

**Paula Guimarães Carvalho**

**Estimativas de biomassa, abundância e riqueza de lianas em  
um fragmento de cerrado *sensu stricto* em Itirapina, São Paulo**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da  
Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo,  
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do  
título de Mestre em BIODIVERSIDADE VEGETAL E  
MEIO AMBIENTE, na área de Concentração de  
Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

São Paulo

2012

**Paula Guimarães Carvalho**

**Estimativas de biomassa, abundância e riqueza de lianas em  
um fragmento de cerrado *sensu stricto* em Itirapina, São Paulo**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da  
Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo,  
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do  
título de Mestre em BIODIVERSIDADE VEGETAL E  
MEIO AMBIENTE, na área de Concentração de  
Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tereza Grombone-Guaratini

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA**

Carvalho, Paula Guimarães

C331e Estimativas de biomassa, abundância e riqueza de lianas em um fragmento de cerrado *sensu stricto* em Itirapina, São Paulo / Paula Guimarães Carvalho -- São Paulo, 2012.  
55 p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2012  
Bibliografia.

1. Planta trepadeira. 2. Biomassa. 3. Equação alométrica . I. Título

CDU: 632.53

À minha filha Tainá por me ensinar a amar incondicionalmente

propiciando a força e a coragem

que trago dentro de mim

Dedico.

“Nesse chão abençoado, Deus criou a natureza com primazia e cores;

O sol que ilumina e nos aquece,  
Estrelas que no céu resplandecem,  
Mares, rios e peixes,  
A chuva que molha a terra, florestas verdes  
Pássaros que cantam, flores que encantam  
Aproximou o homem e a mulher com o amor.  
Um mundo de belezas a eles entregou.

Por que então a humanidade,  
Não preservou o que ganhou divinamente?  
Tingiu a terra com sangue, queimou o verde,  
Entre bramidos e rugidos matou os animais das selvas,  
Sujou a água, não cuidou do meio ambiente.  
Valores que a inteligência humana,  
Ainda não entende...

E eis que a natureza se rebela,  
Reflete o que a humanidade fez com ela  
Tufões devastam tudo com furor,  
Mares trazem ondas de horror,  
O aquecimento derrete geleiras, muda a Terra,  
Vulcões alastram suas chamas como um grito de guerra.

Mãe natureza, Deus a fez com perfeição,  
Criou esse lugar para nele o ser humano habitar.  
Mas, o homem vendeu sua alma,  
E eis o resultado...”

Genha Auga

# *Agradecimentos*

---

Primeiramente agradeço à minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tereza Grombone-Guaratini por aceitar me orientar, pelos ensinamentos transmitidos não somente na área acadêmica, mas lições de vida. Agradeço por todo o acompanhamento desde o trabalho de campo até a escrita desta dissertação, com paciência e sabedoria me incentivou e orientou. Meus sinceros agradecimentos por ter confiado em mim.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> L. Patrícia C. Morellato pela co-orientação e pelo suporte inserindo este trabalho dentro do projeto no qual é coordenadora, “Estudo comparativo da diversidade e da fenologia reprodutiva e vegetativa entre borda e interior num fragmento de cerrado em Itirapina, São Paulo” (FAPESP 07/59779-6).

Aos Prof. Dr. Júlio Lombardi, Prof. Dr. João Semir, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cintia Kameyama, Prof. Dr. Tarciso Filgueiras e ao Mestre Rodrigo Sampaio pelo auxílio na identificação do material botânico.

Ao Dr. Juliano van Melis e à Dr. Aluana Abreu pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida.

Um agradecimento especial para Gabriela Camargo “Gabi” por sua dedicação em todo o trabalho de campo, sua ajuda foi essencial para a realização deste trabalho. Agradeço novamente à Gabi, Bruna, Nat e Mi pela ajuda em campo e pelas gargalhadas que fizeram a trajetória mais divertida.

Ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente e o seu grupo de docentes pela competência com que conduzem o programa.

Ao Núcleo de Pesquisa em Ecologia por proporcionar um ambiente de trabalho agradável, às “Panteras” que estão sempre dispostas a ajudar no que for preciso, em especial para Amarilis pela ajuda em campo e pela diversão garantida. A todos queridos amigos da sala de pós-graduandos, por dividirem conhecimentos, alegrias, angústias, risadas, piadas. Siborg pelas longas conversas (saudades). Daiane e sua alegria, Pry por ser a psicóloga da salinha, Barbie com seu coração gigante, Jeni por ser meu exemplo de organização, Gabi minha parceira de café, Luci minha parceira no 1,50m, Gi e Si parceiras de chimarrão e risadas, Ricardo o “cara” que sempre tem o que precisamos, Yu pela sua boa vontade em ajudar e conversas na hora do almoço e a todos que fizeram parte deste processo.

A todos os meus amigos que fazem parte da minha vida por dividirem momentos de alegrias e tristezas, Dani, Imperatriz Carol, Yula, Zedenil, Eloá, as três goiabas, a todos os parceiros de trilhas, cachoeiras e corridas. Um agradecimento especial à Agda, minha irmã, que está sempre disposta a ajudar em todos os momentos, que passou o fim de semana inteiro conferindo referências bibliográficas comigo, enorme gratidão por tudo!

Agradeço imensamente aos meus pais e irmão por todo suporte, incentivo, ensinamentos e amor que tornaram possível eu chegar aonde cheguei e ser quem eu sou hoje. À minha filha que traz alegria e amor para minha vida. Aos meus quatro avós por serem exemplos de vida e à Genha por sua amizade e conselhos

Eterna gratidão a Deus pela vida, esperança, luz, amor e por ser meu alicerce em todos os momentos.

## Resumo

---

O Cerrado brasileiro é um ecossistema tropical que cobre aproximadamente 20% do território brasileiro. Apesar de ser um hotspot para a conservação da biodiversidade, mais da metade do Cerrado foi convertida em área de pastagens, agricultura e, mais recentemente, em área de cultivo de cana-de-açúcar. Embora este ecossistema desempenhe um papel importante no balanço de carbono global, poucos estudos têm estimado a biomassa de seus diferentes estratos e nenhum estimou a biomassa de liana (trepadeiras lenhosas). Lianas são um componente chave para muitos ecossistemas em todo o mundo, contribuindo para a diversidade, abundância e estrutura. Métodos para realizar o censo de lianas e estimar sua biomassa têm sido usados principalmente em florestas tropicais. Estudos sobre a ecologia de lianas e seu papel no cerrado são ainda escassos. O objetivo deste estudo foi estimar a biomassa de lianas, abundância e riqueza em cerrado neotropical. O estudo foi realizado em um fragmento em Itirapina (ca. 260 ha), localizado no estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. Foram medidos todos os *ramets* de lianas usando diferentes critérios de inclusão:  $\geq 0,5$  e  $\geq 1,0$  cm de diâmetro a 30 cm do solo (D<sub>30</sub>), e a 130 cm do solo (DAP), enraizados dentro de 36 transectos (2 x 25 m). Uma equação alométrica foi utilizada para estimar a biomassa viva de lianas acima do solo. Foram comparadas a biomassa e abundância entre áreas de borda e interior. Foram avaliadas as relações entre abundância e biomassa de lianas e os parâmetros estruturais e microambientais da área. A abundância e biomassa de lianas não diferiram significativamente entre os diferentes critérios de inclusão (1200, 928, 1156, 983 ind ha<sup>-1</sup> e  $5,94 \pm 0,36$ ;  $6,74 \pm 0,39$ ;  $9,46 \pm 0,51$  e  $9,44 \pm 0,51$  Mg.ha<sup>1</sup>), respectivamente, para lianas  $\geq 0,5$  e  $\geq 1,0$  cm DAP e lianas  $\geq 0,5$  e  $\geq 1,0$  cm D<sub>30</sub>. Os resultados da CCA indicam que o conteúdo de manganês influenciou a biomassa de lianas. Em comparação com outros locais no Neotrópico, lianas são menos abundante no Cerrado, no entanto, sua biomassa total está dentro da gama de valores estimados para outras áreas. A riqueza de espécies de lianas no cerrado avaliado foi menor do que em floresta estacional semidecidual, mas semelhante a outras áreas de cerrado. Nossos resultados sugerem que o protocolo para censo de lianas em florestas tropicais pode ser implementado no cerrado.

Palavras-chave: biomassa acima do solo, equação alométrica, técnicas de censo ecológico, trepadeiras.

## **Abstract**

---

The Brazilian Cerrado is a tropical ecosystem which covers approximately 20 percent of the Brazilian territory. Despite being considered as a global hotspot for biodiversity conservation, more than half of Cerrado has been converted to pastures, cash-crop agriculture and, more recently, sugarcane cultivars. Although this ecosystem plays an important role in the global carbon balance, only a few studies have estimated different biomass pool and none have estimated liana (woody vines) biomass. Lianas play key roles in many ecosystems throughout the world, contributing to abundance, diversity and structure. Techniques to census lianas and estimate biomass have been used mainly in tropical forests. Studies on the ecology of lianas and their role in cerrado are still scarce. The aim of this study was to estimate the liana biomass, abundance and richness in a neotropical cerrado. The study was carried out at Itirapina fragment (*ca.* 260 ha) located in São Paulo state, Southeast Brazil. We measured all apparent ramets of rooted lianas by using different inclusion criteria:  $\geq 0.5$  cm in diameter at 30 cm basal area ( $D_{30}$ ), and at 130cm diameter breast height (DBH), in 36 transects (10 x 25 m). The allometric biomass equation was used to estimate the aboveground biomass of live lianas. We compared biomass and abundance between edge and interior areas. The relationships between abundance and biomass of lianas and microenvironmental land structure parameters were evaluated. The average liana abundance and above ground biomass estimated across the 36 plots did not differ significantly between the different inclusion criteria were (1200; 928; 1156; 983 ind. ha<sup>-1</sup> e 5,94 $\pm$  0,36; 6,74 $\pm$  0,39; 9,46 $\pm$  0,51 e 9,44<sub>a</sub>  $\pm$  0,51 MG.ha<sup>-1</sup>) respectively at lianas  $\geq 0,5$  and  $\geq 1,0$ cm DBH and lianas  $\geq 0,5$  and  $\geq 1,0$ cm  $D_{30}$ . Results from CCA indicate that manganese content influenced liana biomass. Compared to other sites in the Neotropics, lianas are less abundant in the Cerrado, however the total biomass is within the range of values estimated before. Liana species richness in the Cerrado was lower than in semideciduous forest but similar to other Cerrado's areas. Our results suggest that the protocol for lianas censuses in tropical forests may be implemented in Cerrado.

Keywords: aboveground biomass, allometric equation, ecological census techniques, climbers.

# Índice

---

<b>1. Introdução</b>	1
1.1 O Cerrado	1
1.2 Estimativas de biomassa para o Cerrado	2
1.3 Abundância e Riqueza de Lianas	4
<b>2. Objetivo Geral</b>	7
2.1 Objetivos específicos	7
<b>3. Metodologia</b>	8
3.1 Área de estudo	8
3.2 Coleta de dados	10
3.2.1 Metodologia para determinação de abundância e estimativa de biomassa de lianas	10
3.2.2 Metodologia para determinação da biomassa lenhosa arbustiva-arbórea	12
3.2.3 Metodologia para estimativa do grau de cobertura da vegetação	13
3.2.4 Metodologia para determinação das variáveis microambientais	14
3.2.5 Caracterização edáfica	15
3.3 Análise de dados	15
<b>4. Resultados</b>	17
4.1 Abundância e biomassa de lianas utilizando diferentes critério de inclusão	17
4.2 Abundância e biomassa de lianas em borda e interior do fragmento	19
4.3 Relação entre os parâmetros estruturais do cerrado e a biomassa e riqueza de lianas	22
4.4 Riqueza de espécies de lianas	27
<b>5. Discussão</b>	30
<b>6. Conclusões</b>	35
<b>7. Referências Bibliográficas</b>	36

## 1.Introdução

---

### 1.1 O Cerrado

O Cerrado é um ecossistema tropical caracterizado como um complexo de biomas, que compõe um mosaico de fisionomias diversificadas, abrangendo desde as campestres bem abertas, como os campos limpos de cerrado, até formas relativamente densas, florestais, como os cerradões (Coutinho 2006). Segundo o mesmo autor, entre estes dois extremos fisionômicos, há uma gama de formas intermediárias com fisionomia de savana, às vezes de carrasco, como os campos sujos, os campos cerrados e o cerrado *sensu stricto* (s.s.). Segundo Durigan *et al.*(2003), a ampla área de ocorrência e o grande espectro de condições ambientais nos quais esse ecossistema ocorre no Brasil, é possível constatar a existência de sub-regiões floristicamente distintas, que podem ser definidas por espécies mais adaptadas a cada condição. A complexidade paisagística e ecológica desta fisionomia (Bittencourt & Mendonça 2004) abriga uma rica biodiversidade, com altos níveis de espécies vasculares endêmicas (Klink & Machado 2005) o que a caracteriza como hotspot (Myers *et al.* 2000).

