos Santos Júnior

Orientadora  
Dr<sup>a</sup>. Iria Hiromi Ishii

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação  
em Ecologia e Conservação,  
como parte dos Requisitos  
para obtenção do título de  
Mestre em Ecologia.

Corumbá – MS  
2006

## **Agradecimentos**

À Professora Neiva M. R. Guedes, coordenadora do Projeto Arara Azul/UNIDERP, pela oportunidade para o desenvolvimento deste estudo que provavelmente irá contribuir com a conservação da arara-azul no Pantanal.

À Dra. Iria Hiromi Ishii pelo carinho na orientação e liberdade para arriscar.

Ao Walfrido Tomas, pesquisador da EMBRAPA Pantanal, pelas sugestões para o desenvolvimento do estudo.

À equipe de campo do Projeto Arara Azul/UNIDERP pela inestimável ajuda no trabalho de campo. Em especial a Cezar Corrêa, sem sua ajuda o trabalho não seria possível.

Ao Fernando Lara Rocha de Almeida e José Carlos Carvalho Jr pela apoio no trabalho de campo e de laboratório.

Ao Sr. Diomar Ribeiro de Souza (UFMS) e ao Sr. Moacir (EMBRAPA Pantanal) pelo transporte de minhas amostras das fazendas no Pantanal até a UFMS *Campus Corumbá*.

À Janaína Casella, Alam Tombini e Rafaela Maia por dividirem comigo bons momentos durante os dois últimos anos.

Ao Robson Waldemar Ávila por ter se revelado um grande amigo e me abrigado em Corumbá.

À Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, PROBIO – CNPq, EMBRAPA Pantanal e patrocinadores do Projeto Arara Azul/UNIDERP pelo apoio financeiro e logístico.

Aos proprietários de fazendas no Pantanal que permitiram a realização do trabalho em suas terras.

## **Dedicatória**

Às três mulheres de minha vida:

Minha Mãe, Dona Anésia Lima dos Santos, inspiração para nunca desistir de lutar.

Minha filha, Maria Eduarda S. dos Santos, que me empurra pra frente todos os dias com suas pequenas mãos.

Minha namorada, Andreliste Arruda, motivo pelo qual busco ser hoje um pouco melhor do que fui ontem.

## Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>ii</b>
<b>Dedicatória</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice</b> .....	<b>iv</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>vi</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>viii</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>ix</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>x</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1. O Manduvi e a conservação da arara-azul-grande no Pantanal.....	1
1.2. Dendrocronologia aplicada a estudos de conservação de recursos naturais e ecossistemas.....	9
<b>2. Área de estudo</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Métodos</b> .....	<b>14</b>
3.1. Obtenção de dados.....	14
3.1.1. Anatomia macroscópica da madeira de <i>S. apetala</i> .....	14
3.1.2. Crescimento anual de <i>S. apetala</i> no Pantanal.....	15
3.1.3. Taxa de crescimento radial médio anual.....	15
3.1.4. Idade das árvores de <i>S. apetala</i> que abrigam cavidades-ninho cadastradas pelo Projeto Arara Azul/UNIDERP no Pantanal.....	16
3.1.5. Estrutura populacional etária de <i>S. apetala</i> .....	16
3.1.6. Estrutura populacional de tamanho.....	16
3.2. Análise de dados.....	17
3.2.1. Diferença no crescimento de <i>S. apetala</i> entre as sub-regiões estudadas.....	17
3.2.2. Modelo linear de predição do tamanho (DAP) em função da idade....	17
<b>4. Resultados</b> .....	<b>20</b>
4.1. Características anatômicas macroscópicas da madeira de <i>S. apetala</i> e o crescimento anual.....	21
4.2. Largura das camadas de crescimento e taxa de crescimento radial médio anual.....	21
4.3. Datação das árvores-ninho e modelo de predição de tamanho-idade...	27
4.4. Estrutura populacional de <i>S. apetala</i> .....	32
4.4.1. Estrutura etária de <i>S. apetala</i> .....	32

4.4.2 Estrutura de tamanho (DAP) de <i>S. apetala</i> .....	32
<b>5. Discussão</b> .....	<b>35</b>
5.1. Anatomia da madeira e crescimento de <i>S. apetala</i> no Pantanal.....	35
5.2. Estrutura populacional de <i>S. apetala</i> e a oferta de ninhos para a arara-azul no Pantanal.....	39
<b>6. Conclusões</b> .....	<b>43</b>
<b>7. Referências bibliográficas</b> .....	<b>45</b>

## Lista de Figuras

Figura 1 – Árvore adulta de <i>Sterculia apetala</i> emergente em cordilheira com floresta semidecidual. Fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia. Foto: Antônio Jr.....	2
Figura 2 – (A) Frutos maduros abertos de <i>Sterculia apetala</i> , ilustrando a exposição das sementes para os dispersores. (B) Frutos imaturos de <i>Sterculia apetala</i> . (C) Flores de <i>Sterculia apetala</i> . Fazenda Caiman, sub-região do Miranda. Foto: Antônio Jr.....	5
Figura 3 – Casal de arara-azul ( <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> , Latham 1790) ocupando cavidade-ninho em tronco de <i>Sterculia apetala</i> . Fazenda Caiman, sub-região do Miranda. Foto: Luciano Candisani (Arquivo Projeto Arara Azul).....	8
Figura 4 – Situação geográfica das áreas de estudo dentro da planície pantaneira, MS. Edição de figura: L. A. Pellegrin (EMBRAPA Pantanal).....	13
Figura 5 – Árvore de <i>Sterculia apetala</i> que abrigava cavidade-ninho cadastrada pelo Projeto Arara Azul quebrada na altura do ninho depois de forte tempestade. Fazenda Campo Dora, sub-região da Nhecolândia. Foto: Antônio Jr.....	18
Figura 6 – Amostragem de árvore adulta de <i>Sterculia apetala</i> com o método não destrutivo, utilizando a Sonda Pressler. Fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia. Foto: Antônio Jr.....	19
Figura 7 – Secção transversal a 1,30 m do solo do fuste principal de <i>Sterculia apetala</i> que ilustra a diferenciação morfológica entre (C) cerne e (A) albarno. Laboratório de Botânica, UFMS Campus Corumbá. Foto: Antônio Jr.....	22
Figura 8 – Secção transversal a 1,30 m do solo do fuste principal de uma árvore de <i>Sterculia apetala</i> , ilustrando a distinção das camadas de crescimento anual. As setas indicam o limite das camadas de crescimento anual. Laboratório de Botânica, UFMS Campus Corumbá. Foto: Iria Hiromi Ishii.....	23
Figura 9 - Secção transversal a 1,30 m do solo do fuste principal de uma árvore de <i>Sterculia apetala</i> . Em detalhe o aspecto da camada de crescimento anual marcada pela técnica de marcação do tecido cambial. A seta aponta para a camada de parênquima marginal terminal que indica o	

limite do crescimento anual. Laboratório de Botânica, UFMS Campus Corumbá. Foto: Antônio Jr.....	24
Figura 10 – Curva de crescimento de uma árvore de <i>Sterculia apetala</i> no Pantanal, MS. O padrão de incremento demonstrado permite distinguir três fases da história de vida de <i>Sterculia apetala</i> : Fase 1, jovem; Fase 2, adulto reprodutivo; Fase 3, senil.....	26
Figura 11 – Modelo de regressão linear do diâmetro do tronco a 1,30 m do solo em função da idade para árvores de <i>Sterculia apetala</i> na sub-região do Miranda, Pantanal, MS (GLM, N=14, gl= 1,12, $r^2= 0,975$ , P= 0,013).....	29
Figura 12 - Modelo de regressão linear do diâmetro do tronco a 1,30 m do solo em função da idade para árvores de <i>Sterculia apetala</i> na sub-região do Aquidauana, Pantanal, MS (GLM, N=20, gl= 1,18, $r^2= 0,869$ , P= 0,416).....	30
Figura 13 - Modelo de regressão linear do diâmetro do tronco a 1,30 m do solo em função da idade para árvores de <i>Sterculia apetala</i> na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS (GLM, N=21, gl= 1,19, $r^2= 0,707$ , P= 0,156).....	31
Figura 14 – Distribuição de datas de germinação das árvores de <i>Sterculia apetala</i> nas sub-regiões de Aquidauana, Miranda e Nhecolândia (N=54), Pantanal, MS.....	33
Figura 15 – Distribuição de classes de diâmetro (DAP) das árvores de <i>Sterculia apetala</i> nas sub-regiões de Aquidauana, Miranda e Nhecolândia (N=259). Classes de diâmetro compostas do número de indivíduos com e sem cavidade-ninho, Pantanal, MS.....	34
Figura 16 – Variação na largura das camadas de crescimento de <i>Sterculia apetala</i> durante a história de vida no Pantanal. (A) árvore jovem não reprodutiva, camadas de crescimento estreitas e regulares; (B) árvore adulta reprodutiva, camadas de crescimento largas e irregulares, provavelmente com massiva produção de frutos e sementes; (C) árvore senil, camadas de crescimento estreitas com provável redução na produção de frutos e sementes. Laboratório de Botânica, UFMS Campus Corumbá. Foto: Antônio Jr.....	38
Figura 17 – Raízes tabulares de uma árvore de <i>Sterculia apetala</i> na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS.....	40

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Número de amostras de <i>Sterculia apetala</i> coletadas por sub-região do Pantanal investigadas e quantidade de amostras por método utilizado.....	20
Tabela 2 – Crescimento anual radial médio (CARM) e desvio padrão (DP) das árvores de <i>Sterculia apetala</i> nas sub-regiões pesquisadas, Pantanal, MS.....	25
Tabela 3 – Idade e diâmetro das árvores de <i>Sterculia apetala</i> cadastradas como sítio reprodutivo pelo Projeto Arara Azul e amostradas no Pantanal, MS.....	28

## Resumo

*Sterculia apetala* é uma espécie-chave para a conservação da arara-azul no Pantanal, pois, 94% dos ninhos desta ave na área pantaneira são abrigados nos troncos de indivíduos desta espécie arbórea. Este estudo teve como objetivos (1) investigar a existência de anéis anuais, descrevendo as características anatômicas macroscópicas da madeira, (2) investigar a taxa de crescimento radial médio anual, (3) estimar a idade das árvores que abrigam as cavidades ninho cadastradas pelo Projeto Arara Azul e (4) empregar estes resultados em estudos de estrutura populacional de *S. apetala* para fornecer subsídios ao plano de conservação da arara-azul no Pantanal. A área de estudo compreendeu florestas semidecíduais em cordilheiras em fazendas nas sub-regiões do Miranda, Abobral e Nhecolândia. Os métodos utilizados neste estudo foram análises de anéis anuais, ou dendrocronologia. As camadas de crescimento em *S. apetala* são distintas e anuais. O crescimento radial médio anual das árvores de *S. apetala* no Pantanal é de 3,4 mm, sendo diferente entre as sub-regiões investigadas. O comportamento do crescimento de *S. apetala* sugere ser uma árvore de estágio secundário de sucessão ecológica marcado pela variação no crescimento ao longo da história de vida que primeiramente investe energia no crescimento em altura e assim que a árvore atingir o dossel passa a investir mais em crescimento em diâmetro. A estrutura populacional de *S. apetala* mostrou uma menor frequência de jovens tanto na estrutura etária quanto na estrutura de tamanho (DAP). A maior parte dos ninhos cadastrados pelo Projeto Arara Azul/UNIDERP estão concentrados na categoria de árvores adultas, entre 60 e 90 anos de idade. Considerando a idade das árvores que abrigam cavidades e a sua constante perda, há uma tendência à diminuição na disponibilidade de ninhos naturais para a arara-azul nas próximas décadas, tornando a ave dependente do aporte de sítios reprodutivos artificiais disponibilizados pelo Projeto Arara Azul. Assim, em caso de recomposição de florestas, somente após 60 anos as árvores estarão aptas a abrigar cavidades-ninho para a arara-azul. Neste hiato de tempo, ações de manejo como as realizadas pelo Projeto Arara Azul serão importantes para a manutenção da população da arara-azul no Pantanal.

