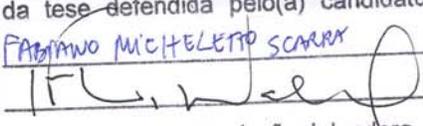


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Fabiano Micheletto Scarpa

ESTUDO COMPARATIVO DO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS E DE
ATRIBUTOS FOLIARES EM ESPÉCIES DO CERRADO E DA MATA ATLÂNTICA

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato (a)
FABIANO MICHELETTO SCARPA

e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia para a obtenção do
título de doutor em Biologia
Vegetal.

Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Valio (Orientador)
Profa. Dra. Sandra Maria Carmello-Guerreiro (Co-orientadora)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP

Sca76e	<p>Scarpa, Fabiano Micheletto</p> <p>Estudo comparativo do crescimento de plântulas e de atributos foliares em espécies do Cerrado e da Mata Atlântica / Fabiano Micheletto Scarpa. – Campinas, SP: [s.n.], 2007.</p> <p>Orientadores: Ivany Ferraz Marques Válio, Sandra Maria Carmello-Guerreiro.</p> <p>Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.</p> <p>1. Taxa de crescimento relativo. 2. Taxa de assimilação líquida. 3. Folhas. 4. Área foliar específica. 5. Plantas suculentas. I. Válio, Ivany Ferraz Marques. II. Carmello-Guerreiro, Sandra Maria. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.</p> <p>(rcdt/ib)</p>
---------------	--

Titulo em inglês: Comparative study of seedling growth and leaf traits in species from cerrado and atlantic rainforest.

Palavras-chave em inglês: Relative growth rate; Net assimilation rate; Leaves; Specific leaf area; Succulent plants.

Area de concentração: Biologia Vegetal.

Titulação: Doutor em Biologia Vegetal.

Banca examinadora: Ivany Ferraz Marques Válio, Julie Henriette Antoinette Dutilh, Victor Jose Mendes Cardoso, Lílian Beatriz Penteado Zaidan, Eliana Regina Forni Martins.

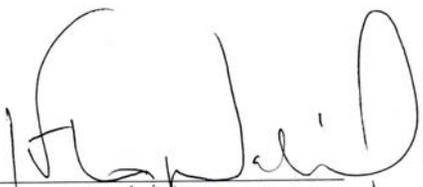
Data da defesa: 31/01/2007.

Programa de Pós-Graduação: Biologia Vegetal.

Campinas, 31 de janeiro de 2007

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Valio (Orientador)


Assinatura

Dra. Julie Henriette Antoinette Dutilh


Assinatura

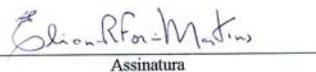
Profª. Dra. Lilian Beatriz Penteado Zaidan


Assinatura

Prof. Dr. Victor José Mendes Cardoso


Assinatura

Profª. Dra. Eliana Regina Forni Martins


Assinatura

Prof. Dr. Ladaslav Sodek

Assinatura

Dr. André Olmos Simões

Assinatura

Prof. Dr. João Semir

Assinatura

Agradecimentos:

Ao professor Dr. Ivany Ferraz Marques Válio pela orientação e amizade.

À professora Dra Sandra Maria Carmello-Guerreiro pela co-orientação.

Ao programa de pós graduação em Biologia Vegetal da Unicamp pelos recursos oferecidos para a execução deste trabalho. Ao CNPq e à CAPES pela concessão da bolsa de estudos. Aos professores, Dra Eliana Regina Forni Martins, Dr. Victor José Mendes Cardoso, Dra Julie Henriette Antoinette Dutilh e Dra Lilian Beatriz Penteado Zaidan pela participação da banca julgadora e pelas recomendações. Ao professor Dr. Sergius Gandolfi pelas sugestões e comentários durante a pré-banca. Ao professor Jorge Tamashiro pela ajuda na identificação das plantas. A Itayguara Costa pela ajuda na identificação das espécies de Myrtaceae e coletas de sementes. A Jorge Hernandez pela ajuda na coleta de campo. A Alexander Christianini, pelo auxílio nas fotografias dos experimentos com plântulas À International Paper do Brasil pelo auxílio oferecido para coletas de campo nas propriedades da empresa. Em especial, à Cláudia Imanelli, Irineu Ribeiro e Miguel Magela, do departamento de Ambiência Florestal. Ao projeto temático do programa Biota - Fapesp, " Diversidade, dinâmica e conservação de florestas do estado de São Paulo: 40 hectares de parcelas permanentes", pelo auxílio para a realização das coletas de campo. Aos docentes do departamento de botânica, pelos ensinamentos. Em especial à professora Dra. Marlies Sazima. A todos os funcionários dos departamentos de botânica e fisiologia vegetal. Em especial a Iara Bressan, Henrique Militão, Dulce, Néia e Denise. Ao Departamento de Histologia e Embriologia pela permissão de uso do fotomicroscópio e análise de imagens através do programa Image pro-plus para as medições anatômicas.