Estima-se que o domínio Cerrado ocupe cerca de 2,0 milhões de km<sup>2</sup> e esteja representado em grande parte dos estados brasileiros, concentrando-se naqueles da região do Planalto Central, sua área nuclear (Coutinho 2006). Entretanto, a redução de sua área de cobertura, que ocorreu principalmente nas últimas quatro ou cinco décadas, propiciou altas taxas de extinção de espécies (Felfili & Silva-Júnior 1992, Ribeiro *et al.* 2011). Segundo Machado *et al.*(2004), 55% do cerrado já foram desmatados e atualmente, estima-se que somente cerca de 2.2% da área de cobertura original esteja sob proteção legal (Marris 2005, Klink & Machado 2005). No Estado de São Paulo, esta vegetação que cobria, originalmente, cerca de 14% da área está atualmente reduzida a fragmentos que correspondem ao redor de 0,81% (Kronka *et al.* 2005). As áreas de cerrado anteriormente ocupadas por pastagens são, atualmente, destinadas ao cultivo de cana de açúcar

(Durigan *et al.* 2007), cultura que tende a ocupar de maneira mais efetiva as áreas de cerrado frente a demanda internacional pela

substituição do combustível fóssil por energia de origem renovável (Cerri *et al.* 2007). Entre as maiores ameaças aos cerrados paulistas encontra-se a invasão por gramíneas africanas, gado, desmatamento e fogo (Durigan *et al.* 2007). Recentemente a infestação por lianas tem provocado à morte de inúmeras árvores (V. Pivello, comunicação pessoal).

### **1.2 Estimativas de Biomassa para o Cerrado**

Entre as características mais relevantes do cerrado encontra-se o seu papel no balanço global de carbono (Ribeiro *et al.* 2011). A densidade de biomassa e o conteúdo de carbono em diferentes componentes da vegetação são parâmetros essenciais para calcular a quantidade de carbono que será emitida para a atmosfera quando um ecossistema for alterado por um distúrbio (Houghton *et al.* 2009).

A densidade de biomassa varia no espaço e no tempo, sendo, de maneira geral maior nas florestas tropicais que nas savanas (Lilienfein *et al.* 2001, Houghton *et al.* 2009) motivo pelo qual, provavelmente, as florestas tropicais sejam alvo de maior atenção dos estudos.

No Brasil, estudos que quantificam a biomassa de plantas e o estoque de carbono em áreas de cerrado têm começado a proliferar (Barbosa & Fernside 2005). Tendo em vista as altas taxas de perdas de vegetação deste ecossistema, tanto pelo desmatamento como pela queima, quantificar estimativas de biomassa torna-se de extrema importância (Ribeiro *et al.* 2011).

Dentre os estudos de estimativa de biomassa realizados no cerrado destacam-se os de Abdala *et al.*(1998), Castro & Kauffman (1998), Lilienfein *et al.*(2001) e Ribeiro *et al.*(2011), em

áreas de cerrado *sensu stricto* e os de Barbosa & Fernside (2004), Delitti *et al.*(2006) e Rezende *et al.*(2006), realizados em outras fisionomias de cerrado. Destes trabalhos, Lilienfein *et al.*(2001), Delitti *et al.*(2006), Rezende *et al.*(2006) e Ribeiro *et al.*(2011) quantificaram a biomassa de maneira direta, ou seja, através de métodos destrutivos e Abdala *et al.*(1998), Castro & Kauffman (1998) e Barbosa & Fernside (2004) estimaram a biomassa de forma indireta, ou seja, por meio de relações quantitativas ou matemáticas correlacionadas a dados provenientes de inventários como diâmetro, altura e volume (Silveira *et al.* 2008). Deve-se salientar que ambas as maneiras de quantificar a biomassa são válidas e que a seleção dos modelos alométricos a serem utilizados deve ser realizada em função da pergunta a ser respondida e da facilidade de medir as variáveis independentes do modelo (Vieira *et al.* 2008).

Por ser o cerrado, um ecossistema que compreende tanto formações campestres como florestais, os trabalhos anteriormente preocuparam-se em quantificar a biomassa tanto do estrato arbustivo-arbóreo como do herbáceo. Todavia, até o momento, a contribuição de biomassa de lianas tem sido ignorada.

Sabe-se que, para florestas tropicais a biomassa de lianas representa cerca de 1-14% da biomassa lenhosa (DeWalt & Chave 2004, Sarmiento *et al.* 2005) e que esta contribuição em densidade e biomassa tende a aumentar de maneira significativa a resposta ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub> (Phillips *et al.* 2002, Granados & Körner 2002).Entretanto, os métodos propostos para a realização de censos e estimativa de biomassa de lianas apresentam diferenças em função da altura, de medidas de diâmetro, dos critérios de inclusão e da forma da parcela (Schnitzer *et al.* 2006) o que dificulta e limita as comparações. Em função disso, Schnitzer *et al.* (2006) apresentaram uma equação alométrica usando dados de diâmetro e biomassa desenvolvida a partir da análise de 424 indivíduos de lianas  $\geq 1-23$  cm coletadas independentemente em cinco estudos realizados em florestas tropicais, dos quais três publicaram equações alométricas (Putz 1983, Gerwing & Farias 2000 e Gehring *et al.* 2004) e dois disponibilizaram dados de diâmetro e

biomassa e não equações (Hozumi *et al.* 1969 e Beekman 1981). Um protocolo para realização de censo de lianas foi proposto por Gerwing *et al.* (2006) e complementado por Schnitzer *et al.* (2008) visando uniformizar a coleta de dados para possibilitar comparações de modelos globais de abundância, diversidade, biomassa e dinâmica de lianas.

### **1.3 Abundância e Riqueza de Lianas**

As lianas (trepadeiras lenhosas) compreendem um grupo abundante e diverso de plantas que possuem estratégias especializadas para ascenderem à copa da floresta usando a arquitetura de outras plantas como apoio mecânico (Putz 1984, Laurance *et al.* 2001, Schnitzer & Bongers 2002).

Lianas lenhosas desempenham um papel vital em muitos aspectos da dinâmica florestal que incluem: a supressão da regeneração e do crescimento em diâmetro e o aumento da mortalidade das árvores devido ao peso excessivo para as árvores que as suportam (Schnitzer *et al.* 2000, Schnitzer & Bongers 2002, Schnitzer *et al.* 2005, Phillips *et al.* 2002, 2005, Malizia & Grau 2006, Van der Heijden *et al.* 2008, Ingwell *et al.* 2010). Lianas competem com as árvores por luz, água e nutrientes (Gentry 1991). Por outro lado, este grupo de plantas também representa fonte de recursos alimentares para animais e atua mantendo as copas das árvores favorecendo o acesso entre elas e animais arborícolas (Putz 1984, Putz 1991, Morellato & Leitão Filho 1996, Schnitzer & Bongers 2002). Além disso, lianas contribuem significativamente para o aumento da diversidade taxonômica das florestas tropicais (Gentry 1991, Morellato & Leitão Filho 1998).

Embora as lianas sejam encontradas em florestas de diversas latitudes, é nos trópicos que se encontra maior abundância, riqueza e variedade de formas e tamanhos e sua presença é relatada como o diferencial fisionômico entre florestas tropicais e temperadas (Putz 1984, Morellato & Leitão Filho 1998, Schnitzer & Bongers 2002). Estimativas realizadas em florestas tropicais mostram que as lianas representam cerca de 25% da diversidade de espécies (Schnitzer & Bongers

2002) e por cerca de 10-40% da densidade de caules lenhosos (Schnitzer *et al.* 2005) sendo os maiores valores encontrados em jovens florestas secundárias (Sarmiento *et al.* 2005).

Em grandes escalas espaciais, a abundância de lianas varia em função de fatores abióticos como a pluviosidade total, a sazonalidade da precipitação e a fertilidade do solo (Schnitzer & Bongers 2002). Em escala local, a dominância deste grupo varia em função da estrutura da área, da disponibilidade de suporte, da escala de distúrbio e da idade da floresta (Putz 1984, Senbeta *et al.* 2005, Madeira *et al.* 2009), sendo que a maior abundância ocorre nos estádios intermediários de sucessão devido a um balanço entre a disponibilidade de suporte e luz (Madeira *et al.* 2009, Nogueira *et al.* 2010). Além de se favorecerem dos distúrbios, estudos recentes indicam que as lianas respondem de maneira significativa ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub>, o que pode, futuramente, aumentar a contribuição desse grupo de plantas em densidade e biomassa (Phillips *et al.* 2002, Granados & Körner 2002). Apesar da importância das lianas nos ecossistemas tropicais e do forte impacto na dinâmica da vegetação, estudos envolvendo estrutura e biomassa de lianas têm recebido pouca atenção quando comparados aos com arbóreas (Letcher & Chazdon 2009) provavelmente porque estas plantas ocupam o dossel e são de difícil visualização e coleta.

Entretanto, recentemente, o papel das lianas nas florestas tropicais com relação a diversidade (Senbeta *et al.* 2005, Burnhan 2004, Santos *et al.* 2009, Muthumperumal & Parthasarathy 2010, DeWalt *et al.* 2010), estrutura (Laurance *et al.* 2001, van de Heijden *et al.* 2008, Madeira *et al.* 2009), dinâmica e funcionamento do ecossistema (Schnitzer *et al.* 2000, Rice *et al.* 2004, Wright *et al.* 2004, Schnitzer *et al.* 2004, Schnitzer *et al.* 2005, Phillips *et al.* 2005, Campanello *et al.* 2007, Garrido-Pérez *et al.* 2008) e na densidade de biomassa (DeWalt & Chave 2004, Sarmiento *et al.* 2005) tem despertado atenção.

No Brasil, os poucos estudos realizados com lianas se concentra em ambientes florestais (Nascimento & Laurance 2002, Laurance *et al.* 2001, van Melis 2008, Madeira *et al.* 2009, Carvalho *et al.* 2011, Sfair *et al.* 2010, Nogueira *et al.* 2010, Alves *et al.* 2012, Sfair & Martins 2011). No cerrado, o número de estudos com lianas são ainda menores e direcionados à

investigação florística (Silva *et al.* 2007, Weiser 2001 e 2007, Weiser & Godoy 2005, Batalha & Mantovani 2005) e na sua relação com o forófito - apoio (Weiser 2001, Sfair 2006).

Além da escassez de estudos quantitativos de lianas, os métodos propostos para a realização de censos e estimativa de biomassa de lianas ainda apresentam diferenças em função da altura de medida de diâmetro e dos critérios de inclusão e da forma da parcela (Schnitzer *et al.* 2006) o que dificulta as comparações. Uma das variações metodológicas encontradas na literatura é o local de onde se toma a medida de diâmetro do caule das lianas (Schnitzer *et al.* 2006) que pode variar desde o ponto mais largo ao longo do caule (DeWalt *et al.* 2000, Burnham 2002), a 130 cm das raízes (Gerwing & Farias 2000, Mascaro *et al.* 2004, Schnitzer *et al.* 2004, Rice *et al.* 2004, Senbeta *et al.* 2005, Madeira *et al.* 2009) a 20-30 cm das raízes ou próximo do solo (Burnham 2004, Gehring *et al.* 2004, Garrido-Pérez *et al.* 2008), a 130 cm do solo (Schnitzer *et al.* 2000), e a 150 cm do solo (Muthumperumal & Parthasarathy 2010).

A presença de lianas tem aumentado em áreas fragmentadas de florestas tropicais aparentemente em resposta ao aumento da queda de árvores e à penetração lateral de luz em locais próximos às bordas. A exposição e as consequentes interações dos organismos remanescentes com o ecossistema adjacente, que em geral, apresentam a temperatura do ar, a pressão de vapor e a intensidade luminosa diferentes do interior são conhecidas como influência de borda (Murcia 1995). Em áreas de borda a disponibilidade de árvores jovens em crescimento (disponibilidade de suporte) pode ser um recurso mais crítico que a luz na presença de lianas (Putz 1984). Entretanto, todas as alterações relatadas para borda foram estabelecidas para ecossistemas florestais e sua influência ainda não está estabelecida para o cerrado, tendo em vista o limitado número de estudos realizados na área. Além disso, o conjunto de dados obtidos é insuficiente para que se possa sequer delinear o papel deste grupo na ecologia do cerrado.