## Abstract

*Sterculia apetala* is a key-species for the conservation of the Hyacinth macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*) in the Pantanal, for 94% of this bird's nests occur in the branches of this tree. The main objectives of this study were (1) to investigate the existence of the tree rings by describing the macroscopic anatomical characteristics of the wood, (2) to investigate the annual growth rate, (3) to estimate the age of the trees with nests studied by the Projeto Arara Azul/UNIDERP and (4) to provide information for studies on population structure of *Sterculia apetala* and the conservation planning of the Hyacinth macaw in the Pantanal. The study was carried out in non-inundable semi-deciduous forests in corridors (cordilheiras) in three regions of the Pantanal of Miranda, Abobral and Nhecolândia, using dendrochronological methods. The growth rings of *Sterculia apetala* showed to be distinct and annual with an increment rate of 3,4 mm. The growth rhythm of *Sterculia apetala* suggests that this species is a fast-growing emergent tree of secondary succession that firstly invests in height and then, in diametral increment. The population structure of *Sterculia apetala* showed a low frequency of young individuals both in age and size structure. The most part of nests studied by the Projeto Arara Azul occurs in adult trees of 60-90 years old. Considering the age of the trees with cavities/nests and its constant loss there is a tendency in decreasing number of natural nests for the Hyacinth macaw in the next decades, making them dependent of artificial nests. Therefore, in case of forest replacement only after 60 years these trees will be able to offer cavities for the Hyacinth macaws nestings. Thus, management actions as the ones conducted by the Projeto Arara Azul will be important for the conservation of the Hyacinth macaws in the Pantanal.

## 1. Introdução

### 1.1. O Manduvi e a conservação da arara-azul-grande no Pantanal

*Sterculia apetala* (Jacq.) Karst (**FIGURA 1**), é uma árvore americana (Cristóbal 1983), denominada no Pantanal por Manduvi (Pott e Pott 1994), decídua, de crescimento rápido, grande porte e com distribuição tropical, compondo o dossel ou estrato emergente (Janzen 1972). No Pantanal, cresce dentro de fragmentos naturais com floresta semidecídua não inundável (Ratter *et al.* 1988). Os campos naturais ao redor dos capões e cordilheiras são sazonalmente inundados, condição que é a mais forte característica do ecossistema pantaneiro.

Johnson *et al.* (1997) apontam que *S. apetala* vem sofrendo com o manejo inadequado dos *habitats* na região do Pantanal, principalmente pelo manejo do ambiente resultante da atividade pecuária, inferido a partir das diferentes densidades de indivíduos jovens de *S. apetala* em áreas sem gado bovino, com gado durante seis meses do ano e com gado durante doze meses do ano. Nesse estudo a densidade de plântulas de *S. apetala* foi inversamente proporcional ao tempo de presença do gado bovino, fato que pode ser resultado de herbivoria ou pisoteio de plântulas pelo gado bovino e/ou queimadas empreendidas nos campos naturais, durante a época de estiagem que acomete este ambiente, para promover a rebrota do pasto (Padovani 2004). Estes fatores podem interferir na estrutura e dinâmica da população de *S. apetala*. Assim, estudos que investiguem isoladamente estes fatores devem ser realizados (Guedes 1995).



Figura 1 – Árvore adulta de *Sterculia apetala* emergente em cordilheira com floresta semidecidual. Fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia. Foto: Antônio Jr

A literatura traz relatos de populações de espécies vegetais, que como *S. apetala*, tem sua estrutura ou dinâmica afetadas ou pelo consumo de determinados estágios de vida por herbívoros ou por alteração do *habitat* por atividades humanas ou, até mesmo, a associação destes fatores (e.g. Harris *et al.* 2005). Gómez *et al.* (2003) investigaram experimentalmente o impacto de vertebrados predadores de frutos e plântulas de *Quercus pyrenaica* em florestas naturais na península Ibérica manejadas pelo homem. Seus resultados apontam como principal agente causador de mortalidade de plântulas os ungulados domésticos e, ainda, sugerem que a regeneração das florestas de *Q. pyrenaica* nas montanhas do Mediterrâneo pode ser limitada pelos herbívoros predadores de plântulas. Crisp e Lange (1976) apresentam os resultados de um estudo de longa duração no qual investigaram a estrutura populacional de *Acacia burkitii* por mais de 50 anos. A população de *A. burkitii* não apresentava uma estrutura estável, devido ao grande consumo de indivíduos jovens por carneiros e coelhos. Somente após o isolamento dos dois grupos de herbívoros a população de *A. burkitii* exibiu forte recrutamento de novos indivíduos e restabeleceu-se com sucesso.

Nesse contexto, justificativas para estudos acerca das populações de *S. apetala* são diversas. Uma é o detrimento de sua população natural como consequência do desenvolvimento da atividade pecuária sem planejamento no Pantanal. Outra justificativa é a grande produção anual de frutos e sementes, de junho a novembro (Lorenzi 2000), durante a estação seca que ocorre no Pantanal (Pott e Pott 1994). O grande número de animais que procuram as sementes de *S. apetala* é explicado pela grande quantidade de recurso alimentar nutritivo que é oferecida numa época de aparente escassez (Ragusa-Netto 2004), circunstância que torna *S. apetala* uma espécie arbórea de grande valor para a manutenção da biodiversidade no Pantanal.

Os frutos produzidos são secos capsulares (Barroso *et al.* 2002) (**FIGURA 2**) e se abrem, quando maduros, expondo as sementes grandes possibilitando o acesso de agentes dispersores, tal como o tucano-açu

(*Ramphastos toco*), que ingere inteiras as sementes de *S. apetala* e regurgita-as logo depois pousado em árvore vizinha à qual forrageou, estando as sementes aparentemente inteiras. Entretanto, além dos dispersores, os predadores também têm acesso às sementes, merecendo destaque a arara - canindé (*Ara ararauna*) e o periquito-rico (*Brotogeris chiriri*) que, aparentemente, consomem grande porção das sementes produzidas por uma árvore, pois, forrageiam em bando. Chaves *et al.* (2004) apontam o grande potencial nutritivo das sementes de *Sterculia striata*, observado a partir do teor de macro nutriente que é de: 45,8% carboidratos, 28,6% lipídios e 22,5% proteínas. Provavelmente, as sementes de *S. apetala* também deve ser um alimento altamente energético como a congênera.

Entretanto, a despeito dos outros motivos, a principal razão para o desenvolvimento de investigações acerca das relações ecológicas de *S. apetala* é o fato de esta árvore ser uma espécie-chave para a conservação da arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Pantanal, devido ao fato de que 94% dos ninhos desta ave na área pantaneira são abrigados nos troncos de indivíduos desta espécie arbórea (Guedes 2002; 1993) (**FIGURA 3**).

A arara-azul é o maior representante da família dos psitacídeos, atingido mais de um metro de comprimento. São aves sociais, com populações sedentárias que podem fazer pequenas migrações diárias para alimentação e/ou reprodução (Guedes 1993). É uma espécie citada como ameaçada de extinção (Tomas *et al* 2004; Guedes 1993; Collar *et al* 1992; Bernardes *et al* 1990). Os principais fatores apontados como causadores do declínio populacional desta ave no Pantanal são: (1) coleta de indivíduos para o comércio ilegal de animais silvestres e descaracterização do ambiente por queimadas ou desmatamentos (Guedes 2002). Ademais, a arara-azul é uma espécie especialista quanto a sua alimentação e exigente quanto ao seu *habitat* reprodutivo (Sick 1997; Guedes 1993), a disputa pela ocupação das cavidades-ninho com mais 17 outras espécies, entre elas arara-vermelha (*Ara chloroptera*) e o



Figura 2 – (A) Frutos maduros abertos de *Sterculia apetala* ilustrando a exposição das sementes para dispersores. (B) Frutos imaturos de *Sterculia apetala*. (C) Flores de *Sterculia apetala*. Fazenda Caiman, sub-região do Miranda. Fotos: Antônio Jr

Gavião-relógio (*Micrastur semitorquatus*) (Guedes 2002; 1995), demonstra como a alteração das formações vegetais arbóreas do Pantanal podem ser deletérios para a biodiversidade da avifauna desse ecossistema.

A relação da arara-azul com *S. apetala* é um modelo biológico que pode responder diversas questões ecológicas que poderão subsidiar a conservação tanto das espécies investigadas como também do Pantanal, pois ambas as espécies são sensíveis às atividades humanas, servindo como indicadores de sustentabilidade de empreendimentos econômicos neste ecossistema. Assim, pesquisando os fatores que afetam a reprodução da arara-azul ou a germinação, estabelecimento e crescimento de *S. apetala* serão adquiridas informações que servirão para a discussão de como as atividades econômicas devem ser desenvolvidas de forma que mantenham a biodiversidade na região do Pantanal.

A literatura apresenta resultados de estudos feitos com espécies animais que tiveram suas populações reduzidas a níveis críticos por não conseguirem reproduzir-se de forma satisfatória, isto é, não produzirem descendentes suficientes para suprir as faltas geradas pela morte ou migração de indivíduos adultos ou senis. O modelo exemplificado pela arara-azul na sua relação com *S. apetala* é possível de ser observado em outras partes do globo. Neste modelo, uma espécie de ave se reproduz em cavidades-ninho no tronco de árvores e, em razão disto, se torna dependente do crescimento e oferta de espécies arbóreas que, por sua vez, são removidas para implantação de pastagens cultivadas, ou monoculturas, ou manejo florestal. O psitacídeo australiano *Polytelis swainsonii*, por exemplo, apontado como espécie vulnerável à extinção, depende de cavidades em galhos e troncos de árvores de *Eucalyptus* spp. para sua reprodução. No entanto, as áreas de florestas remanescentes, onde ocorrem, estão sendo removidas para serem substituídas por plantios de soja (Manning *et al.* 2004). Na Europa, duas espécies de pica-pau (*Dendrocopos leucotos* na Finlândia e *Dendrocopos major* na Inglaterra), que se reproduzem em cavidades de árvores senis

ou mortas, estão com suas populações ameaçadas de extinção pelo manejo florestal promovido pelo homem, no qual florestas maduras de carvalhos (*Quercus* spp.) são substituídas por florestas de coníferas para exploração comercial (Smith 1997; Virkkala *et al.* 1993). Como último exemplo, *Aegypius monachus*, a maior ave de rapina da região Paleártica Ocidental, apresenta declínio no tamanho de sua população na Grécia devido à perda de *habitat* reprodutivo. Nesse estudo, os autores sugerem como medidas para reverter o fenômeno que afeta a espécie investigada: (1) preservar as árvores maduras isoladas utilizadas para reprodução, (2) criar áreas de proteção, que incluam a maioria do *habitat* apropriado para nidificação, (3) monitorar mudanças nos *habitats* para avaliar seu efeito na nidificação de *A. monachus* (Poirazidis *et al.* 2004).

Então, sofrendo efeito semelhante, a população de arara-azul pode ser reduzida a níveis críticos devido à carência de um número apropriado de sítios de nidificação (Guedes 1995). Deste modo, estudos que investiguem parâmetros demográficos de *S. apetala* são importantes, pois fornecerão informações a respeito da disponibilidade de cavidades hoje e no futuro próximo. De modo que os estudos que investiguem a estrutura e dinâmica populacional de *S. apetala* poderão ser utilizados na tentativa de prever a dinâmica da população num futuro breve e de avaliar em longo prazo as conseqüências de mudanças hipotéticas no ciclo de vida (Garcia *et al.* 1999; Huchtings 1997; Boot e Gullison 1995), gerando subsídios para um programa de manejo e conservação da arara-azul, sob a perspectiva de uma oferta futura satisfatória de sítios de nidificação, contemplando os estudos desenvolvidos com populações de *S. apetala* no Pantanal.