Com a finalidade de fornecer um conjunto de dados que possa contribuir para o conhecimento e importância das lianas no cerrado os seguintes objetivos foram estabelecemos.

## 2. Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo foi avaliar a abundância, biomassa aérea e a riqueza de lianas em uma área de cerrado *sensu stricto*.

### 2.1 Objetivos específicos

1. Comparar a abundância e biomassa de lianas mediante a utilização de diferentes critérios de inclusão: a 30 cm do nível do solo (DB) como descreve o protocolo de amostragem de espécies arbustivas e arbóreas no cerrado (Felfili *et al.* 2005) e a 130 cm de DAP segundo o protocolo de floresta estabelecido por Gerwing *et al.* (2006) e modificado por Schnitzer *et al.* (2008).

2. Verificar se biomassa e abundância de lianas estão associadas à presença de borda de cerrado.

3. Estimar a biomassa lenhosa arbustiva-arbórea da área de cerrado *sensu stricto* a partir de dados pré-existentes da área

4. Verificar se existe correlação entre a abundância e a biomassa de lianas e o grau de cobertura da vegetação estimado através do método de Canfield (1941).

5. Verificar se existe correlação entre a abundância e a biomassa de lianas e os parâmetros microambientais e edáficos.

6. Avaliar a proporção de indivíduos lenhosos infestados por lianas.

### 3. Metodologia

---

#### 3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em um fragmento de cerrado *sensu stricto* (ca. 260 ha), localizado na região do município de Itirapina (22°13'S, 47°53'W), estado de São Paulo. O clima do município enquadra-se na categoria Cwa segundo a classificação de Köppen (1948), mesotérmico com invernos secos e verões chuvosos. As temperaturas médias mensais variam entre 18 °C (julho) e 32 °C (fevereiro). A precipitação média anual é de 1524 mm.

O fragmento possui fisionomia de cerrado *sensu stricto*, com copa descontínua e vegetação lenhosa em torno de seis ou sete metros de altura e estrato herbáceo descontínuo. Em algumas áreas a vegetação é mais densa com árvores que alcançam 12 metros de altura. A área de estudo foi fragmentada há cerca de 30 anos e apresenta uma forma retangular com lados voltados aos quatro pontos cardeais. Cada uma das faces é separada da matriz por uma estrada não pavimentada com cerca de 6-8 m de largura. A face norte foi queimada há 20 anos e faz contato com uma plantação de cana, as faces leste e sul fizeram contato durante vários anos com uma matriz onde prevalecia um pasto, que recentemente, foi substituído por cana de açúcar. A face oeste faz contato com a rodovia de acesso. As duas faces selecionadas para o estudo foram a leste e a sul (Figura 1) por apresentarem um histórico de perturbação semelhante.

Em cada face foram estabelecidos transectos de 25 m x 2 m (50 m<sup>2</sup>) distanciados 50 m entre si, distribuídos na borda e no interior do fragmento (Reys *et al.*, dados não publicados). A distância considerada como borda foi determinada segundo Williams-Linera (1990). Tanto na face leste quanto na face sul da área de estudo foram estabelecidas duas linhas paralelas, sendo uma localizada na borda do fragmento, na zona de contato com a matriz circundante, contendo 10 transectos, e outra distanciada 100 m em direção ao interior do remanescente, contendo 8 transectos (Figura 2).



Figura 1. Vista da vegetação das áreas de estudo em um fragmento de cerrado *sensu stricto* em Itirapina, SP. A= Borda Leste, B= Borda sul, C= Interior Leste e D= Interior Sul.

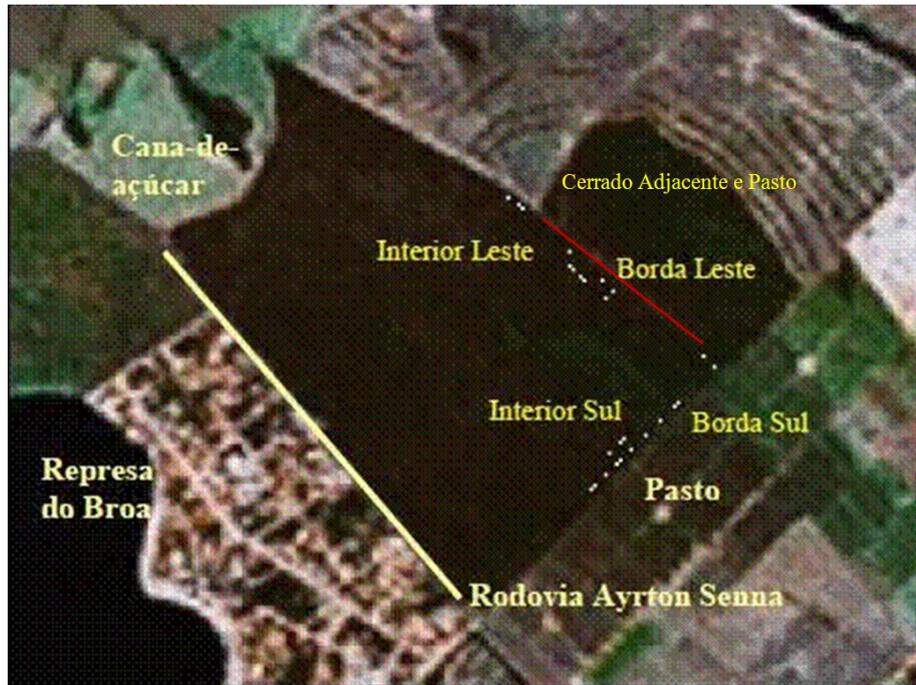


Figura 2. Localização do fragmento estudado com a localização dos 36 transectos distribuídos nas orientações leste e sul do fragmento de cerrado no Município de Itirapina, SP.

### 3.2 Coleta de dados

#### 3.2.1 Metodologia para determinação de abundância e estimativa de biomassa de lianas

A coleta de dados em campo na área de estudo (face leste e sul) foi realizada no período entre Fev/11 – Mar/12, onde foram numerados, mapeados e medidos todos os sarmentos de lianas, enraizados em cada transecto, apoiados nos indivíduos arborescentes, com diâmetro  $\geq 0,5\text{cm}$  a 130cm do ponto de enraizamento (DAP) de acordo com protocolo estabelecido por Gerwing *et al.* (2006) e modificado por Schnitzer *et al.* (2008) (Figura 3). Concomitantemente foram numerados, mapeados e medidos todos os sarmentos de lianas enraizados em cada transecto, apoiados nos indivíduos arborescentes, com diâmetro a 30cm do ponto de enraizamento (D<sub>30</sub>) com diâmetro  $\geq 0,5\text{ cm}$ . O diâmetro das lianas foi mensurado com o auxílio de uma fita métrica (no caso de lianas muito irregulares) ou com um paquímetro, quando as mesmas tiveram forma cilíndrica (Figura 4).

No primeiro caso, a circunferência foi convertida em diâmetro para o caçulo da área basal. Para a estimativa do diâmetro de lianas com caules múltiplos, foi medido cada sarmento e somados a partir da fórmula  $\sqrt{D^2 + D^2 + \dots}$ , onde D = diâmetro.

Para o cálculo de biomassa foi utilizada a equação alométrica desenvolvida por Schnitzer *et al.* (2006). Esta equação considera o diâmetro do sarmento à altura do peito (130 cm do solo), com amostragem feita em parcelas:

$$\ln(LAGB) = -1.484 + 2.657 * \ln(DAP).$$

Sendo: LAGB a biomassa viva de lianas acima do solo e DAP: diâmetro medido à altura do peito.

Para o cálculo de biomassa com base nas medidas tomadas a 30cm do solo (D\_30) foi aplicada a equação de regressão entre D\_30 e DAP, calculada por (Schnitzer *et al.* 2006) para ser aplicada a dados coletados a D\_20, 30 ou próximos ao solo. Após a conversão o DAP calculado foi usado na equação alométrica para biomassa acima descrita.

$$DAP = -0.261 + 0.956(D_{20-30})$$



Figura 3. Diagrama esquemático das nove situações descritas no protocolo para o censo de lianas por Gerwing *et al.* (2006) (A) e das 11 situações descritas por Schnitzer *et al.* (2008) no protocolo complementar (B)



Figura 4. Ilustração da amostragem de lianas na área de estudo em um cerrado *sensu stricto* em Itirapina, SP.

### 3.2.2 Metodologia para determinação da biomassa lenhosa arbustiva-arbórea

Dentro das transecções descritas anteriormente todos os indivíduos enraizados foram medidos (circunferência do caule e altura), plaqueados, coletados e identificados todos os indivíduos vivos ou mortos em pé com circunferência a 30 cm da base do caule (CBC)  $\geq 3$  cm. Caules bifurcados ou múltiplos foram considerados como apenas um indivíduo para os cálculos de densidade e área basal. Mais detalhes em *Reys et al.* (dados não publicados). Entretanto, foram incluídos no cálculo de biomassa somente os indivíduos com circunferência a 30 cm do solo (DAS)  $\geq 2,5$  cm de diâmetro de acordo com o trabalho de *Delitti et al.* (2006).

A biomassa aérea do cerrado foi estimada com base na equação para o cálculo de biomassa de cerrado desenvolvida por *Delitti et al.* (2006) a partir de uma amostragem destrutiva

realizada pelos autores na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, estado de São Paulo. Segundo esses autores, diâmetros (D) e alturas (H) mostram-se bons preditores de biomassa e o uso de ambos resultou na equação mais adequada para a estimativa de biomassa no ecossistema cerrado. Esta equação foi selecionada, em detrimento às demais existentes na literatura para este ecossistema, devido à similaridade da vegetação ocorrente em Itirapina, local de estudo, e a vegetação de Mogi-Guaçu (Durigan *et al.* 2003).

$$\text{Biomassa Mg. ha}^{-1} = 1,95 \times \text{Área Basal (m}^2 \cdot \text{ha}^{-1})$$

### **3.2.3 Metodologia para estimativa do grau de cobertura da vegetação**

A estimativa para o grau de cobertura da vegetação foi realizada pelo método de intercepto de linhas (Canfield 1941) (Figura 5). Uma linha de 25m foi esticada longitudinalmente no centro de todos os transectos, onde foi estimada a projeção da parte aérea da vegetação na linha (Figura 6). Os estratos foram categorizados utilizando-se os seguintes critérios: 1. estrato arbustivo-arbóreo: composto pelas espécies com circunferência a 30 cm da base do caule  $\geq 3\text{cm}$ ; 2. estrato de regeneração: composto pelas espécies lenhosas com circunferência a 30cm da base do caule  $\leq 3\text{cm}$ . Além disso, foram quantificadas individualmente a cobertura de palmeiras, herbáceas (nativas e exóticas) e terra nua. As herbáceas foram coletadas e identificadas, por especialista, em espécies nativas e exóticas.

PROCEDURE FOLLOWED IN  
MEASURING VEGETATION  
BY THE LINE INTERCEPTION METHOD

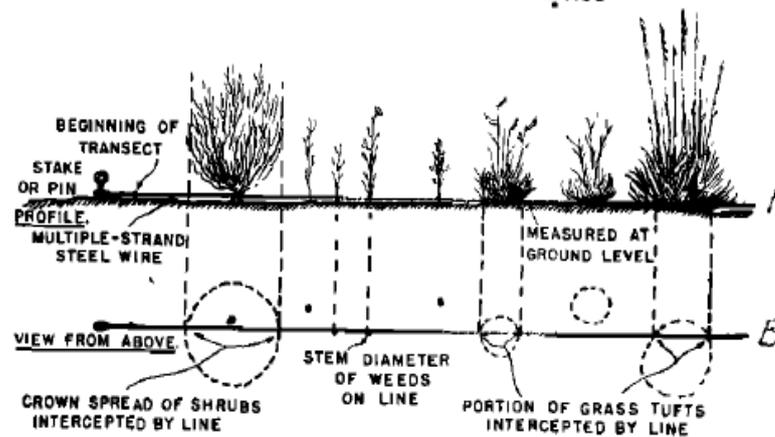


Figura 5. Esboço do método de intercepto de linha segundo Canfield (1941).



Figura 6. Ilustração do método de intercepto de linha segundo Canfield (1941) na área de estudo em um cerrado *sensu stricto* em Itirapina, SP.

### 3.2.4 Metodologia para determinação das variáveis microambientais

As medidas de umidade relativa do ar, PAR (radiação fotossinteticamenteativa) e temperatura foram obtidas com o aparelho HOBO Micro Station nos 36 transectos simultaneamente na borda e no interior Leste e na borda e no interior Sul, em dias consecutivos, sempre das 10:00 h as 14:00 h. A obtenção de estimativas sobre a porcentagem total de abertura do dossel foi realizada

através do registro de fotos hemisféricas a 1,30 m de altura, em três pontos de cada transecto com auxílio de máquina fotográfica digital e lentes hemisféricas Nikon 8 mm (olho de peixe). As fotos digitalizadas foram analisadas através do programa GLA (Gap Light Analyzer – Frazer *et al.* 1999). Mais detalhes em Reys *et al.* (dados não publicados).

### **3.2.5 Caracterização edáfica**

Para cada transecto foi coletada uma amostra de solo composta por três sub amostras retiradas ao acaso na profundidade de 0 a 20 cm, com o auxílio de uma sonda. As análises químicas e granulométricas foram realizadas seguindo o procedimento proposto por Raij (1983). As propriedades químicas do solo obtidas foram pH, matéria orgânica (M.O.), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio mais alumínio (H + Al), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), além da soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V), que expressam fertilidade do solo (Reatto *et al.* 1998). Na análise granulométrica foram determinadas as porcentagens de argila, silte, areia grossa, areia fina e areia total. Mais detalhes em Reys *et al.* (dados não publicados)

### **3.3 Análise de dados**

Para avaliar as diferenças na abundância e biomassa ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de lianas entre borda (sul e leste) e interior (sul e leste) com medidas tomadas a D<sub>30</sub> e DAP utilizou-se análise de variância (ANOVA) seguida de teste de Tukey (Zar 1999). A estimativa de biomassa foi classificada como LAGB 1 (diâmetro medido à 130 cm do solo DAP) e LAGB 2 (diâmetro medido a 30 cm do solo D<sub>30</sub>).

A comparação entre a proporção de indivíduos infestados entre as áreas foi realizada através do teste G (Zar 1999).

As lianas foram divididas em classes de diâmetro, sendo lianas de diâmetro pequeno (classe A =  $1,0 \leq A < 2,5$  cm), lianas de diâmetro intermediário (classe B =  $2,5 \leq B < 5,0$  cm) e lianas de diâmetro grande (classe C  $\geq 5,0$  cm).

A análise global das relações entre a biomassa e abundância de lianas e as variáveis microambientais e edáficas foram exploradas com a Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Ter-Braak 1987) através do programa PC-ORD 6.0 para Windows (McCune & Mefford, 2001). A matriz principal consistiu na abundância e biomassa de lianas e na abundância, altura e diâmetro médio do suporte (variáveis) por transecção (objeto), e a matriz secundária incluiu as variáveis microambientais e as propriedades químicas e físicas do solo (variáveis) por transecção. Testamos a hipótese de independência entre as matrizes de abundância específica e de dados microambientais e edáficos por meio do teste Mantel, com 1000 permutações de Monte Carlo (Ter-Braak 1987). As variáveis ambientais (abertura do dossel – DOS e radiação fotossinteticamente ativa PAR) e as propriedades químicas e físicas do solo (matéria orgânica, alumínio e manganês) que constituíram a matriz secundária foram determinadas a partir da análise de componentes principais (PCA) ver detalhes em Reys *et al.* (dados não publicados) As variáveis expressas em proporção foram transformadas em  $\log(x+1)$ .

Para verificar a relação entre a estimativa de biomassa de lianas e o grau de cobertura da vegetação foi realizada uma análise de regressão múltipla utilizando o pacote estatístico PAST (Hammer *et al.* 2001).

A similaridade florística entre as áreas (borda e interior, faces leste e sul) foi estimada através do índice de Chao-Sørensen (Chao *et al.* 2005, 2006) que reduz o viés da sub amostragem por estimar e compensar a ocorrência de espécies compartilhadas e não amostradas. Este índice foi escolhido em detrimento ao índice clássico de Sørensen porque possibilita avaliar a similaridade

entre amostras de diferentes tamanhos (Chao *et al.* 2005, 2006). O índice de Chao-Sørensen foi calculado com intervalos de confiança (95%) no programa EstimateS 8.2 (Colwell 2009). As curvas de rarefação para as áreas de borda e interior do cerrado foram construídas com 95% de IC usando a função  $S_{obs}$  (Mao Tau) (Cowell *et al.* 2004) para comparar o número de espécies encontradas nas áreas de borda e interior do cerrado usando o programa EstimateS 8.2 (Colwell 2009). Considerou-se a sobreposição dos intervalos de confiança (IC) como indicação da ausência de diferença.

## 4. Resultados

### 4.1 Abundância e biomassa de lianas utilizando diferentes critérios de inclusão

Em 0,18 ha de cerrado foram amostrados 216 indivíduos ( $1200 \text{ ind. ha}^{-1}$ )  $\geq 0,5\text{cm}$  a 130 cm do solo (DAP) e 167 indivíduos ( $928 \text{ ind. ha}^{-1}$ )  $\geq 1,0\text{cm}$  a 130 cm do solo (DAP). Na mesma área, foram identificados 208 indivíduos ( $1156 \text{ ind. ha}^{-1}$ )  $\geq 0,5\text{cm}$  a 0,30 cm do solo (D\_30) e 177 indivíduos ( $983 \text{ ind. ha}^{-1}$ )  $\geq 1,0 \text{ cm}$  a 0,30 cm do solo (D\_30).

O diâmetro das lianas amostradas na área variou entre 0,5 e 26,5 cm. Lianas da menor classe de diâmetro foram mais abundantes no cerrado, independentemente do critério de inclusão adotado (Figura 7a e 7b). Lianas da classe A de diâmetro foram mais numerosas (70,2%  $\geq 0,5\text{cm}$  (D\_30), 69,8%  $\geq 0,5\text{cm}$  (DAP), 65%  $\geq 1,0\text{cm}$  (D\_30) e 61,1% dos indivíduos amostrados  $\geq 1,0 \text{ cm}$  (DAP). Lianas da classe de maior diâmetro foram menos abundantes 6,3%  $\geq 0,5 \text{ cm}$  (D\_30), 5,1%  $\geq 0,5 \text{ cm}$  (DAP), 7,3%  $\geq 1,0 \text{ cm}$  (D\_30) e 6,6%  $\geq 1,0 \text{ cm}$  (DAP) (Figura 7). A abundância total de lianas não apresentou diferença significativa entre os diferentes critérios de inclusão ( $F=0,390$ ;  $p= 0,764$ ;  $gl=3$ )

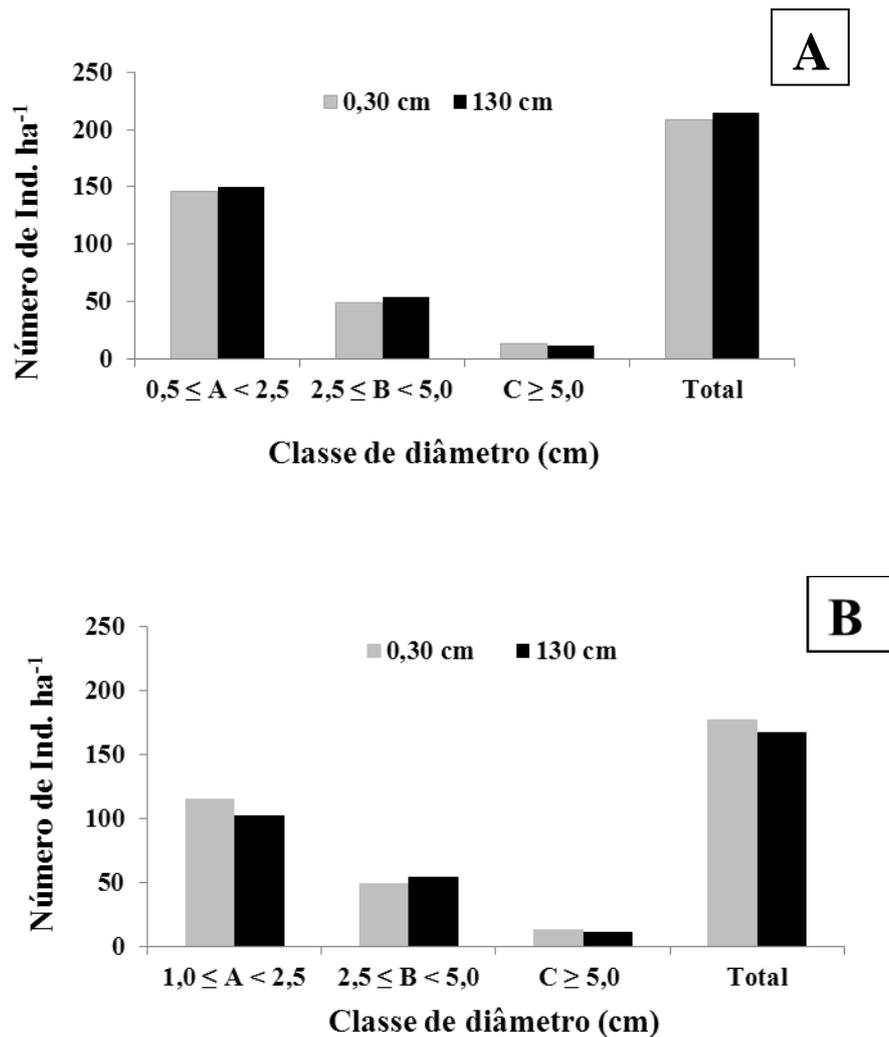


Figura 7. Distribuição de classes de tamanho sobre o número total de lianas no cerrado *sensu stricto* de Itirapina, SP  $\geq 0,5$ cm (A) e  $\geq 1,0$  (B) amostradas a D<sub>30</sub> e 130 cm DAP.

Os valores de biomassa estimados a partir de medidas de diâmetro tomadas nos diferentes critérios de inclusão são mostrados na tabela abaixo. Não foram encontradas diferenças significativas entre a biomassa estimada nos critérios de inclusão 130 cm (DAP) e D<sub>30</sub> usando os diâmetros  $\geq 0,5$ cm e  $\geq 1,0$  (F= 0,466 p= 0,711 gl= 3) (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa de biomassa de lianas em um fragmento de cerrado em Itirapina, São Paulo.

D= critério de inclusão em diâmetro (cm), LAGB 1= estimativa de biomassa através da equação alométrica desenvolvida por Schnitzer *et al.* (2006), LAGB 2= estimativa de biomassa através da equação de conversão de dados coletados a D<sub>30</sub> para DAP desenvolvida por Schnitzer *et. al* (2006). Dados seguidos de mesma letra não diferem significativamente.

D	LAGB 1 MG.ha <sup>-1</sup>	LAGB 2 MG.ha <sup>-1</sup>
≥ 0,5	5,94 <sub>a</sub> ± 0,36	9,46 <sub>a</sub> ± 0,51
≥ 1,0	6,74 <sub>a</sub> ± 0,39	9,44 <sub>a</sub> ± 0,51

#### 4.2 Abundância e biomassa de lianas em borda e interior do fragmento

Tendo em vista que não houve diferença significativa entre os resultados de abundância e biomassa obtidos com base nos diferentes critérios de inclusão, os dados apresentados a seguir são os que foram coletados segundo o protocolo estabelecido por Gerwing *et al.* (2006) e modificado por Schnitzer *et al.* (2008).

Na face sul do fragmento foram amostrados 128 indivíduos (1422 ind. ha<sup>-1</sup>) sendo 109 (1211 ind. ha<sup>-1</sup>) na borda e 19 (211 ind. ha<sup>-1</sup>) no interior. O diâmetro das lianas nesta face variou entre 1,0 e 26,5 cm. As lianas de grande diâmetro (classe C, DAP ≥ 5,0 cm) contribuíram com 75,1% da LAGB, as de diâmetro intermediário (classe B, 2,5 cm ≤ DAP < 5,0 cm) totalizaram 19,4%; lianas de pequeno diâmetro (classe A, 1,0 cm ≤ DAP < 2,5 cm) proporcionaram 5,5% da LAGB.