Figura 3 – Casal de arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) ocupando cavidade-ninho em tronco de *Sterculia apetala*. Fazenda Caiman, sub-região do Miranda. Foto: Luciano Candisani (Arquivo Projeto Arara Azul/UNIDERP)

## *1.2. Dendrocronologia aplicada a estudos de conservação de recursos naturais e ecossistemas*

O conhecimento da idade e da taxa de crescimento das árvores é uma importante ferramenta para o estudo sobre estrutura e dinâmica de populações e desenvolvimento de ecossistemas (Martin e Moss 1997; Schweingruber 1988), impactos ambientais, manejo de florestas sob o ponto de vista exploratório como recurso renovável, bem como para o estabelecimento de estratégias de ação e proteção da flora e fauna ameaçadas de extinção (Ishii 1998). E somente com uma investigação detalhada acerca das taxas de crescimento é possível se avaliar adequadamente a dinâmica populacional de espécies vegetais (Crawley 1997).

A partir de técnicas derivadas da dendrologia, ciência que estuda a formação e constituição das madeiras é possível se conhecer a idade das árvores, desde que a espécie investigada apresente marcações em sua madeira, que nada mais são do que resposta de seu crescimento ao ambiente variante (Schweingruber 1988). O conjunto de técnicas empregadas no desenvolvimento desses estudos é denominado de dendrocronologia, ciência que possibilita a datação dos anéis de crescimento, incluindo pesquisas sobre o conteúdo de informações existentes na estrutura dos anéis de crescimento e aplicação para responder questões relativas à história e ao meio ambiente (Kaennel e Schweingruber 1995).

Muitos estudos têm demonstrado a existência de crescimento anual em árvores tropicais (Worbes 1989), embora persista a idéia que o crescimento das árvores sob clima tropical seja contínuo conforme significativos estudos realizados por Coster (1927) na Ilha de Java, até os mais recentes realizados na Floresta Amazônica (Vetter e Botosso 1989a), Pantanal (Mattos 1999; Ishii 1998) e Floresta Atlântica (Callado *et al.* 2001). O clima sazonal do Pantanal, com uma fase de estiagem e conseqüente déficit hídrico no solo arenoso das áreas não inundáveis,

causa diferentes respostas em diversas espécies arbóreas sujeitas ao pulso de inundação. A deciduidade de algumas espécies, como *S. apetala*, é uma resposta à variação do clima ou disponibilidade de água. Ishii (1998) descreve diferentes respostas de espécies arbóreas de mata ciliares da planície pantaneira em função do pulso de inundação. Nesse estudo a autora descreve tanto respostas fenológicas como de crescimento, dado pela formação de anéis anuais.

Em razão da existência de fatores ambientais que limitam anualmente o crescimento de árvores nos trópicos, como seca (Fahn *et al.* 1981), inundação periódica (Ishii 1998, Worbes 1989) e fotoperíodo (Cardoso 1991), que induzem a dormência do tecido cambial, marcando a madeira. Assim, as zonas de incremento (anéis anuais) são reconhecidas devido a variação das características anatômicas da madeira originada por um ciclo de mudança estrutural (Vetter e Botosso 1989a). Portanto, as camadas de crescimento têm significado ecológico em virtude de sua periodicidade de formação e resposta a fatores ambientais limitantes (Schweingruber 1988).

Outra circunstância interessante sobre a aplicação de estudos dendrocronológicos é o cruzamento dos resultados obtidos pela investigação do crescimento das árvores com eventos históricos que envolvam o clima. Por exemplo, Vetter e Botosso (1989b), investigaram o comportamento do crescimento de duas espécies arbóreas amazônicas frente aos efeitos do fenômeno climático *El Niño*. Não obstante, a aplicação mais refinada das técnicas dendrocronológicas é ligada ao seu emprego em estudos de ecologia ou conservação de espécie ou ecossistemas. Muitos são os estudos que relacionam ou o crescimento ou a idade de árvores remanescentes com fatos ou dados históricos de ocupação ou variação de fatores ambientais. Larsen e Ripple (2003), avaliando populações de *Populus tremuloides* no Parque Yellowstone (E.U.A.) e florestas adjacentes, encontraram diferenças significativas entre as estruturas etárias das populações desta espécie nas áreas investigadas. Este fato é explicado pelo insucesso no recrutamento de

novos indivíduos na população em função das mudanças do padrão de pastoreio dos herbívoros devido a diferenças no risco de predação, que foi causado pela eliminação dos predadores do Parque no começo do séc. XX. Por sua vez, Rozas (2004), estudou o passado das práticas de manejo numa floresta de carvalhos (*Quercus robur*) no norte da Espanha, buscando informações para desenvolver um plano de restauração e manutenção de população viável de *Q. robur*. Há ainda trabalhos que usaram o conhecimento da idade das árvores para estudar a dinâmica populacional com o desenvolvimento de tabelas de vida (Díaz *et al.* 2000) ou construção de matrizes de transição (Enright e Hartshorn 1981), que é uma técnica mais elaborada para a investigação da dinâmica de organismos modulares como espécies arbóreas (Crawley 1997).

Nesse sentido, o uso das técnicas dendrocronológicas no estudo da idade das árvores de *S. apetala*, que abrigam as cavidades-ninho, associada à estrutura populacional etária fornecerão valiosas informações sobre o estado de conservação populacional de *S. apetala*. Com base nessas informações sugestões de manejo da população da árvore poderão ser propostas para prover a oferta satisfatória de cavidades-ninho para a arara-azul.

Os objetivos deste estudo são: (1) investigar a existência de anéis anuais, descrevendo as características anatômicas macroscópicas da madeira de *S. apetala*, (2) investigar a taxa de crescimento radial médio anual, (3) estimar a idade das árvores que abrigam as cavidades ninho cadastradas pelo Projeto Arara Azul/UNIDERP e (4) empregar estes resultados em estudos de estrutura populacional de *S. apetala* para fornecer subsídios ao plano de conservação da arara-azul nas sub-regiões do Miranda, do Abobral e Nhecolândia, no Sul do Pantanal.

## 2. Área de estudo

O estudo foi conduzido nos seguintes sítios de amostragem: (1) Fazenda Santa Emília (19°30'24"S – 55°36'00"W) base de estudos da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP e propriedades adjacentes, município de Aquidauana; (2) Estância Caiman (19°56'23"S – 56°14'26"W) fazenda de pecuária e turismo ecológico, base de campo do Projeto Arara Azul/UNIDERP e propriedades adjacentes, município de Miranda; (3) Fazenda Nhumirim (19°00'52"S – 56°38'38"W) base de pesquisas da EMBRAPA Pantanal e propriedades adjacentes, município de Corumbá. Sub-região do Abobral, do Miranda e da Nhecolândia, respectivamente (Silva e Abdon 1998) (FIGURA 4). Em todas as áreas as amostragens foram realizadas em cordilheiras com floresta estacional semidecidual, descrições refinadas do ambiente são encontradas em: Ratter *et al.* 1988, Ishii 1998; Silva *et al.* 2000, Salis 2004.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o Pantanal possui clima tropical subúmido (Aw), com média em torno de 1.100 mm anuais de chuva, com estação chuvosa de outubro a março e relativamente seca de abril a setembro. A temperatura média anual é de 26°C, podendo ocorrer geada esporádica (Cadavid García, 1984) (Soriano 1997). Tais características do clima da planície pantaneira induzem a formação de camadas de crescimento anual em espécies arbóreas, ou pela inundação excessiva (Ishii 1998), ou pela carência de disponibilidade de água (Worbes 1989), variando no ano e entre sub-regiões.

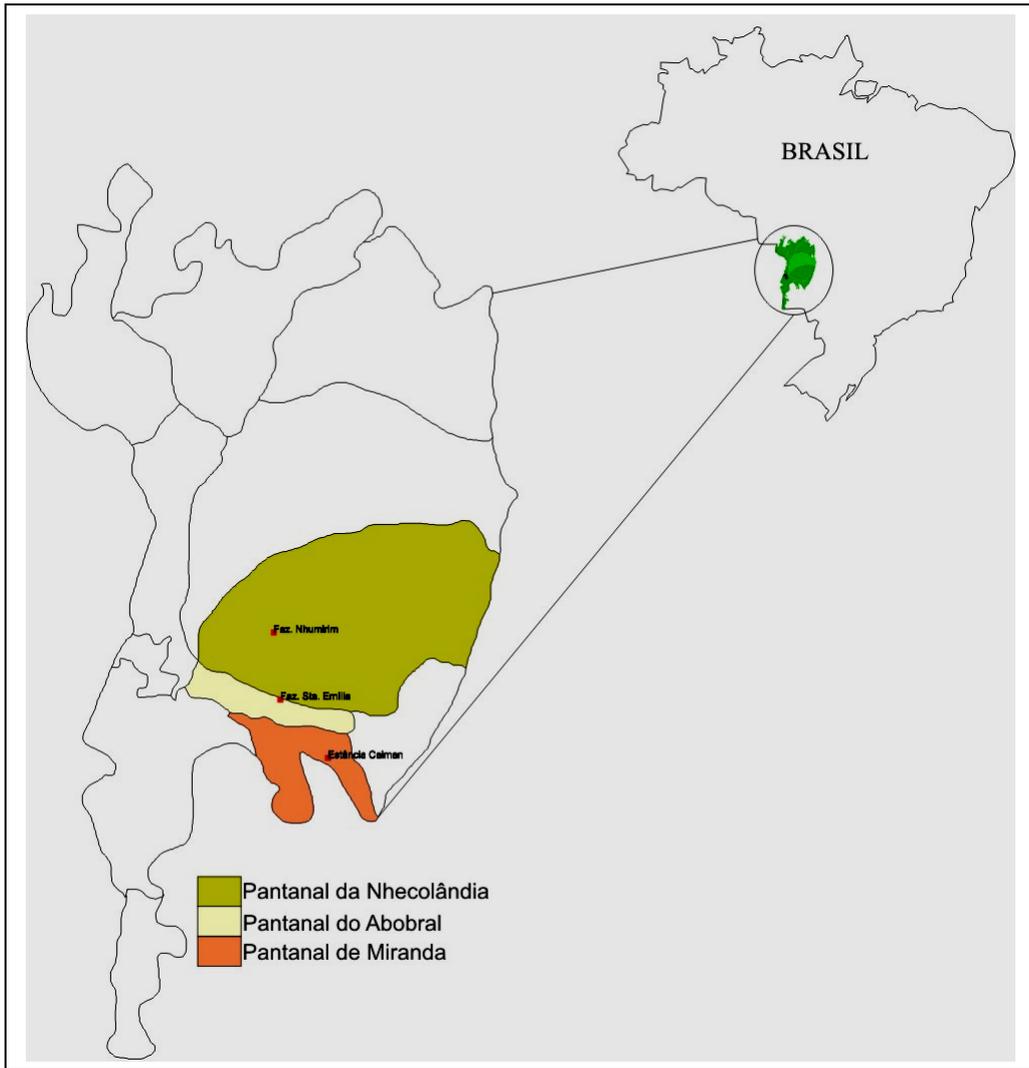


Figura 4 – Situação geográfica das áreas de estudo dentro da planície pantaneira, MS. Edição de figura: L. A. Pellegrin (EMBRAPA Pantanal).

### 3. Métodos

#### **3.1. Obtenção de dados:**

Em cada um dos sítios de trabalho foram amostradas árvores adultas de *S. apetala*. A amostragem buscou árvores que abrigam cavidades-ninho cadastradas pelo Projeto Arara Azul/UNIDERP e outras árvores próximas. Em todas as árvores amostradas foi medido o diâmetro à altura do peito (DAP) (1,30m do solo) com fita diamétrica.