Na face leste do fragmento foram amostrados 39 indivíduos (433 ind. ha<sup>-1</sup>) sendo 27 (300 ind. ha<sup>-1</sup>) na borda e 12 no interior (133 ind. ha<sup>-1</sup>). O diâmetro das lianas amostradas nesta face variou entre 1,0 e 4,6 cm. As lianas de diâmetro médio (classe B, 2,5 cm ≤ DAP < 5,0 cm) representaram 81,3% da LAGB, as lianas de diâmetro pequeno (classe A, 1,0 ≤ DAP < 2,5 cm) contribuíram com 18,7 % da LAGB. Não foram amostradas lianas de diâmetro grande (Figura 8a). As lianas da classe A foram mais abundantes (61,5 % ou 24 dos 39 indivíduos amostrados) do que lianas da classe B, com 38,5 % ou 15 dos 39 indivíduos (Figura 8b).

A abundância e biomassa de lianas diferiram significativamente entre as áreas, sendo os maiores valores encontrados na borda sul. (F= 15,166; p < 0,0001; gl= 3, F= 6,266) (Tabela 2).

Tabela 2. Abundância (ind. ha<sup>-1</sup>) e estimativa de biomassa em MG.ha<sup>-1</sup> (LAGB) nas áreas de estudo. BL =borda leste, BS= borda sul, IL= interior leste e IS= interior sul. Letras iguais indicam ambientes que não diferiram significativamente entre si (p< 0,01).

	BL	BS	IL	IS
Abundância	540 <sub>a</sub>	2180 <sub>b</sub>	300 <sub>a</sub>	475 <sub>a</sub>
LAGB	0,23 <sub>a</sub>	5,95 <sub>b</sub>	0,13 <sub>a</sub>	0,43 <sub>a</sub>

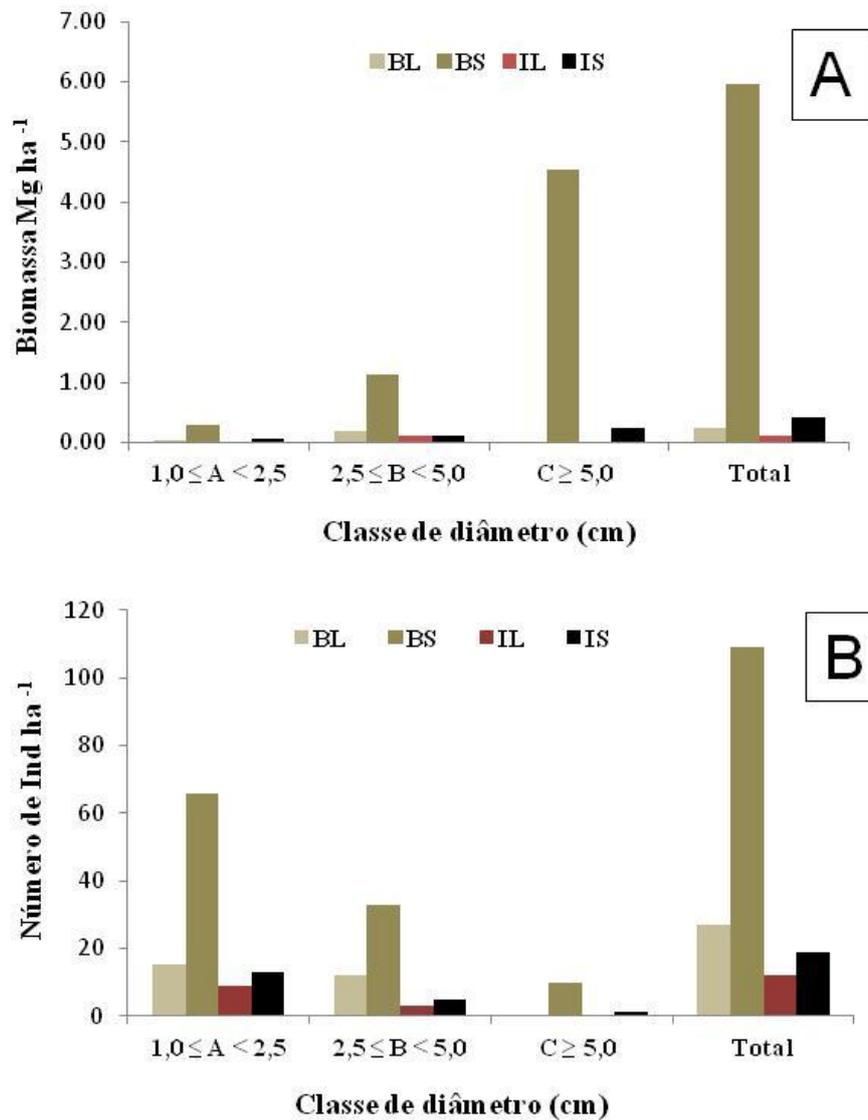


Figura 8. Distribuição de biomassa MG ha<sup>-1</sup> (A) e abundância de lianas (ind ha<sup>-1</sup>) (B) em classes de diâmetro em um fragmento de cerrado em Itirapina, SP. BL= Borda Leste, BS= Borda Sul, IL= Interior Leste e IS= Interior Sul.

#### 4.3 Relações entre os parâmetros estruturais do cerrado e a biomassa e riqueza de lianas

A biomassa total do componente arbustivo- arbóreo- amostrado no fragmento foi de 22,13 MG ha<sup>-1</sup>. A biomassa deste componente foi significativamente maior na borda sul (7,36 Mg ha<sup>-1</sup>, 33,25% da biomassa total) quando comparada a borda e interior leste (respectivamente 4,70 Mg ha<sup>-1</sup>, 21,24% da biomassa total; 5,09 MG ha<sup>-1</sup>, 23,01% da biomassa total) (F= 3,972; p= 0,008; gl= 3). Entretanto, a biomassa arbustivo-arbórea não diferiu significativamente entre a borda e interior da face sul. Os maiores valores de biomassa arbustivo-arbórea na borda sul corresponderam ao maior valor de biomassa de lianas nesta mesma área. Contudo, este não foi um padrão observado para as outras áreas (Figura 9).

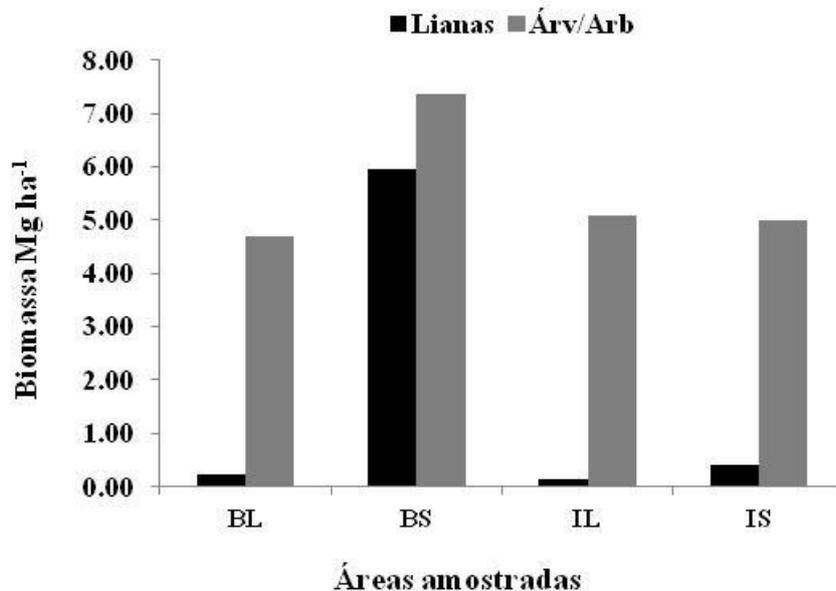


Figura 9. Biomassa de lianas em relação à biomassa de árvores e arbustos em fragmento de cerrado em Itirapina, SP. BL= borda leste, BS= borda sul, IL= interior leste e IS= interior sul.

Houve diferenças significativas na proporção de indivíduos infestados, onde a borda sul apresentou a maior proporção de indivíduo infestados ( $U= 17.2231$ ,  $p < 0,001$ ,  $gl=1$ ) em relação às outras áreas estudadas.

A CCA resumiu 35,3% da variabilidade total dos dados nos dois primeiros eixos, sendo 34,1% no eixo 1 e o restante no eixo 2 (Figura 10) (Tabela 3). A correlação de Pearson entre os fatores bióticos e os dados ambientais ( $r = 0,66$  e  $r = 0,55$ ) indicou uma tendência entre a abundância e biomassa de lianas e as variáveis ambientais, sendo o teste de permutação de Monte Carlo significativo para ambos os eixos ( $p = 0,003$ ). Os coeficientes canônicos e as correlações indicaram que tanto PAR, conteúdo de manganês e a abertura do dossel foram as principais variáveis ambientais na ordenação ( $r > 0,6$ ) (Tabela 4). O diagrama da CCA agrupou no lado negativo do eixo 1 predominantemente as transecções de borda orientadas na face sul associadas a maior ao conteúdo de manganês no solo. No lado positivo do eixo 1 ficaram agrupadas as transecções da borda leste associada à maior intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e os interiores leste e sul associados ao conteúdo de alumínio no solo. Apesar da baixa explicabilidade do eixo 2, a variável que apresentou maior correlação para a separação do interior (leste e sul) e da borda leste foi à porcentagem de abertura do dossel ( $r > 0,8$ ).

Segundo os dados coletados pelo método de linhas de Canfield (1941) o fragmento possui 91,14 % da área de cobertura arbustiva-arbórea, 10,31 % do estrato de regeneração, 1,93% de terra nua, 3,01% de palmeira, 9,98% herbácea nativa, 1,90% de exóticas e 0,84% de bromélias. A porcentagem de cobertura em cada área do fragmento encontra-se na Tabela 5.

O modelo geral da análise de regressão múltipla realizado com a estimativa de biomassa de lianas (variável dependente) e o grau de cobertura da vegetação não foi significativo ( $F= 2,0724$ ,  $p= 0,08$ ), mas mostrou correlação positiva significativa entre a biomassa de lianas e a regeneração (Tabela 6). O modelo geral passou a ser significativo ( $F= 2,5735$ ,  $p= 0,047$ ) quando somados os valores de herbáceas (nativas e exóticas) e bromélias e considerando como uma única variável (estrato herbáceo), mas a regeneração continuou sendo a única variável significativa (Tabela 7).

Tabela 3. Síntese dos resultados da CCA realizada com a abundância e biomassa de lianas e a abundância, altura e diâmetro médio do suporte, biomassa, abundância e as 5 variáveis abióticas (abertura do dossel – Dossel, radiação fotossinteticamente ativa PAR, matéria orgânica, alumínio e manganês) em um fragmento de cerrado em Itirapina,SP.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalor ( $\lambda$ )	0.036	0.001
Explicabilidade (%)	34.2	1.2
Explicabilidade acumulada (%)	34.2	35.4
Correlações de Pearson	0.66	0.55
Teste de Monte Carlo (p)	0,003	0,003

Tabela 4. Coeficientes canônicos e correlações “intra-set” das variáveis abióticas (abertura do dossel – Dossel, radiação fotossinteticamente ativa PAR, matéria orgânica, alumínio e manganês) com os principais eixos da CCA realizada em um fragmento de cerrado em Itirapina, SP.

	Coeficiente canônico		Coeficiente de correlação “intra-set”	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Dossel	-0.724	-1.149	-0.112	-0.894
PAR	1.082	-0.205	0.561	-0.674
MO	-0.456	-0.502	-0.016	0.252
AL	0.681	-0.121	0.380	0.299
Mn	-0.107	-0.040	-0.607	0.068



Tabela 5 – Grau de cobertura (%) dos diferentes estratos vegetacionais nas áreas de estudo em fragmento de cerrado em Itarapina, SP. Arv/Arb = estrato arbustivo-arbórea, TN= terra nua, HN= herbáceae nativa, HE= herbáceae exótica.

	Arv/Arb	Regeneração	Palmeira	TN	HN	HE	Bromélia
Borda Leste	83,3	7,0	4,8	7,0	13,0	0,8	0,4
Borda Sul	89,2	14,2	1,4	0,0	9,1	5,4	0,2
Interior Leste	94,5	10,5	3,5	0,0	10,0	0,8	1,5
Interior Sul	100,0	9,4	2,3	0,0	7,4	0,0	1,7

Tabela 6. Análise de regressão múltipla da estimativa de biomassa com o grau de cobertura de diferentes estratos vegetacionais em um fragmento de cerrado em Itarapina, SP.  $r$ = coeficiente de correlação,  $r^2$ = coeficiente de determinação. Em negrito valor de  $p$  significativo ( $p < 0,5$ ).

	$r$	$p$	$r^2$
Arv/Arb	-0,0411	0,2144	0,014171
Regeneração	0,074395	<b>0,032601</b>	0,17992
Palmeira	-0,027205	0,47874	0,081502
TN	-0,046697	0,15321	0,022684
HN	-0,01572	0,46412	0,0015069
HE	-0,013631	0,61014	0,007754
Bromélia	-0,087231	0,11696	0,058324

Tabela 7. Análise de regressão múltipla da estimativa de biomassa com o grau de cobertura de diferentes estratos vegetacionais em um fragmento de cerrado em Itirapina, SP.  $r$ = coeficiente de correlação,  $r^2$ = coeficiente de determinação. Em negrito valor de  $p$  significativo ( $p < 0,5$ ).

	$r$	$p$	$r^2$
Arv/Arb	-0,041128	0,20756	0,014171
Regeneração	0,069516	<b>0,039272</b>	0,17992
Palmeira	-0,036364	0,33478	0,081502
TN	-0,045863	0,15777	0,022684
Herbáceas	-0,021352	0,22377	0,028801

#### 4.4 Riquezas de espécies de lianas

A lista das espécies de lianas encontradas no cerrado de Itirapina encontra-se na (Tabela 8). Foram amostrados 216 indivíduos nos quatro ambientes estudados, distribuídos em 6 famílias e 21 espécies e 19 indivíduos não identificados. As famílias com maior número de espécies foram Bignoniaceae (8), Sapindaceae (7) e Malpighiaceae (3). As espécies mais abundantes foram *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers, *Serjania caracasana* (Jacq.) Willd., *Serjania marginata* Casar., *Strychnos brasiliensis* (Spreng.) Mart. e *Banisteriopsis stellaris* (Griseb.) B. Gates. Foram exclusivas da borda sul as seguintes espécies: *Forsteronia velloziana* (A. DC.) Woodson, *Strychnos brasiliensis* (Spreng.) Mart., *Banisteriopsis oxyclada* (A. Juss.) B. Gates e *Banisteriopsis* sp. Na borda leste as espécies exclusivas foram: *Aristolochia galeata* Mart. & Zucc., *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stellfeld & J.F. Souza e Bignoniaceae sp. foram exclusivas da borda leste e *Serjania mansiana* Mart. exclusiva do interior leste.

Tabela 8. Lista de espécies de lianas e a quantidade de indivíduos que ocorrem nas áreas de estudos em um fragmento de cerrado em Itirapina, SP. BL= borda leste, BS= borda sul, IL= interior leste, IS= interior sul

Família	Espécie	BL	BS	IL	IS
Apocynaceae	<i>Forsteronia velloziana</i> (A. DC.) Woodson	0	2	0	0
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia galeata</i> Mart. & Zucc.	1	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma bracteatum</i> (Cham.) DC.	3	4	0	0
	<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld & J.F. Souza	4	0	0	0
	<i>Arrabidaea formosa</i> Sandwith	0	6	0	0
	<i>Arrabidaea samydoides</i> (Cham.) Sandwith	0	3	0	1
	<i>Memora peregrina</i> (Miers) Sandwith	3	3	0	0
	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	4	29	0	1
	Bignoniaceae sp	1	0	0	0
	Bignoniaceae sp1	2	2	0	2
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0	17	0	0
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis oxyclada</i> (A. Juss.) B. Gates	0	11	0	0
	<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B. Gates	9	3	3	1
	<i>Banisteriopsis</i> sp.	0	6	0	0
Sapindaceae	<i>Serjania caracasana</i> (Jacq.) Willd.	1	10	0	7
	<i>Serjania lethalis</i> A. St.-Hil.	2	1	0	2
	<i>Serjania mansiana</i> Mart.	0	0	1	0
	<i>Serjania marginata</i> Casar.	1	16	1	0
	<i>Serjania meridionalis</i> Cambess.	1	2	0	0
	Serjania sp1	10	1	6	0
	Serjania sp2	2	5	0	0

A riqueza estimada de espécies foi maior na borda (16 espécies) que no interior (9 espécies) (Figura 11). A similaridade foi maior entre a borda e o interior leste ( $0,15 \pm 0,07$ ) e a menor foi entre a borda sul e o interior leste  $0,02 \pm 0,02$  (Tabela 9).

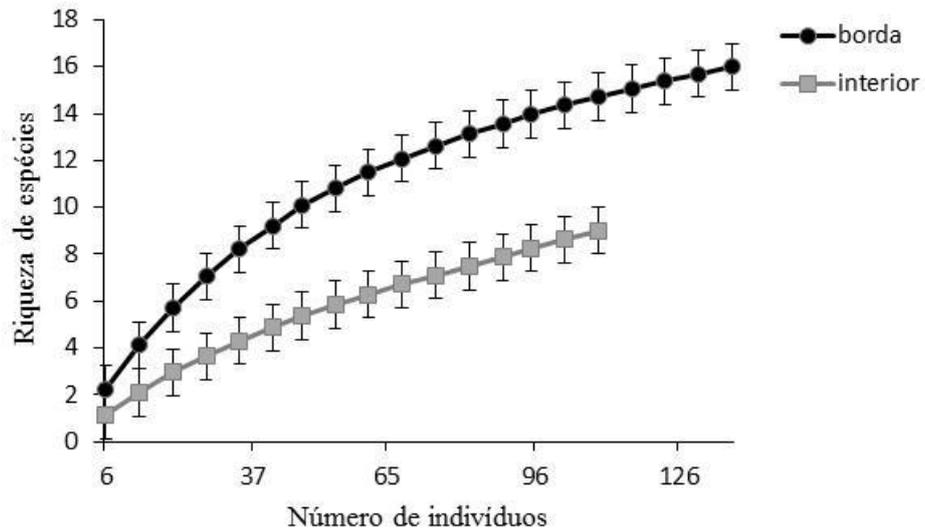


Figura 11. Curva de rarefação das espécies de lianas em área de borda e interior de um fragmento de no cerrado *sensu stricto* em Itirapina, SP.

Tabela 9. Similaridade florística entre as quatro áreas de amostragem no cerrado de Itirapina, SP baseadas no Índice de Chao-Sørensen  $\pm$  95% de intervalo de confiança.

	Borda Leste	Borda Sul	Interior Leste	Interior Sul
Borda Leste		$0,11 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,07$	$0,10 \pm 0,05$
Borda Sul			$0,02 \pm 0,02$	$0,13 \pm 0,05$
Interior Leste				$0,14 \pm 0,08$

## 5. Discussão

---

Os resultados obtidos por este estudo evidenciaram que, para o cerrado, os critérios de inclusão não propiciaram diferenças significativas entre a abundância e a biomassa de lianas. Embora tenhamos encontrado maior abundância de lianas nas bordas, não foi possível relacionar este parâmetro à influência de borda, mas foi possível estabelecer correlação positiva entre a biomassa de lianas e o estrato de regeneração do cerrado. Além disso, conseguimos verificar uma relação positiva entre a biomassa de lianas e conteúdo de manganês no solo.

Em florestas tropicais e temperadas os maiores valores de abundância e biomassa são relacionados aos parâmetros estruturais e abióticos encontrados na área (De Walt *et al.* 2000, Nabe-Nielsen 2001, Philips *et al.* 2002, Madeira *et al.* 2009, Nogueira *et al.* 2010, Carvalho *et al.* 2011). Segundo os autores, maior abundância de lianas foi diretamente relacionada à disponibilidade de suporte, da escala de distúrbio e da idade da floresta, sendo que a maior abundância ocorre nos estádios intermediários de sucessão (Madeira *et al.* 2009, Nogueira *et al.* 2010). Entretanto, a abundância de lianas é negativamente correlacionada com a abundância de palmeiras, uma vez que estas não são caracterizadas como um suporte para a escalada de lianas (Nogueira *et al.* 2010).

Para a área de cerrado estudada os parâmetros estruturais não apresentaram correlação com a biomassa e a abundância. Nesse caso, tais parâmetros podem estar condicionados à posição das faces e à heterogeneidade natural do bioma cerrado. Segundo Nogueira *et al.* (2010) tanto a estrutura da vegetação como as variáveis espaciais devem ser incorporadas às hipóteses que buscam explicar modelos de distribuição de lianas nas florestas. De acordo com nossos resultados essa afirmação é também consistente para estudos realizados em áreas de cerrado.

A abundância de lianas amostrada para o fragmento de cerrado foram próximos aos valores de abundância descritos para florestas tropicais baixo montana por Alves *et al.* (2012) (933 ind. ha<sup>1</sup>) e Carvalho *et al.* (2011) (1077 ind. ha<sup>-1</sup>).

A maior abundância de lianas de diâmetro pequeno e uma abundância relativamente baixa para classes de lianas de maior porte no fragmento de cerrado estudado segue um padrão comum encontrado em estudos realizados em florestas tropicais (Shnitzer *et al* 2006, van Melis 2008, Carvalho *et. al.* 2011, Nogueira *et al.* 2010 e Alves *et al.* 2012). Quando as lianas tornam-se grandes, a estrutura física e a disponibilidade de suporte passam a ter grande importância para a determinação dos modelos de variação de abundância (Nogueira *et al.* 2010). Em florestas tropicais, sabe-se que lianas de diâmetro grande são mais comuns em estágio sucessional mais avançado de florestas (Laurance *et al.* 2001, Rice *et al.* 2004, Letcher & Chazdon 2009) pois dependem de grandes árvores para sustentá-las (Philips *et al.* 2005, Letcher & Chazdon 2009). Em um estudo sobre ecologia e sistemática de lianas no cerrado (Weiser 2001) também amostrou maior abundância de indivíduos de lianas de diâmetro pequeno, 62,9% dos indivíduos menor que 2 cm de diâmetro a nível do solo. A baixa abundância de lianas de grande diâmetro no cerrado pode provavelmente estar relacionada à estrutura da área uma vez que, no cerrado *sensu stricto* grande parte das espécies lenhosas está concentrada em plantas de pequeno porte (Felfili *et al.* 1993, Felfili *et al.* 2000).

Os resultados obtidos pelo presente estudo realizado no cerrado, não corroboraram com os obtidos por Shnitzer *et al* (2006) que constatou um número significativamente maior de lianas amostradas quando as medidas de diâmetro foram tomadas mais próximas ao solo. Segundo o autor esse achado ocorreu tanto devido à inclusão de um maior número de lianas pertencentes à menor classe de diâmetro como à forma em cone da maior parte das lianas. Este padrão não foi comum no cerrado estudado a ponto de alterar a abundância e a biomassa.

A equação de conversão (D<sub>30</sub> em DAP 130 cm) tornou comparáveis os dados de lianas usando diferentes pontos de medida, tendo em vista que não foram encontradas diferenças significativas na estimativa de biomassa obtidas a partir de diferentes metodologias. Estes resultados corroboram os encontrados por Schnitzer *et al.* (2006) e para os dados coletados por Mascaro *et al.* (2004). Entretanto, a estimativa de biomassa feita a partir de dados coletados a D<sub>30</sub>

e convertidos em DAP mostrou uma tendência ao aumento de biomassa, uma vez que, resultaram em uma estimativa 40% superior à estimada a 130 cm de DAP.

A biomassa de lianas estimada para o cerrado apresentou valores aproximados àqueles obtidos em estudos realizados em floresta Atlântica que amostraram lianas coletadas seguindo os protocolos Gerwing *et al.* (2006) e Schnitzer *et al.* (2008) e que aplicaram a equação alométrica de Schnitzer *et al.* (2006). Entretanto, a biomassa de lianas neste estudo representou cerca de 30% da biomassa arbustivo-arbórea estimada para a área estudada. Estes resultados são muito superiores aos descritos para florestas tropicais (DeWalt & Chave 2004, Sarmiento *et al.* 2005) e, portanto, estas comparações devem ser feitas com ressalvas. Deve-se lembrar que a borda sul do fragmento é bastante diferente das demais áreas amostradas.