##### *3.1.1. Anatomia macroscópica da madeira de S. apetala:*

Para descrição macroscópica da anatomia da madeira e das camadas de crescimento anual obtiveram-se discos do tronco de 15 árvores, cinco em cada sub-região, através do corte das árvores em secção transversal a 1,30 m acima do solo. De cada árvore foram obtidos três discos, de 3-5 cm de espessura, que foram secas naturalmente em temperatura ambiente e, posteriormente, polidas com lixa de madeira de textura mais grossa a gradativamente mais fina (80, 120, 220, 320, 400), para evidenciar os limites das camadas de crescimento e possibilitar a análise dendrocronológica. Todas as amostras encontram-se depositadas na xiloteca do Herbário COR/UFMS. Para a descrição macroscópica da anatomia da madeira seguiram-se as recomendações de IAWA Committee (1989) e Coradin e Muniz (1992).

##### *3.1.2. Crescimento anual de S. apetala no Pantanal:*

Para confirmação da existência dos anéis anuais de crescimento foi aplicado o método Mariaux (1967) que consiste na remoção de parte da casca da árvore, de cerca de 0,5 cm de largura e 5,0 cm comprimento, técnica conhecida como janela de Mariaux (Déttiene 1989). Em abril de 2004, 60 indivíduos de *S. apetala* foram lesionados em seus troncos, a 1,30m do solo. Essas árvores estão distribuídas da seguinte forma: 40 árvores na Sub-região do Miranda e 20 na Sub-região do Abobral. Após um ano, em abril de 2005, três árvores lesionadas foram cortadas e o número de anéis formados pôde ser comparado pela diferença de tempo entre a marcação e o corte das árvores. Apesar de ser um método destrutivo e que demanda tempo, é considerado um dos mais seguros em estudos sobre ritmos de crescimento (Worbes 1989). Este método foi utilizado com sucesso em árvores de matas ciliares inundáveis do Pantanal por Ishii (1998).

### 3.1.3. Taxa de crescimento radial médio anual:

Tendo-se identificado e definido os limites das camadas de crescimento, a largura dos anéis foi medida sob microscópio estereoscópico binocular e régua de escala 0,1 mm, sobre três raios traçados em cada amostra. A taxa de crescimento radial médio anual das árvores foi calculada tomando-se o raio médio da amostra dividido pelo número de camadas de crescimento da árvore (idade). Para a determinação da taxa de crescimento anual radial médio coletou-se o maior número de amostras possível, tanto amostras destrutivas como não destrutivas.

$$TC = Rm/i$$

*TC* = taxa de crescimento radial anual médio  
*Rm* = raio médio da amostra  
*i* = idade (número de camadas)

3.1.4. Idade das árvores de *S. apetala* que abrigam cavidades-ninho cadastradas pelo Projeto Arara Azul/UNIDERP no Pantanal

Para conhecer a idade das árvores de *S. apetala* que abrigam cavidades-ninho cadastradas pelo Projeto Arara Azul/UNIDERP seguiu-se o procedimento descrito no item 3.1.1. Árvores que abrigavam cavidades cadastradas, utilizadas pela arara-azul e monitoradas durante os últimos anos, mas que quebraram na altura do ninho foram amostradas. Estas árvores se quebraram na altura da cavidade-ninho após tempestades, ventanias, ou desmatamentos, inviabilizando a ocupação da cavidade-ninho pela arara-azul (Guedes 2002) (**FIGURA 5**). Outras árvores foram amostradas utilizando-se uma técnica não-destrutiva, que emprega a sonda de Pressler (*increment borer*). Um equipamento em forma de trado com uma haste oca e extremidade cortante com o qual se extrai pequenos cilindros radiais de madeira do tronco das árvores (baquetas), com auxílio de um extrator (**FIGURA 6**). Os cilindros coletados foram colados em base apropriada e preparados segundo o item 3.1.1. A idade das árvores foi determinada pela simples contagem do número de camadas de crescimento.

### 3.1.5. *Estrutura populacional etária de S. apetala*

A partir da idade das 54 árvores datadas com sucesso recuperou-se a estrutura etária das populações de *S. apetala*. As árvores das três sub-regiões investigadas foram agrupadas e depois distribuídas em classes etárias de dez anos, seguindo o modelo apresentado por Worbes *et al.* (2003).

### 3.1.6. *Estrutura populacional de tamanho*

Todas as 86 árvores de *S. apetala* que tiveram o DAP tomado durante as amostragens somadas às 173 árvores que compõem o banco de dados do Projeto Arara Azul/UNIDERP foram distribuídas em classes de tamanho de 10 cm para as medidas de DAP (1,30m do solo), para as três sub-regiões estudadas. Com isso, pretende-se obter a forma

da estrutura de tamanho de *S. apetala*, nas três sub-regiões investigadas, dada em DAP. Analisando a distribuição de indivíduos na estrutura de tamanho construída é possível avaliar em quais classes de tamanho as cavidades-ninho estão disponíveis e sugerir medidas de manejo a serem seguidas para garantir a oferta de árvores com o tamanho mínimo necessário para abrigar cavidades-ninho para a arara-azul nas sub-regiões investigadas.

### **3.2. Análise dos dados:**

Todas as análises estatísticas foram realizadas com uso do software *Sistat 9*.

#### *3.2.1. Diferença no crescimento de S. apetala entre as sub-regiões estudadas*

Usando a taxa de crescimento radial médio de cada indivíduo amostrado (item 3.1.3) aplicou-se o teste ANOVA seguido do HSD de Tukey para constatar se há diferenças significativas no crescimento médio das árvores de *S. apetala* entre as sub-regiões amostradas.

#### *3.2.2. Modelo linear de predição do tamanho (DAP) em função da idade*

Usando os dados de idade em anos e de diâmetro (DAP) gerou-se um modelo de ajuste linear para predição de tamanho em função da idade de modo a avaliar a aplicabilidade destes resultados em estudos que investiguem a estrutura populacional de *S. apetala* nas três sub-regiões em que se desenvolveu este estudo.



Figura 5 – Árvore de *Sterculia apetala* que abrigava cavidade-ninho cadastrada pelo Projeto Arara Azul quebrada na altura do ninho depois de forte tempestade. Fazenda Campo Dora, sub-região da Nhecolândia. Foto: Antônio Jr.



Figura 6 – Amostragem de árvore adulta de *Sterculia apetala* com o método não destrutivo, utilizando a Sonda Pressler. Fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia. Foto: Antônio Jr.

#### 4. Resultados

Foram amostradas 86 árvores para o desenvolvimento deste estudo, a **TABELA 1** apresenta a distribuição das amostras por sub-região do Pantanal investigada e por tipo de amostra.

Tabela 1 – Número de amostras de *Sterculia apetala* coletadas por sub-região do Pantanal investigada e quantidade de amostras por método utilizado.

Sub-região	Destrutivo <sup>1</sup>	Não destrutivo <sup>2</sup>	Total
Abobral	10	20	30
Miranda	4	19	23
Nhecolândia	3	30	33
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>69</b>	<b>86</b>

<sup>1</sup>amostras coletadas pela secção transversal das árvores

<sup>2</sup>amostras coletadas com a sonda de Pressler

Foram amostradas 17 árvores no total pelo método destrutivo, das quais três tinham sido lesionadas, como descrito no item 3.1.2, sendo duas árvores em Miranda e uma em Abobral. Das árvores em que se coletaram amostras de discos do tronco, três eram cadastradas pelo Projeto Arara Azul/UNIDERP como árvores que abrigavam cavidades-ninho utilizadas por casais de arara-azul como sítio de nidificação com sucesso. As demais 14 árvores foram amostradas de modo a representar o gradiente de tamanho que se observa na natureza, de árvores pequenas a grandes.

Foram coletadas 69 baquetas pelo método não destrutivo. Entretanto, somente 37 puderam ser datados com sucesso, pois uma parte das amostras não teve preparação adequada. Este fato é aparentemente comum à técnica, por exemplo, Larsen e Ripple (2003) apresentam diversos trabalhos que usaram o mesmo método de coleta que teve parte das amostras não datadas com sucesso.

#### *4.1. Características anatômicas macroscópicas da madeira de *S. apetala* e o crescimento anual*

A madeira de *S. apetala* apresenta cerne marrom-avermelhado distinto do alburno amarelo-claro (**FIGURA 7**). O parênquima axial é visível a olho nu, do tipo paratraqueal vasicêntrico no início e em faixas largas, tornando-se mais finas no final da camada de crescimento. Os poros, visíveis a olho nu, variam de difusos a discretamente semi-porosos no limite da camada de crescimento, com arranjo radial/diagonal, solitários e múltiplos de 2-4, alguns se apresentam obstruídos por conteúdo branco de aspecto brilhante. As camadas de crescimento são distintas e individualizadas por parênquima marginal terminal (**FIGURA 8**). As lesões provocadas no tecido cambial mostram com clareza a formação de apenas uma camada de crescimento durante o ano nas três árvores de *S. apetala* amostradas (**FIGURA 9**).

#### *4.2. Largura das camadas de crescimento e taxa de crescimento radial médio anual*

A análise da largura das camadas de crescimento anual das árvores permite conhecer o comportamento do crescimento de diferentes indivíduos de uma mesma espécie frente às condições ambientais ou climáticas (Ishii 1998).

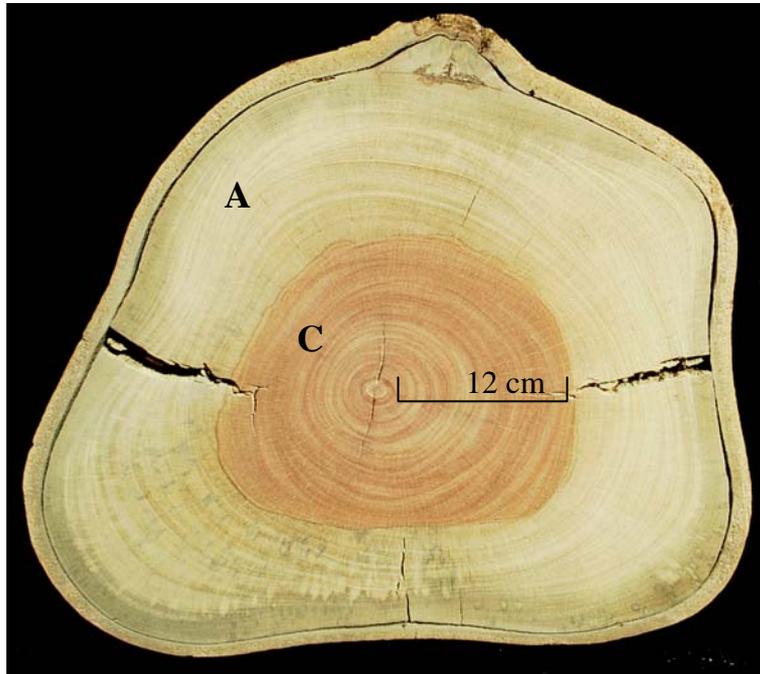


Figura 7 – Secção transversal a 1,30 m do solo do fuste principal de *Sterculia apetala* que ilustra a diferenciação morfológica entre (C) cerne e (A) alburno. Laboratório de Botânica, UFMS *Campus* Corumbá. Foto: Antônio Jr.