A quantidade de manganês claramente influenciou a quantidade de biomassa de lianas presentes na borda sul. Segundo Marques *et al.* (2004) *apud* Vendrame *et al.* (2007), os solos do cerrado, devido ao intenso intemperismo, apresentam baixos teores de Cu, Zn e Mn. A escassez desses micronutrientes, ainda segundo Vendrame *et al.* (2007), está claramente associada a baixa produtividade das culturas agrícolas. No caso do cerrado estudado, uma mancha com maior quantidade de manganês pode ter propiciado o aumento da biomassa de lianas e do estrato de regeneração amostrado na área. Além disso, as espécies exclusivas da borda sul mostraram-se muito abundantes e com diâmetro das classes média e grande.

Os dados obtidos através do método de linha mostraram uma maior porcentagem de cobertura do estrato arbustivo-arbórea em todo o fragmento em relação aos outros estratos. Tais resultados, associados aos dados de estrutura levantados por Reys *et al.* (submetido) ratificam a classificação da área estudada como sendo um cerrado *sensu stricto* (Coutinho 1978, Ribeiro & Walter 2008). Ainda segundo os dados obtidos através deste método foi possível constatar a baixa proporção de espécies de gramíneas exóticas, listadas entre as maiores ameaças aos cerrados paulistas (Durigan *et al.* 2007) e identificadas, segundo Dodonov (2011) como influência de borda positiva no cerrado *sensu stricto*.

A regressão múltipla mostrou correlação positiva entre a biomassa de lianas e o estrato de regeneração, sendo que, os maiores valores para ambos foram encontrados na borda sul, sugerindo ser esta área um ambiente favorável para a germinação e o desenvolvimento de espécies, provavelmente devido aos altos teores de manganês. Além disso, nesta área, é possível que a influência positiva de borda (resultante de uma redução na competição e no aumento de recursos disponíveis) sobrepujando a influencia negativa (estresse ambiental) favorecesse o desenvolvimento das espécies corroborando a hipótese de Dodonov (2011) para áreas de cerradão e cerrado. Entretanto a inexistência de réplicas limita esta discussão.

O levantamento florístico realizado na área mostrou que o cerrado *sensu stricto* de Itirapina apresentou riqueza (n = 21 espécies) semelhante à descrita em outros trabalhos realizados em diferentes áreas de cerrado *sensu stricto* como e Weiser & Godoy (2005) realizado no Pé - de - Gigante, Parque Estadual de Vassununga no qual foram amostradas 11 espécies de lianas em um hectare de cerrado *sensu stricto*. Por outro lado, a riqueza de lianas encontrada por Silva *et al.* (2007) em um estudo realizado em uma área de cerrado *sensu stricto* no Parque do Bacaba, MT, foi maior, 38 espécies. Tal resultado provavelmente reflete diferenças existentes entre áreas estruturalmente semelhantes que ocorrem em regiões com clima e solo distintos. Nesse caso, portanto, a maior riqueza de lianas amostrada no Mato Grosso pode ser explicada pela existência de sub-regiões, floristicamente distintas e caracterizadas por espécies melhor adaptadas ao amplo espectro de condições ambientais nas quais esse ecossistema ocorre ao longo do Brasil (Durigan *et al.* 2003).

As lianas encontradas no cerrado de Itirapina representaram 17,5% das espécies ocorrentes na área. Segundo o estudo de Batalha & Mantovani (2005) realizado na Gleba Pé-de-Gigante, Parque Estadual de Vassununga, 11,45% das espécies do cerrado *sensu lato* são representadas por lianas e em uma área de cerradão; em Bauru 27% das espécies foram representadas por lianas (Weiser 2007). Estimativas realizadas em florestas tropicais mostram que as lianas representam cerca de 25% da diversidade de espécies (Schnitzer & Bongers 2002) . Tais resultados demonstram que a riqueza no cerrado *sensu stricto* é inferior à descrita para ecossistemas florestais. Das espécies

levantadas neste estudo cinco comuns aos levantamentos florísticos de lianas citados acima (*Banisteriopsis stellaris* (Griseb.) B. Gates, *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers, *Forsteronia velloziana* (A. DC.) Woodson, *Memora peregrina* (Miers) Sandwith, *Serjania lethalis* A. St.-Hil), sendo que todas essas espécies estão presentes em área de cerrado (Weiser 2007).

Os resultados obtidos por este estudo evidenciam a contribuição das lianas para a biomassa, densidade e riqueza de espécies no cerrado e demonstram sua importância. Entretanto, outros estudos ecológicos e taxonômicos necessitam ser realizados para que se possa avaliar o papel das lianas na dinâmica, conservação e nos processos de regeneração do cerrado.

## 6. Conclusões

---

- A partir dos resultados obtidos por este estudo podemos concluir que o protocolo para o censo de lianas em florestas estabelecido por Gerwing *et al.* (2006) e modificado por Schnitzer *et al.* (2008) pode ser utilizado no cerrado pois não afeta as estimativas de biomassa e abundância.
- Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas nas estimativas de biomassa realizadas com diferentes critérios de inclusão (D\_30 e DAP), a transformação dos dados de D\_30 para DAP pode aumentar a margem de erro dificultando comparações.
- Assim como nas florestas as lianas contribuem de forma significativa para a biomassa do cerrado.
- Para a área de cerrado *sensu stricto* estudada a dominância de lianas está mais associada a disponibilidade de nutrientes no solo do que à disponibilidade de luz e suporte como ocorre nas florestas.

## 7. Referências Bibliográficas

---

- Abdala, G.C., Caldas, L.S., Haridasan, M. & Eiten, G.** 1998. Above and belowground organic matter and root:shoot ratio in a cerrado in Central Brazil. *Brazilian Journal Ecology* 2(1):11–23.
- Alves, L.F., Assis, M.A., van Melis, J., Barros, A.L.S., Vieira, S.A., Martins, F.R., Martinelli, L.A. & Joly, C.A.** 2012. Variation in liana abundance and biomass along an elevation gradient in the tropical Atlantic Forest (Brazil). *Ecological Research* 27 (2): 323–332.
- Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M.** 2004. Wood density of trees in open savannas of the Brazilian Amazon. *Forest Ecology Management* 199: 115–123.
- Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M.** 2005. Above-ground biomass and the fate of carbon after burning in the savannas of Roraima, Brazilian Amazonia. *Forest Ecology Management* 216: 295–316.
- Batalha, M.A. & Mantovani, W.** 2005. Alguns Aspectos das Comunidades Vegetais. In Pivello, V.R. & Varanda, E.M. (eds.) *O Cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação - Parque Estadual de Vassununga, SP.* São Paulo: SMA. pp. 97–110.
- Beekman, F.** 1981. Structural and dynamic aspects of the occurrence and development of lianes in the tropical rain forest. Department of Forestry, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
- Bittencourt, M.D. & Mendonça, R.R.** 2004. Introdução. *In: Viabilidade de Conservação dos Remanescentes de Cerrado* M. D. Bittencourt & R.R. Mendonça (eds). Annablume, FAPESP, São Paulo, pp. 11–15.
- Burnham, R.J.** 2002. Dominance, diversity and distribution of lianas in Yasuní, Ecuador: Who is on top? *Journal of Tropical Ecology* 18: 845–864.
- Burnham, R.J.** 2004. Alpha and beta diversity of lianas in Yasuní, Ecuador. *Forest Ecology Management* 190: 43–55.

- Campanello, P.I., Gatti, M.G., Ares, A., Montti, L. & Goldstein, G.** 2007. Tree regeneration and microclimate in a liana and bamboo-dominated semideciduous Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management* 252: 108-117.
- Canfield, R.H.** 1941. Application of the Line Interception Method in Sampling Range vegetation. *Journal of Forestry* 39 (4): 388-394(7).
- Carvalho, P.G., van Mellis, J., Ascensão, B.M., Cestari, F.M., Alves, L.F., Grombone-Guaratini, M.T.** 2011. Abundância e biomassa de lianas em fragmento de floresta Atlântica. *Hoenhea* 38 (2): 307-314
- Castro, E.A. & Kauffman J.B.** 1998. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology*. 14:263–283.
- Cerri, C.E.P., Sparovek, G., Willian M.B., Easterling, E., Melillo, J.M. & Cerri C.C.** 2007. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. *Scientia Agricola* (Piracicaba, Braz.), 64 (1): 83-99.
- Chao, A., Chazdon, R.L., Colwell, R.K. & Shen, T.J.** 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8(2):148–159.
- Chao, A., Chazdon, R.L., Colwell, R.K. & Shen, T.J.** 2006. Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples. *Biometrics* 62(2):361-371.
- Colwell, R.K., Mao, C.X. & Chang, E.J.** 2004. Interpolating, extrapolating and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85:2717-2727
- Colwell, R.** 2009. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Estimates>.
- Coutinho, L.M.** 1978. O conceito de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 1(1):17-23.
- Coutinho, L.M.** 2006. O conceito de bioma. *Revista Brasileira de Botânica*. 20: 1-11.

- Delitti, W.B.C., Meguro, M. & Pausas, J.G.** 2006. Biomass and mineralmass estimates in a cerrado. *Ecosystem Revista Brasileira de Botânica* 29 (4): 531-540.
- DeWalt, S. J., Schnitzer, S.A. & Denslow, J. S.** 2000. Density and diversity of lianas along a chronosequence in a central Panamanian lowland forest. *Tropical Ecology* 16: 1–19.
- DeWalt, S.J., & Chave, J.C.** 2004. Structure and biomass of four lowland Neotropical forests. *Biotropica* 36: 7–19.
- DeWalt, S.J., Schnitzer, S.A., Chave, J., Bongers, F., Burnham, Robyn, J., Cai, Z., Chuyong, G., Clark, D.B., Ewango, C.E.N., Gerwing, J.J., Gortaire, E., Hart, T., Ibarra-Manríquez, G., Ickes, K., Kenfack, D., Macía, M.J., Makana, J.R., Martínez-Ramos, M., Mascaro, J., Moses, S., Muller-Landau, H. C., Parren, M.P.E., Parthasarathy, N., Pérez-Salicrup, D.R., Putz, F.E., Romero-Saltos, H. & Thomas, D.** 2010. Annual rainfall and seasonality predict Pan-tropical patterns of liana density and basal area. *Biotropica* 42: 309-327.
- Dodonov, P.** 2011. Vegetação de borda e microclima no de cerrado paulista. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos.
- Durigan, G., Ratter, J.A., Bridgewater, S., Siqueira, M.F. & Franco, G.A.D.C.** 2003. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma nova perspectiva regional. *Hoehnea* 30:39-51.
- Durigan, G., Siqueira & M.F., Franco, G.A.D.C.** 2007. Threats to the cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil *Scientia Agricola (piracicaba, braz.)* 64 (4): 355-363.
- Felfili, J.M. & Silva Junior, M.C.** 1992. Florist composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forest at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil. In: P.A. Furley, J.A. Proctor e J.A. Ratter. *Nature and dynamics of forest savanna boundaries*. London, Chapman e Hall, pp. 393-415.
- Felfili, J.M.; Silva Junior, M.C.; Rezende, A.V.; Machado, B.W.T.; Silva, P.E.N. & Hay, J.D.** 1993. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha, Brasil. *Acta botânica brasílica* 6: 27-46.

- Felfili, J.M., Rezende, A.V., Silva-Júnior, M.C. & Silva, M.A.** 2000. Changes in floristic composition of cerrado sensu stricto in Brazil over a nine-year period. *Journal of Tropical Ecology* 16: 579-590.
- Felfili, J.M., Carvalho F.A. & Haidar R.F.** 2005. Manual para monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrados e pantanal. Universidade de Brasília, Brasília.
- Frazer, G.W, Canham, C.D. & Lertzman, K.P.** 1999. Gap Light Analyzer (GLA) Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs: user's manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystems Studies, Millbrook, New York.
- Garrido-Pérez, E.I., Dupuy, J.M., Drán-García, R., Ucan-May, M., Schitzer, S.A. & Gerold, G.** 2008. Effects of lianas and hurricane Wilma on tree damage in the Yucatan peninsula, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 24: 559-562.
- Gehring, C., S. Park, & M. Denich.** 2004. Liana allometric biomass equations for Amazonian primary and secondary forest. *For. Ecology Management* 195: 69–83.
- Gentry, A.H.** 1991. The distribution and evolution of climbing plants. *In* *The Biology of vines* F.E. Putz & H.A. Mooney, (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 3-42.
- Gerwing, J.J. & Farias, D.L.** 2000. Integrating liana abundance and forest stature into an estimate of aboveground biomass for an eastern Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 16: 327-336.
- Gerwing, J.J., Schnitzer, S.A., Burnham, R.J., Bongers, F., Chave, J., Dewalt, S.J., Ewango, C.E.N., Foster, R., Kenfack, D., Martinez-Ramos, M., Parren, M., Parthasarathy, N., Perez-Salicrup, D.R., Putz, F.E. & Thomas, D.W.** 2006. A standard protocol for lianas censuses. *Biotropica* 38: 256-261.

- Granados, J. & Körner, C.** 2002. In deep shade, elevated CO<sub>2</sub> increases the vigor of tropical climbing plants. *Global Change Biology* 8: 1109-1117.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. & Rian, P. D.** 2001. Past: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. Version. 1.37. Disponível em: <[http://palaeoelectronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)>.
- Houghton, R.A., Hall, F. & Goetz, S.J.,** 2009. Importance of biomass in the global carbon cycle. *Journal of Geophysical research*. 114: G00E03.
- Hozumi, K., Yoda, K., Kokawa, S. & Kira, T.** 1969. Production ecology of tropical rain forests in south-western Cambodia. I. Plant biomass. *Oecologia* 145: 87–99.
- Ingwell, L.L., Wright, S.J., Becklund, K.K., Hubbell, S.P. & Schnitzer, S.A.** 2010. The impact of lianas on 10 years of tree growth and mortality on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Ecology* 98: 879-887.
- Klink, C.A. & Machado, R.B.** 2005. “A conservação do Cerrado brasileiro”. *Megadiversidade* 1 (1): 147-155.
- Köppen, W.** 1948. *Climatologia*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Kronka, F.J.N., Nalon, M.A, Matsukuma, C.K, Kanashiro, M.M., Ywane, M.S.S., Lima, L.M.P.R., Guillaumon, J.R., Barradas, A.M.F., Pavão, M., Manetti, L.A. & Borgo, S.C.** 2005. Monitoramento da vegetação natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. In: *Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto 12, Goiânia. Anais. Goiânia: INPE. pp: 1569-1576.*
- Laurance, W.F., Pérez-Salicrup, D., Delamônica, P., Fearnside, P. ., D’Angelo, S., Jerozolinski, A., Pohl, L. & Lovejoy, T.E.** 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82: 105–116.

- Letcher, S.G. & Chazdon, R.L.** 2009. Lianas and self-supporting plants during forest succession. *Forest Ecology and Management* 257: 2150-2156.
- Lilienfein, J., Wilcke, W., Zimmermann, R., Gerstberger, P., Araújo, G.M. & Zech, W.** 2001. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 164: 487–495.
- Londré, R.A. & Schnitzer, S.A.** 2006. The distribution of lianas and their change in abundance in temperate forests over the past 45 years. *Ecology* 87 (12): 2973-2978.
- Madeira, B. G., Santo, M. M. E., Neto, S. A., Nunes, Y. R. F., Azoifeifa, G. A. S., Fernandes, G. W. & Quesada, M.** 2009. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. *Plant Ecology* 201: 291-304.
- McCune, B. & Mefford, M.J.** 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach.
- Machado, R.B., Ramos Neto, M.B., Pereira, P.G.P., Caldas, E.F., Gonçalves, D.A., Santos, N.S., Tabor, K. & Steininger, M.** 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico. Conservação Internacional, Brasília, DF.
- Malizia, A. & Grau, H. R.** 2006. Liana-host tree associations in a subtropical montane forest of north-western Argentina. *Journal of Tropical Ecology* 22: 331-339.
- Mascaro, J., S. A. Schnitzer, & W. P. Carson.** 2004. Liana diversity, abundance and mortality in a tropical wet forest in Costa Rica. *Forest Ecology Management* 190: 3-14.
- Marques J.J., Schulze, D.G., Curi, N. & Mertzman, S.A.** 2004. Trace element geochemistry in Brazilian Cerrado soils. *Geoderma* 121: 31-43,
- Marris, E.** 2005. The forgotten ecosystem. *Nature*: 437 (13): 944-945.
- Morellato, L.P. & Leitão Filho, H.F.** 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian Forest. *Biotropica* 28(2): 180-191.

- Mendonça, A.H.** 2010. Avaliação do efeito de borda sobre a vegetação do cerrado stricto sensu inserido em matriz de pastagem. Dissertação de mestrado, Escola de engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- Morellato, L.P.C. & Leitão Filho, H.F.** 1998. Levantamento florístico da comunidade de trepadeiras de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro – Série Botânica 103: 1-15.
- Murcia, C.** 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. Trends in Ecology and Evolution 10: 58-62.
- Muthumperumal, C.& Parthasarathy, N.** 2010. A large-scale inventory of liana diversity in tropical forests of SouthEastern Ghats, India. Systematics and Biodiversity 8(2): 289-300.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.
- Nabe-Nielsen, J.** 2001. Diversity and distribution of lianas in a neotropical rain forest, Yasuní National Park, Ecuador. Journal of Tropical Ecology 17: 1-19.
- Nascimento, H.E.M. & Laurance, W.F.** 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. Forest Ecology and Management 168: 311-321.
- Nogueira, A., Costa, F.R.C. & Castilho, C.V.** 2010. Liana Abundance Patterns: The Role of Ecological Filters during Development. Biotropica. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2010.00722.x/full>.
- Phillips, O.L., Martínez, R.V., Arroyo, L., Baker, T.R., Killeen, T., Lewis, S.L., Malhi, Y., Mendoza, A.M., Neill, D., Vargas, P.N., Alexiades, M., Cerón, C., Di Fiore, A., Erwin, T., Jardim, A., Palacios, W., Saldias, M. & Vinceti, B.** 2002. Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. Nature 418: 770-774.

- Phillips, O.L., Martinez, R.V., Mendoza, A.M., Baker, T.R. & Vargas, P.N.** 2005. Large lianas as hyperdynamic elements of the tropical forest canopy. *Ecology* 85: 1250-1258.
- Putz, F.E.** 1983. Liana biomass and leaf area of a tierra firme forest in the Rio Negro basin, Venezuela. *Biotropica* 15: 185-89.
- Putz, F.E.** 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 65: 1713-1724.
- Putz, F.E.** 1991. Silvicultural effects of lianas. *In: The Biology of Vines* (F.E. Putz & H.A. Mooney eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 493-501.
- Raij, B.V.** 1983. Avaliação da fertilidade do solo. Ed. Franciscana (LAFRAME), Piracicaba.
- Reatto, A., Correia, J.R. & Spera, S.T.** 1998. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. *In: Cerrado - ambiente e flora* (S. M. Sano, & S. P. Almeida eds.). EMBRAPA/CPAC, Planaltina, pp:47-86.
- Reys, P., Camargo, M.G.G., Assis, M.A. & Morellato, L.P.C.** Variações estruturais em vegetação de cerrado *sensu stricto* no sudeste do Brasil. (dados não publicados).
- Rezende, A.V, do Vale, A.T., Sanquetta, C.R., Filho, A.F. & Felfili, J.M.** 2008. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF. *Scientia Forestalis* 71: 65-76.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T.** 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In Cerrado: ecologia e flora* (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina, pp.151 -212.
- Ribeiro, S.C., Fehrmann, L., Soares, C.P.B., Jacovine, L.A.G., Kleinn, C. & Gaspar R.O.** 2011. Above- and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. *Forest Ecology and Management* 262: 491-499.
- Rice, K., Brokaw, N. & Thompson, J.** 2004. Liana abundance in a Puerto Rican Forest. *Forest Ecology and Management* 190: 33-41.

- Santos, K., Kinoshita L.S. & Rezende A.A.** 2009. Species composition of climbers in seasonalsemideciduous forest fragments of Southeastern Brazil. *Biota Neotropica* . 9(4): 175-188.
- Sarmiento, G., Pinillos, M. & Garay, I.** 2005. Biomass variability in tropical American lowland Rainforest. *Ecotropicos* 18:1-20.
- Schnitzer, S.A., Dalling, J.W. & Carson, W.P.** 2000. The impact of lianas on tree regeneration in tropical forest canopy gaps: evidence for an alternative pathway of gap-phase regeneration. *Journal of Ecology* 88: 655–666.
- Schnitzer, S.A. & Bongers, F.** 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 223–230.
- Schnitzer, S. A., M. P. E. Parren, & F. Bongers.** 2004. Recruitment of lianas into logging gaps and the effects of pre-harvest liana cutting. *Forest Ecology Management* 190: 87–98.
- Schnitzer, S.A., Kuzee, M. E., & Bongers, F.** 2005. Disentangling above-and belowground competition in a tropical forest. *Journal Ecology* 93: 1115–1125.
- Schnitzer, S.A., DeWalt S.J. & Chave, J.** 2006. Censusing and Measuring Lianas: A Quantitative Comparison of the Common Methods. *Biotropica* 38 (5): 581–591.
- Schnitzer, S.A., Rutishauser, S. & Salomón, A.** 2008. Supplemental protocol for liana censuses. *Forest Ecology and Management* 255: 1044-1049.
- Senbeta, F., Schmitt, C., Denich, M., Demissew, S., Vlek, P.I.G., Preisinger, H., Woldemariam, T. & Teketay, D.** 2005. The diversity and distribution of lianas in the Afromontane rain forests of Ethiopia. *Diversity and Distribution* 11: 443-452.
- Sfair, J.C., Rochelleb, A.L.C., Rezendec, A.A., van Melis, J., Weiserd, V.L. & Martinse, F.R.** 2010. Nested liana-tree network in three distinct neotropical vegetation formations. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12: 277–281
- Sfair, J.C.** 2006. Fenodinâmica de lianas e forófitos em um fragmento de cerrado em Itirapina, SP. *Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas, Campinas.*

- Sfair, J.C. & Martins, F.** 2011. The role of heterogeneity on climber diversity: is liana diversity related to tree diversity. *Global Journal of Biodiversity Science and Management* 1 (1): 1-10.
- Silva, E.F., Santos, T.R.R. & Fernandes-Bulhão, C.** 2007. Levantamento florístico das lianas lenhosas, arbustos e subarbustos do Cerrado do Parque do Bacaba, Nova Xavantina – MT. *Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre* 5 (2): 948-950.
- Silveira, P., Koehler, H.S., Sanquetta C.R. & Arce J.E.** 2008. O estado da arte na estimativa de biomassa e Carbono em formações florestais. *Floresta, Curitiba, PR.* 38:(1): 185-206.
- Ter Braak, C.J.F.** 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Plant Ecology* 69: 69-77.
- Van der Heijden, G.M.F., Healey, J.R. & Phillips, O.L.** 2008. Infestation of trees by lianas in a tropical forest in Amazonian Peru. *Journal of Vegetation Science* 19: 747-756.
- Van Melis, J.** 2008. Lianas: biomassa em florestas neotropicais e relação à riqueza e biomassa em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica. Dissertação de mestrado, Universidade estadual de Campinas, Campinas.
- Vendrame, P.R.S., Brito, O.R., Quantin, C. & Thierry Becquer.** 2007. Disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco em solos sob pastagens na Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília* 42 (6): 859-864.
- Vieira, S.A., Alves, L.F., Aidar, M.P.M., Araújo, L.S., Baker, T., Batista, J.L.F., Campos, M.C.R., Camargo, P.B., Chave, J., Delitti, W.B., Higuchi, N., Honório, E., Joly, C.A., Keller, M., Martinelli, L.A., De Mattos, E.A., Metzker, T., Phillips, O., Santos, F.A.M., Shimabukuro, M.T., Silveira, M. & Trumbore, S.E.** 2008. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. *Biota Neotropica* 8 Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/pt/fullpaper?bn00108022008+en>. doi: 10.1590/S1676-06032008000200001

- Weiser V.L.** 2001 Ecologia e sistemática de lianas *strictu sensu* da AIRE - Cerrado-Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro-SP. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo.
- Weiser, V. De L. & Godoy, S.A.P.** 2005. Lianas e sua importância nas comunidades vegetais. In Pivello, V.R. & Varanda, E.M. (eds.) O Cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação - Parque Estadual de Vassununga, SP. São Paulo: SMA, pp: 97-110.
- Weiser, V.L.** 2007. Árvores, arbustos e trepadeiras do cerradão. Do jardim botânico municipal de Bauru, sp. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- Williams-Linera, G.** 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* 78(2): 356-373.
- Wright, S.J., Calderón, O., Hernández, A. & Paton, S.** 2004. Are lianas increasing in importance in tropical forest? *Ecology* 85: 484-489
- Zar, J.H.** 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, pp: 664.