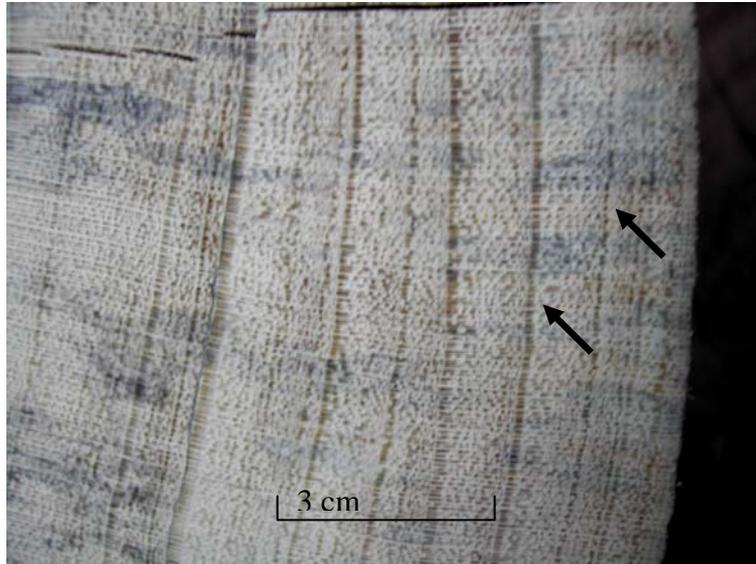


Figura 8 – Secção transversal a 1,30 m do solo do fuste principal de uma árvore de *Sterculia apetala*, ilustrando a distinção entre as camadas de crescimento anual. Laboratório de Botânica, UFMS *Campus* Corumbá. As setas indicam o limite das camadas de crescimento anual. Foto Iria H. Ishii.



Figura 9 – Secção transversal a 1,30 m do solo do fuste principal de uma árvore de *Sterculia apetala*. Em detalhe o aspecto da camada de crescimento anual marcada pela técnica de marcação do tecido cambial. A seta aponta para a camada de parênquima marginal terminal que indica o limite do crescimento anual. Laboratório de Botânica, UFMS *Campus* Corumbá. Foto: Antônio Jr.

Em todas as áreas, *S. apetala*, apresentou padrão semelhante no comportamento de crescimento anual dentro da história de vida (N=54), que pôde ser distinto em três fases de crescimento ao longo da história de vida da árvore. A primeira fase, marcada por camadas de crescimento estreitas durante aproximadamente os primeiros vinte anos. A segunda fase, marcada por camadas de crescimento largas durante cerca de 50 anos. A terceira fase é distinta pela redução do crescimento, com camadas de crescimento novamente estreitas (**FIGURA 10**). As taxas de crescimento radial médio anual das árvores de *S. apetala* nas sub-regiões investigadas são apresentadas na **TABELA 2**.

Tabela 2 – Crescimento anual radial médio (CARM) e desvio padrão (DP) das árvores de *Sterculia apetala* nas sub-regiões pesquisadas, Pantanal, MS.

Sub-região	Nº de árvores	CARM (mm)
Abobral	20	3,58±0,61
Miranda	14	3,81±0,48
Nhecolândia	20	2,97±0,35
Média <sup>1</sup>	54	3,39±0,61

<sup>1</sup>Crescimento anual radial médio de *S. apetala* nas três regiões estudadas.

O crescimento radial médio anual das árvores de *S. apetala*, independente da fase da história de vida, é significativamente diferente entre as três sub-regiões (ANOVA; N=54 gl=51,2; F=15.465; P<0,001). As árvores de *S. apetala* que crescem na sub-região da Nhecolândia apresentam o menor crescimento anual radial médio, seguidas pelas árvores que crescem em Abobral, com crescimento anual radial médio intermediário e, por fim, as árvores de *S. apetala* que crescem em Miranda, que apresentam o maior crescimento anual radial médio.

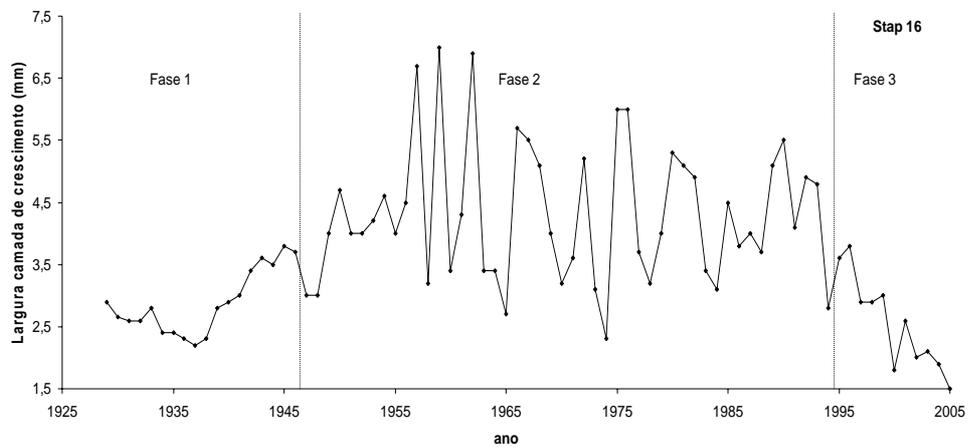


Figura 10 – Curva de crescimento de uma árvore *Sterculia apetala* no Pantanal, MS. O padrão de incremento demonstrado permite distinguir três fases da história de vida de *Sterculia apetala*: Fase 1, jovem; Fase 2, adulto reprodutivo; Fase 3, senil.

#### 4.3. Datação das árvores-ninho e modelo de predição de tamanho-idade.

De todas as 54 árvores de *S. apetala* amostradas com sucesso 14 eram árvores cadastradas pelo Projeto Arara Azul por abrigarem em seus troncos cavidades-ninho utilizadas pela arara-azul como sítio reprodutivo. A **TABELA 3** traz os dados de idade e diâmetro referentes às árvores-ninho cadastradas em cada região.

Como o crescimento das árvores de *S. apetala* é diferente entre as sub-regiões investigadas, na tabela 3 observa-se as diferentes respostas de crescimento radial, é observado que na Nhecolândia as árvores são mais velhas com menor diâmetro, enquanto que as árvores da sub-região do Miranda, no outro extremo, são mais jovens com maior diâmetro. Na sub-região do Abobral foi encontrada a árvore mais jovem com ninho 69 anos.

Nas três sub-regiões o ajuste linear obtido para a relação de tamanho, dado em DAP, em função da idade mostrou-se capaz de prever as variações na relação, explicando 97% da variação dos dados em Miranda (**FIGURA 11**), 87%, em Abobral (**FIGURA 12**) e 70%, na sub-região da Nhecolândia (**FIGURA 13**).

Tabela 3 – Idade e diâmetro das árvores de *Sterculia apetala* cadastradas como sítio reprodutivo pelo Projeto Arara Azul e amostradas no Pantanal, MS.

Sub-região	NN <sup>1</sup>	Idade (anos)	DAP <sup>2</sup>
Abobral	276	96	90
Abobral	284	107	85,5
Abobral	327	72	76
Abobral	329	104	106,5
Abobral	330	97	73
Abobral	331	83	73
Abobral	332	69	62,5
Abobral	334	83	73
Miranda	183	71	74
Miranda	196	96	105
Miranda	198	74	77,9
Miranda	236	89	98
Nhecolândia	78	114	91
Nhecolândia	116	86	78

<sup>1</sup>Número de registro das cavidades-ninho cadastradas pelo Projeto Arara Azul.

<sup>2</sup>Diâmetro a altura do peito, aproximadamente, 1,30 m da superfície do solo.

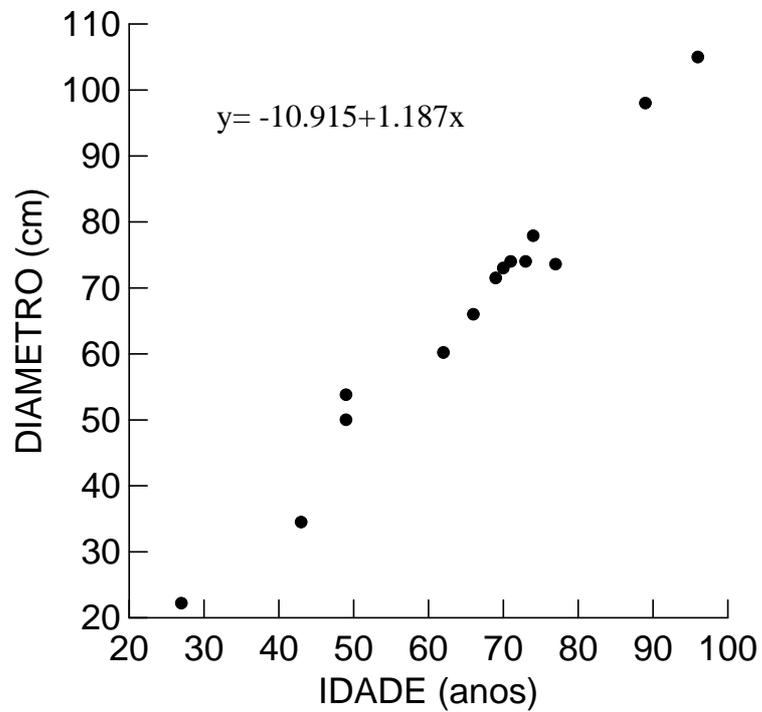


Figura 11 – Modelo de regressão linear do diâmetro do tronco a 1,30 m do solo em função da idade para árvores de *Sterculia apetala* na sub-região do Miranda, Pantanal, MS (GLM, N=14, gl= 1,12,  $r^2= 0,975$ , P=0,013).

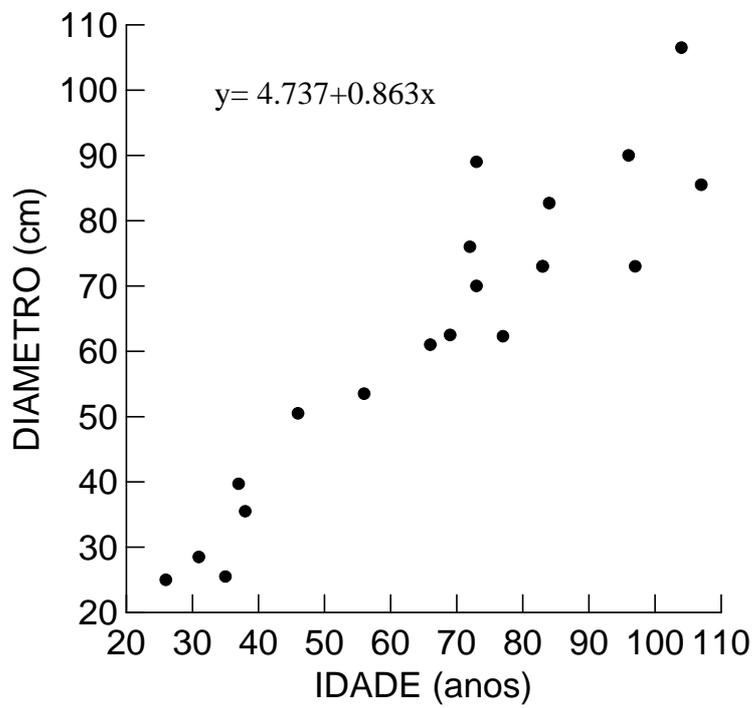


Figura 12 – Modelo de regressão linear do diâmetro do tronco a 1,30 m do solo em função da idade para árvores de *Sterculia apetala* na sub-região do Abobral, Pantanal, MS (GLM, N=20, gl= 1,18,  $r^2= 0,869$ , P=0,416).

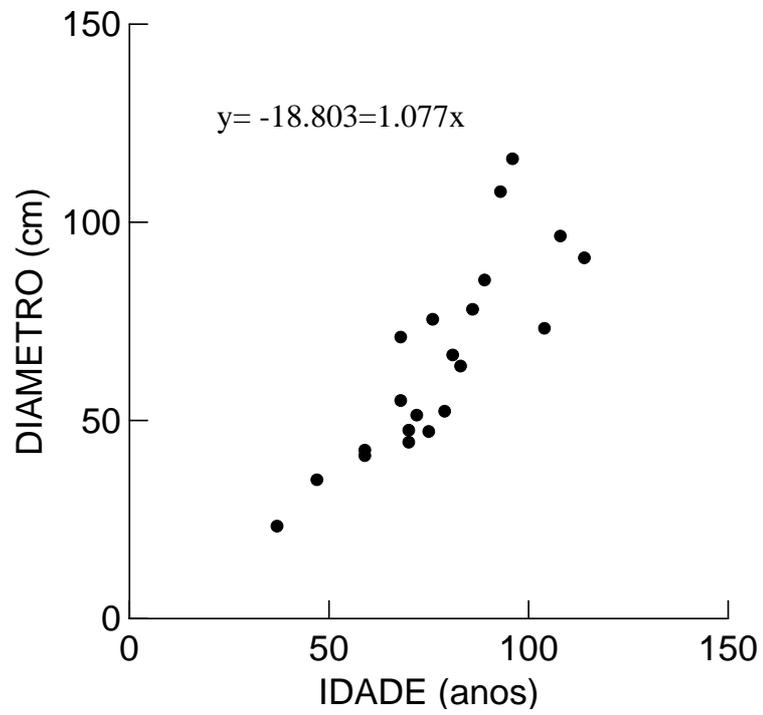


Figura 13 - Modelo de regressão linear do diâmetro do tronco a 1,30 m do solo em função da idade para árvores de *Sterculia apetala* na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS (GLM, N=21, gl= 1,19,  $r^2= 0,707$ , P=0,156).

#### 4.4. *Estrutura populacional de S. apetala*

##### 4.4.1. *Estrutura etária de S. apetala*

As árvores jovens e senis foram menos freqüentes que as árvores adultas. A maior concentração de plantas adultas existentes atualmente nasceu entre anos de 1921 a 1940, portanto, árvores com idades estimadas entre 84 a 65 anos (**FIGURA 14**).

##### 4.4.2. *Estrutura de tamanho (DAP) de S. apetala*

A menor das árvores que entraram na composição da estrutura populacional, na sub-região do Abobral, apresentou diâmetro de 23,5 cm, e a maior, na sub-região da Nhecolândia, 180 cm. Em Miranda a menor árvore recrutada para abrigar cavidades apresentou 65,1 cm de DAP. Em Abobral, este recrutamento ocorreu a partir de 61 cm de DAP e na Nhecolândia foi a partir de 56 cm. Nas três sub-regiões *S. apetala* experimenta o aumento da mortalidade a partir dos 100 cm de diâmetro, visto a redução da freqüência das árvores a partir desta classe de diâmetro (**FIGURA 15**).

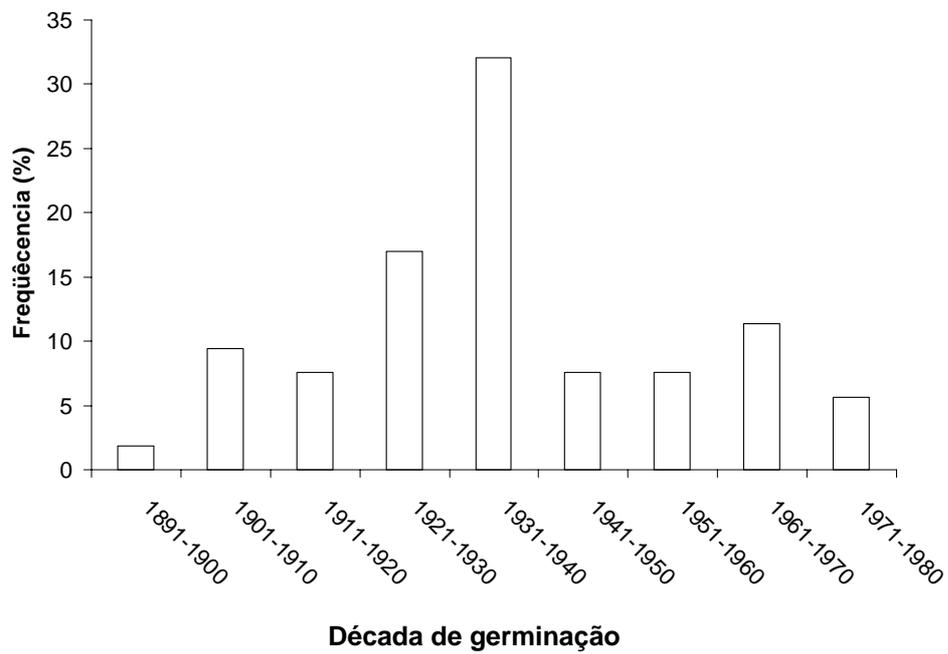


Figura 14 – Distribuição de datas de germinação das árvores de *Sterculia apetala* nas sub-regiões de Abobral, Miranda e Nhecolândia (N=54), Pantanal, MS.

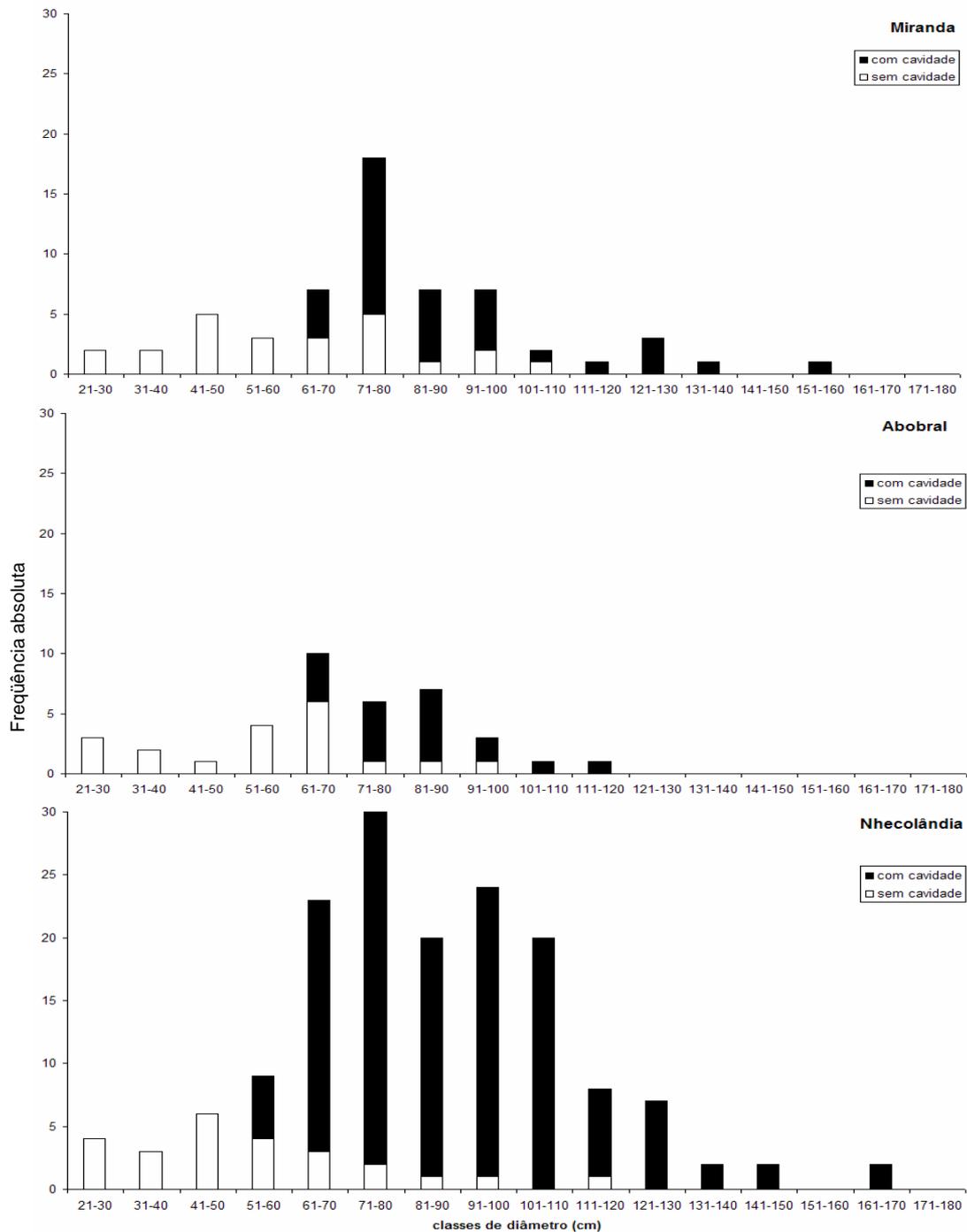


Figura 15 – Distribuição de classes de diâmetro (DAP) das árvores de *Sterculia apetala* nas sub-regiões de Aquidauana, Miranda e Nhecolândia (N=259). Classes de diâmetro compostas do número de indivíduos com e sem cavidade-ninho, Pantanal, MS.

## 5. Discussão

### 5.1. Anatomia da madeira e crescimento de *S. apetala* no Pantanal

Mattos (1999) investigando a existência de anéis anuais, idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas da sub-região da Nhecolândia, descreve as características microscópicas da anatomia do xilema de ramos de *S. apetala* coletados na área da Fazenda Nhumirim – EMBRAPA Pantanal. As características do xilema dos ramos são semelhantes às descritas aqui para o xilema do fuste principal, exceto pela diferença na caracterização das camadas de crescimento anual. A autora relata que as camadas de crescimento nos ramos são marcadas por um sutil espessamento e achatamento radial das paredes das fibras, com a camada de crescimento fracamente distinta. Enquanto que a descrição das camadas de crescimento feitas aqui para *S. apetala* é semelhante à encontrada por Détienne (1989) para outras espécies de Sterculiaceae e, também, com a descrição apresentada por Worbes *et al.* (2003) para *Sterculia rhinopetala*, cujas camadas de crescimento são distintas e delimitadas por bandas de parênquima marginal terminal. Ambos os trabalhos descrevem a datação das camadas de crescimento anual com sucesso.

Worbes *et al.* (2003) estimam a taxa de crescimento radial médio de *S. rhinopetala* em aproximadamente 3,6 mm ao ano. Este valor é próximo à taxa de 3,39 mm de incremento radial médio de *S. apetala* nas sub-regiões investigadas. Entretanto, há uma diferença de crescimento entre sub-regiões, que deve ser explicado pela variação da qualidade do

solo entre sub-regiões (Adámoli 1982) e dentro das sub-regiões (Salis 2004) ou por outros fatores abióticos que variam espacialmente e temporalmente, os quais limitam o crescimento, como a diferença de pluviosidade entre sub-regiões, que atuam no regime do pulso de inundação (Junk e Silva 1999), refletindo a altura e/ou tempo de inundação. Assim, espécies como *S. apetala*, que é uma árvore que cresce em manchas de solos eutróficos (Ratter *et al.* 1988), tem o crescimento influenciado por esta variação espacial. Por exemplo, Ishii (1998) investigando o incremento radial médio anual em espécies arbóreas de matas ciliares no Pantanal, encontrou para *Inga vera* ssp. *Affinis*, entre outras espécies, diferença no crescimento médio entre árvores da sub-região do Miranda e da sub-região do Paraguai. Diferentes padrões de resposta ao pulso de inundação.

A respeito do comportamento de crescimento de *S. apetala*, Worbes *et al.* 2003, discutem diferentes padrões de crescimento em longo prazo observado nas diversas espécies arbóreas que investigaram em florestas em florestas tropicais em Camarões. Algumas das espécies apresentaram um rápido incremento quando jovens e depois decresceu a taxa de crescimento quando se tornou árvores maduras, o que é comum em árvores de florestas secundárias. Além disso, no mesmo trabalho, estes autores encontraram espécies de árvores que tem uma ou mais mudanças abruptas na curva de crescimento dentro do seu ciclo de vida. Estes dois pontos apresentados são compartilhados pelo padrão de crescimento de *S. apetala* nas sub-regiões do Pantanal estudadas.

*S. apetala* apresenta grande semelhança em crescimento comparado ao da sua congênere *S. rhinopetala*, que é descrita por Worbes *et al.* (2003) como uma árvore com capacidade de crescer até o dossel ou tornar-se emergente e com a maioria da *coorte* como indivíduos jovens sendo recrutados no sub-bosque. Sua madeira é de densidade moderada e pode ser definida como uma árvore de floresta madura, ou seja, árvores que se estabelecem a partir de sucessão secundária (Janzen 1972).

A variação no crescimento ao longo da história de vida de *S. apetala* no Pantanal deve ser um padrão de crescimento que primeiramente investe energia no crescimento primário (em altura) e assim que a árvore atingir o dossel à árvore passa a investir mais em crescimento secundário (em diâmetro). Alguns estudos que enfocam o desenvolvimento de árvores tropicais sob a perspectiva dos padrões de crescimento alométricos descrevem este fenômeno, e.g. Hallé *et al.* (1978).

Déttienne (1989) sugere que algumas árvores apresentam anormalidades em seu crescimento durante certos anos como resposta a eventos fenológicos, como produção massiva de flores e frutos. Neste contexto, *S. apetala* teria o aumento da largura das camadas de crescimento coincidente com o início e fim da fase adulta, marcada pelo começo da reprodução e posterior redução do tamanho da produção de sementes (**FIGURA 16**). Entretanto, devem ser conduzidas investigações a cerca da resposta do crescimento de *S. apetala* frente às fases fenológicas, além de estudos sobre as causas da diferença do crescimento dentro das fases da história de vida de *S. apetala*.

A respeito do modelo de ajuste linear, Boninsegna *et al.* (1989), estudando relações DAP-idade em espécies de árvores tropicais em Misiones, na Argentina, estabeleceram um modelo de regressão para *Cedrela fissilis* com um alto coeficiente de correlação ( $r=0,87$ ;  $N=13$ ). Apenas o coeficiente de ajuste estabelecido para a relação DAP-idade de *S. apetala* na sub-região da Nhecolândia foi inferior a este valor. Apesar deste fato, é um valor de ajuste bom para a relação de crescimento estudada.

Nas sub-regiões de Abrobral e Nhecolândia, as árvores apresentam um acúmulo de tamanho numa determinada idade. Hutchings (1997) descreve que a distribuição de idades e tamanhos é facilmente observável em plantações, onde todas as árvores têm a mesma idade, mas, geralmente, apresentam uma distribuição normal de tamanhos, tanto em diâmetro quanto em altura.

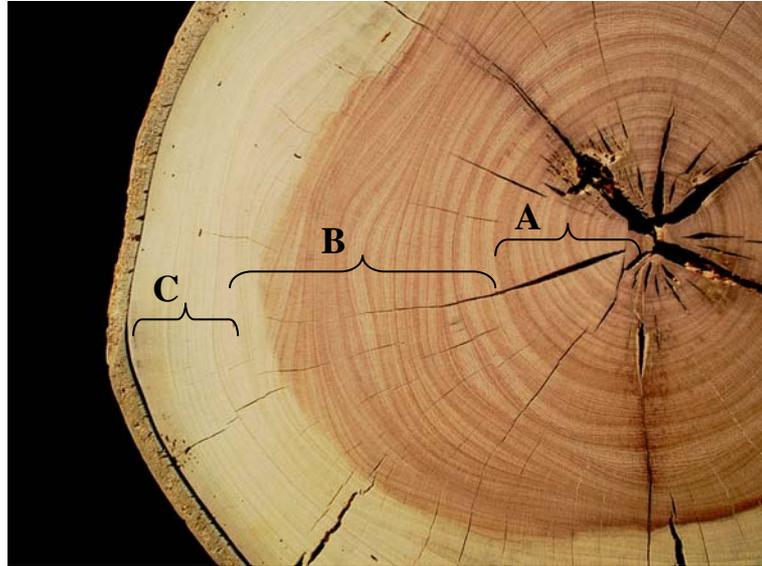


Figura 16 – Variação na largura das camadas de crescimento de *Sterculia apetala* durante a história de vida no Pantanal. (A) árvore jovem não reprodutiva, camadas de crescimento estreitas e regulares; (B) árvore adulta reprodutiva, camadas de crescimento largas e irregulares, provavelmente com massiva produção de frutos e sementes; (C) árvore senil, camadas de crescimento estreitas com provável redução da produção de frutos e sementes. Laboratório de Botânica, UFMS Campus Corumbá. Foto: Antônio Jr.

Os modelos aqui gerados apresentam grande aplicabilidade ecológica, uma vez que permitem a previsão da faixa etária em que a árvore de *S. apetala* estará apresentando condições de abrigar cavidades-ninho para a arara-azul. A maior variação dos pontos nesta regressão pode ser efeito das grandes raízes tabulares que *S. apetala* apresenta para se sustentar com o aumento da idade. Estas, muitas vezes, surgem a mais de dois metros de altura no fuste principal, o que afeta a medida do diâmetro real do tronco (**FIGURA 17**). Para diminuir este efeito, sugere-se que estudos posteriores, que investiguem a mesma relação, descrevendo o tamanho das árvores de *S. apetala* empregando técnicas mais refinadas, como análise de componentes principais, que extrai das medidas de tamanho tomadas do indivíduo o eixo de maior explicação. Estas informações fornecem subsídios para estudos sobre a ecologia e manejo da população de *S. apetala*, que podem compor o Plano de Conservação da arara-azul no Pantanal.

## *5.2. Estrutura populacional de S. apetala e a oferta de ninhos para a arara-azul no Pantanal*

A menor frequência de jovens tanto na estrutura etária quanto na estrutura de tamanho, dada em DAP, pode ser resultado de um viés metodológico que pode ter dado maior peso a amostragem das árvores adultas ou maiores. Neste trabalho concentrou-se a busca por árvores cadastradas pelo Projeto Arara Azul que abrigavam cavidades-ninho utilizadas pela arara-azul. Apesar disso, a menor frequência de árvores jovens pode ser uma informação a ser melhor analisada. Isto porque *S. apetala* ocorre em fitofisionomias de floresta semidecidual (Pott e Pott 1994; Janzen 1972) com solos eutróficos (Ratter *et al.* 1988), fitofisionomia que representa somente 4% da cobertura vegetal do Pantanal, sendo mais representativa em Miranda e Poconé (Silva *et al.* 2000). Portanto, *S. apetala*, possivelmente, distribui-se de forma agregada, com uma ocupação restrita da planície pantaneira. Neste



Figura 17 – Raízes tabulares de uma árvore adulta de *Sterculia apetala* na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS.

contexto, as árvores jovens deveriam ocorrer próximas das árvores adultas, o que diminui o viés da amostragem. Esta hipótese pode ser confirmada pelos resultados de Johnson *et al.* (1997) que mostram que as plântulas de *S. apetala* têm seu pico de frequência de distribuição cerca de 30 metros da árvore-mãe. Assim, árvores jovens podem se tornar raras na população de *S. apetala* no Pantanal, como resultado da quebra do processo de recrutamento de novos indivíduos pelas queimadas, desmatamentos, pastoreio seletivo ou pisoteio pelo gado bovino (Harris *et al.* 2005; Padovani 2004; Guedes 2002; Johnson *et al.* 1997; Janzen 1972).

Outra característica curiosa acerca da estrutura populacional de *S. apetala* é a concentração dos indivíduos adultos numa dada faixa, tanto etária como de tamanho (DAP), nas diferentes sub-regiões pesquisadas. Esta característica demonstra que no passado, possivelmente, as condições eram mais favoráveis ao recrutamento e crescimento de indivíduos de *S. apetala* comparadas à do cenário atual, no qual a planície pantaneira sofre tantas modificações para a implantação de projetos de desenvolvimento econômico (Harris *et al.* 2005). Entretanto esta hipótese deve ser testada em experimentos que avaliem isoladamente e associada o efeito de fatores como pastoreio e queimadas sobre o estabelecimento e crescimento de indivíduos de *S. apetala*.

A maior parte dos ninhos cadastrados pelo Projeto Arara Azul estão distribuídos na classe etária ou de tamanho (DAP) categorizada como adultos, com árvores entre 60 e 90 anos de idade. Guedes (1995) relata que 5% das cavidades utilizadas pela arara-azul são perdidas por queimadas, desmatamentos ou tempestades. Considerando que os jovens são menos freqüentes e a perda de cavidades anualmente é constante, a oferta de cavidades-ninho para a arara-azul tende a diminuir. Desta forma, a ave poderá se tornar dependente do aporte de sítios reprodutivos artificiais disponibilizados pelo Projeto Arara Azul (Guedes 2002) para que a ave se reproduza num número que supra as perdas naturais. Contudo, somente com o monitoramento em longo prazo da

reprodução da ave e da oferta de ninhos será possível responder se a arara-azul se tornará dependente de ninhos artificiais.

A respeito das árvores senis é importante ressaltar que se as cordilheiras forem preservadas em pé, e as queimadas reduzidas ou controladas, a vida-média das cavidades-ninho pode aumentar em razão da diminuição de chances de quebra das árvores na altura do ninho (Guedes 2002; 1995).

A estrutura populacional de *S. apetala* revela que, aparentemente, a partir de 60 cm de DAP ou, aproximadamente, 65 anos de idade, a árvore passa a ter o tamanho mínimo para abrigar o sítio reprodutivo para a arara-azul nidifique com sucesso. Entretanto, num caso raro observado na Nhecolândia, no qual a cavidade-ninho não se encontrava no fuste principal da árvore, mas nas ramificações da copa (Guedes 1993), uma árvore com DAP menor que 60 cm abrigava um ninho de sucesso utilizado pela arara-azul a mais de dez anos.

Portanto, considerando o crescimento das árvores de *S. apetala* no Pantanal, a idade do recrutamento de novas árvores para abrigar cavidades-ninho e, também, caso se faça à recomposição vegetal nas cordilheiras favorecendo indivíduos de *S. apetala*, aumentando a sua viabilidade, somente depois de passados 65 anos as árvores estarão aptas a abrigar cavidades-ninho para a arara-azul. Nesse hiato de tempo, ações de manejo como as realizadas pelo Projeto Arara Azul podem ser importantes para a manutenção da população da arara-azul no Pantanal.

## 6. Conclusões

As técnicas dendrocronológicas empregadas possibilitaram com sucesso conhecer as características das camadas de crescimento de *S. apetala*. No Pantanal, esta espécie de árvore cresce radialmente por ano, em média, 3,39 mm. Além disso, o comportamento do seu crescimento revela que é uma espécie que ocorre em florestas maduras ou em florestas em estágio secundário de sucessão.

A população de *S. apetala* apresenta um aparente declínio refletido pela menor frequência de árvores jovens no rol de indivíduos amostrados, provavelmente em função do manejo de *habitats*. Isto pode ter como efeito secundário a depressão populacional da arara-azul no Pantanal devido à carência de sítios reprodutivos. Além disso, considerando que a maior parte das cavidades-ninho se encontra em árvores na classe de 60-90 anos, e que a partir dos 100 as árvores de *S. apetala* experimentam aumento na taxa de mortalidade, torna-se urgente o desenvolvimento de um Programa de Manejo e Conservação dos *habitats* de ocorrência de *S. apetala* e conseqüente conservação do sítio reprodutivo utilizado pela arara-azul no Pantanal.

Assim, como propostas de manejo para as populações de *S. apetala*, visando à conservação da arara azul, são sugeridas: (1) a criação de unidades de conservação que protejam populações de *S. apetala*; (2) o desenvolvimento de proteção legal ou regulamentação que tenha o objetivo de conservar a vegetação arbórea em cordilheiras e as árvores de *S. apetala*; (3) monitoramento em longo prazo da oferta de cavidades; e por último, (4) recomposição das formações arbóreas

nativas no Pantanal em que for diagnosticada pelo monitoramento a carência de sítios reprodutivos para a arara-azul.

## 7. Referências bibliográficas

- Adámoli, J. 1982. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados e discussão sobre o conceito de complexo do Pantanal. *In: 32º Congresso Nacional da Sociedade Botânica do Brasil, Anais*, p.109-119. 32, 1981, Universidade Federal do Piauí. Teresina-PI,
- Barroso, G.M., Morim, M.P., Peixoto, A.L. e Ichaso, C.L.F. 1999. *Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. UFV, Viçosa.
- Bernardes, A. T. B., Machado, A. B. M. e Rylands, A. B. 1990. *Fauna Brasileira ameaçada de extinção*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Boninsegna, J.A.; Villalba, R.; Amarilla, L. e Ocampo, J. 1989. Studies on tree rings, growth rates and age-size relationship of tropical tree species in Misiones, Argentina. *IAWA Journal* 10 (2): 161-169.
- Boot, R. G. A. e Gullison, R. E. 1995. Approaches to developing sustainable extraction systems for tropical forest products. *Ecological Applied*. 5 (4): 896-903.
- Cadavid García, E.A. 1984. O clima no Pantanal Mato-Grossense. *Circular Técnica*,14. Corumbá, Embrapa-CPAP.
- Callado, C. H.; Da Silva-Neto, S. J.; Scarano, F. R. e Costa, C. G. 2001. Radial growth dynamics of *Tabebuia umbellata* (Bignoniaceae), a flood-tolerant tree from the Atlantic forest swamps in Brazil. *IAWA Journal* 25 (2): 175-183.
- Cardoso, N. S. 1991. *Caracterização da estrutura anatômica da madeira, fenologia e relações com a atividade cambial de árvores de teca*

- (*Tectona grandis*) – *verbenaceae*. 117f. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- Chaves, M. H.; Barbosa, A. S.; Motta-Neto, J. M.; Aued-Pimentel, S. e Lago, J. H. G. 2004. Caracterização química do óleo da amêndoa de *Sterculia striata* St. Hil. et Naud. *Química Nova* 27 (3): 404-408.
- Collar, N. J., Gonzaga, L. P., Krabbe, N., Madroño-Nieto, A., Naranjo, L. G., Parker, T. A. e Wege, D. C. 1992. *Threatened birds of the Americas: The ICBP/IUCN Red Data Book*. Smithsonian Institution. Washigton, D.C.
- Coradin, V. T. R. e Muniz, G. I. B. 1992. *Normas e Procedimentos em Estudos de Anatomia de Madeira*. IBAMA/DIRPED/LPF. Brasília. (Série Técnica, 15).
- Coster, C. H. 1927. Zur anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahresringbildung in den Tropen. *Ann. Jard. Bot. Buitenz* 37 (1): 49-161.
- Crawley, M. J. 1997. *Plant Ecology*. Blackwell Science. Oxford.
- Crisp, M. A.; Lange, R. T. 1976. Age setructure, distribution, and survival under grazing of the arid zone shrub, *Acacia burkittii*. *Oikos* 27 (1): 86-92.
- Cristóbal, C. L. 1983. Esterculiáceas. In: Reitz, R. (ed.) (1983) *Flora ilustrada catarinense*. CNPQ-IBDF-HBR. Itajaí .
- Détienne, P. 1989. Appearance and Periodicity of growth rings in some tropical woods. *IAWA Bull.* 10 (2): 123-132.
- Díaz, S.; Mercado, C. e Alvarez-Carddenas, S. 2000. Structure and population dynamics of *Pinus lagunae* M.-F. Passini. *Forest Ecology and Management* 134 (1): 249-256.
- Enright, N.J. e Hartshorn, G.S. 1981. The demography of tree species in undisturbed tropical rainforest. In: Bormann, F.H.; Berlyn, G. (ed.) *Age and growth rate of tropical trees; new directions for research*. Yale University. School of Forestry and Environmental Studies, v. 94, p. 107-119.

- Fahn, A.; Burley, J.; Longman, K. A. e Mariaux, A. 1981. Possible Contributions of Wood Anatomy to the Determination of Age of Tropical Trees. *In: Bormann, F.H.; Berlyn, G. (ed.) Age and growth rate of tropical trees: new directions for research, Articles*, 94: 31-54. Yale University School of Forestry and Environmental Studies, Yale.
- Garcia, D.; Zamora, R. Hódar, J. A. e Gómez, J. M. 1999. Age structure of *Juniperus communis* L. In the Iberian peninsula: conservation of remnant populations in mediterranean mountains. *Biological Conservation* 87 (1): 215-220.
- Gómez, J. M.; Garcia, D.; Zamora, R. 2003. Impact of vertebrate acorn- and seedling-predators on a mediterranean *Quercus pyrenaica* Forest. *Forest Ecology and Management* 180 (1): 125-134.
- Guedes, N. M. R. 1993 *Biologia reprodutiva da arara-azul (Anodorhynchus hyacinthinus) no Pantanal – MS, Brasil*. 122f. Tese de Mestrado em Ciências Florestais – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- Guedes, N. M. R. 1995. Competition and losses of Hyacinth macaw nests in the Pantanal, Brazil. *In: Congresso de Ornitologia Neotropical, V, Resumos*, p.70. Asunción.
- Guedes, N. M. R. 2002. El proyecto del Guacamayo jacinto *Anodorhynchus hyacinthinus* en el Pantanal Sur, Brasil. *In: Congresso Mundial sobre Papagaios. Conservando Los Loros y Sus Habitats*, V, p.163-174, Ed. Loro Parque, Tenerife.
- Hallé, F.; Oldeman, R.A.A. e Tomlinson, P.B. 1978. *Tropical trees and forests: an architectural analysis*. Springer-Verlag, Berlin.
- Harris, M.; Tomas, W.; Mourão, G.; Silva, C.; Guimarães, E.; Sonoda, F. e Fachim, E. 2005. Desafios para proteger o Pantanal Brasileiro: ameaças e iniciativas em conservação. *Megadiversidade* 1 (1): 156-164.
- Hutchings, M. J. 1997. The structure of plant population. *In: Crawley, M.J. Plant Ecology*. Pp. 456-510. Blackwell Science. Oxford.

- IAWA Committee. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. *IAWA Bulletin* 10 (3): 219-332.
- Ishii, I. H. 1998. *Estudos dendrocronológicos e determinação da idade de árvores das matas ciliares do Pantanal Sul-mato-grossense*. 1998. 142f. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.
- Janzen, D. H. 1972. Escape in space by *Sterculia apetala* seeds from the bug *Dysdercus fasciatus* in a Costa Rican deciduous forest. *Ecology* 53 (1): 350-361.
- Johnson, M. A.; Tomas, W. M.; Guedes, N. M. R. 1997. On the Hyacinth macaw's nesting tree: density of young manduvis around adult trees under three different management conditions in the Pantanal wetland, Brazil. *Ararajuba* 5 (2):185-188.
- Junk, W.J. e Silva, C.J. 1999. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. *In: Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos*, 2, 1996, Corumbá, Manejo e Conservação. *Anais...* Brasília-SPI, p.17-28.
- Kaennel, M. e Schweingruber, F.H. 1995. *Multilingual Glossary of Dendrochronology: terms and definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian*. Snow and Landscape Research, Berne, Stuttgart, Vienna, Haupt.
- Larsen, E.J. e Ripple, W.J. 2003. Aspen age structure in the northern Yellowstone ecosystem: USA. *Forest Ecology and Management* 179(1): 469-482.
- Lorenzi, H. 2000. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Plantarum. Nova Odessa.
- Manning, A. D.; Linder Mayer, D. B. e Barry, S. C. 2004. The conservation implications of bird reproduction in the agricultural "matrix": a case study of the vulnerable Superb parrot of south-eastern Australia. *Biological conservation* 119 (1): 550-558.

- Mariaux, A. 1967. Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité. Peuvent-ils révéler l'âge des arbres? *Ver. Bois For Top.* 113: 3-14.
- Martin, D. M. e Moss, J. M. S. 1997. Age determination of *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne from northern Kenya. *African Journal Ecology* 35 (1): 266-277.
- Mattos, P.P. 1999. *Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa de idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas do Pantanal da Nhecolândia, MS.* 116f. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.
- Padovani, C. R., Cruz, M. L. L. e Padovani, S.L.A.G. 2004. Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000. *In: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, EMBRAPA Pantanal.* pp. 1-7. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Pantanal), Corumbá.
- Poirazidis, K.; Gounter, V.; Skartsi, T.; Stamou, G. 2004. Modelling nesting habitat as a conservation tool for the eurasian black vulture (*Aegypius monachus*) in Dadia Nature Reserva, northeastern Greece. *Biological Conservation* 118 (1): 235-248.
- Pott, A.; Pott, V.J. 1994. *Plantas do Pantanal.* EMBRAPA. Brasília.
- Ragusa-Netto, J. 2004. Flowers, fruits, and the abundance of the yellow-chevroned parakeet (*Brotogeris chiriri*) at a gallery forest in the South Pantanal (Brazil). *Brazilian Journal Biology* 64 (4): 867-877.
- Ratter, J. A; Pott, A; Pott, V. J.; Cunha, C. N. e Haridassan, M. 1988. Observation on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. *Notes of Royal Botanic Garden* 45 (1): 503-525.
- Rozas, V. 2004. Dendroecological reconstruction of age structure and past management in a old-growth pollarded parkland in northern Spain. *Forest Ecology and Management* 195 (1): 205-219.
- Salis, S. M. 2004. Distribuição das espécies arbóreas e estimativa da biomassa aérea em savanas florestadas, *Pantanal da Nhecolândia, Estado de Mato Grosso do Sul.* 2004. 73f. Tese de Doutorado em

- Ciência Biológicas, Área de Concentração em Biologia Vegetal – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Rio Claro.
- Schweingruber, F. H. 1988. *Tree rings: basics and applications of dendrochronology*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Silva, M. P.; Mauro, R.; Mourão, G. e Coutinho, M. 2000. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Revista Brasileira de Botânica* 23 (1): 143-152.
- Silva, J. S. V. e Abdon, M. M. 1998. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33 (1): 1703-1711.
- Smith, K. W. 1997. Nest site selection of the great spotted woodpecker *Dendrocopos major* in two oak woods in southern England, and its implications for woodland management. *Biological Conservation* 80 (1): 283-288.
- Soriano, B.M.A. 1997. Caracterização climática de Corumbá, MS. *Boletim de Pesquisa*, 11. Embrapa-CPAP, Corumbá.
- Tomas, W. M.; Souza, L.L. e Tubelis, D.P. 2004. Espécies de aves ameaçadas que ocorrem no Pantanal. *In: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal*. pp. 1-10. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Pantanal), Corumbá.
- Vetter, R. E. e Botosso, P. C. 1989a. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. *IAWA Journal* 10 (2): 155-160.
- Vetter, R. E. e Botosso, P. C. 1989b. El Niño may affect growth behaviour of amazonian trees. *GeoJournal* 19 (4): 419-421.
- Virkkala, R.; Alanko, T.; Laine, T. e Tiainen, J. 1993. Populations contraction of the white-backed woodpecker *Dendrocopos Leucotos* in Finland as a consequence of habitat alteration. *Biological Conservation* 66 (1): 47-53.

Worbes, M. 1989. Growth rings, increment and age of tree in inundation forest, savannas and a mountain forest in the neotropics. *IAWA Bulletin* 10 (2): 109-122.

Worbes, M.; Staschel, R.; Roloff, A. e Junk, W. J. 2003. Tree rings analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. *Forest Ecology and Management* 173 (1): 105-123.