Em especial aos professores Dr. Áureo Tatsumi Yamada e Dr. Paulo Juazeiro e aos amigos Juarez Ednaldo Romero Bianco, Karina Degaki, Aline, Giovane e Renata pela ajuda na operação dos equipamentos. Aos meus amigos e colegas de trabalho Shesterson Aguiar, Diego de Marco, Fabiano Martins, Ana Paula S. Lacchia e Ana Cristina Aguiar pelo companheirismo e pela colaboração valiosa durante a elaboração desta tese. À Raquel Moreira Antunes e Jucemary Simplício pela colaboração na coleta de dados referentes à germinação e crescimento de plântulas. Ao Dr. Paulo Guimarães pela ajuda na análise dos dados. A Érico. Fernando Lopes Pereira-Silva, que gentilmente cedeu os dados referentes às análises de solo do Parque Estadual de Carlos Botelho e da Reserva Municipal da Mata de Santa Genebra, para comparação estatística. Aos meus amigos, por todo o incentivo que me deram nas tantas vezes em que me desanimei. Meus amigos patagônicos: Natália Lenner, Adalberto Santos, Marcelo Gonzaga e Laís. O pessoal com quem morei e tanto aprendi: Glauco Machado, Daniel Freitas, Frederico Pierri, Jandui Amorim, Silvério Hosomi, Alexandre Dias Ribeiro, Gian, André, Luciano (Pirata), Matheus, Alexandre e Natália. Aos amigos dos departamentos de botânica e fisiologia vegetal: Júlia, Márcia Rocca, Cristiano Verola, Itayguara Costa, Andréa Macedo, Vanessa, Cátia Urbanetz, Eduardo Meireles, Leonardo Meireles, André Gil, Roberta, João Aranha, Rodrigo, Lydiane Aona, Ana Paula, Silvana, Priscila Brigitte, André O. Simões, Mardiore, Rubens, Rúbia, Milton Massao, Clara Geromel, Jorge Gouvêa, Sandra Mansur, Flávia, Andrea Brandão, Gilberto, Uelinton, Renita. Ao meu grande amigo Eduardo Arraut pelo companheirismo e a Alessandra Guarch de Lima por todo o amor e carinho.

À minha mãe, Anetti A. M.
Scarpa, meu irmão, Eduardo
M.Scarpa e meu pai Cyro O.
Scarpa (in memoriam)

ÍNDICE GERAL:

Resumo:	1
Abstract:	3
1. Introdução:	5
2. Material e Métodos:	15
2.1. Seleção de espécies.....	15
2.2. Crescimento.....	16
2.3. Experimentos com deficiência luminosa.....	21
2.4. Investimento em biomassa da raiz.....	22
2.5. Estudos de atributos morfo-fisiológicos foliares.....	23
2.6. Estudos de anatomia fisiológica foliar.....	24
2.7. Análise de dados.....	25
3. Resultados	32
3.1. Quanto aos solos das áreas florestais e de cerrado.....	32
3.2. Quanto ao crescimento de plântulas.....	36
3.3. Germinação e crescimento de espécies do gênero <i>Eriotheca</i> sob diferentes regimes de luz.....	61
3.4. Quanto aos atributos morfo-fisiológicos foliares.....	71
3.5. Quanto aos atributos anatômicos.....	86
4.0. Discussão	116
4.1. Sobre os solos das áreas florestais e de Cerrado.....	116
4.2. Quanto ao crescimento de plântulas.....	117
4.3. Quanto aos experimentos de germinação e crescimento sob diferentes regimes de luz	121

4.4. Quanto à morfo-fisiologia foliar.....	126
4.5. Quanto à suculência foliar.....	130
4.6. Quanto à anatomia foliar.....	132
5. Conclusões.....	137
6. Referências.....	139

ÍNDICE DE TABELAS:

Tabela 1: Espécies estudadas quanto ao crescimento das plântulas.....	28
Tabela 2: Espécies estudadas quando a morfo-fisiologia foliar.....	29
Tabela 3: Espécies estudadas quanto a anatomia fisiológica foliar.....	30
Tabela 4: Comparação entre amostras de solo de áreas de floresta e Cerrado.	32
Tabela 5: Análise química e física do solo utilizado nos experimentos.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Comparação de AFE entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado.....	43
Figura 2: Comparação de RAF entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado.....	44
Figura3: Comparação de RMF entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado.....	45
Figura 4: Comparação de RMC entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado.....	46
Figura 5: Comparação de RMR entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado.....	47

Figura 6: Comparação de R/PA entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado.....	48
Figura 7: Comparação de TCR entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado.....	49
Figura 8: Análises de regressão linear entre AFE e RAF e entre TCR e AFE de todas as espécies crescidas em solo do cerrado.....	50
Figura 9: Comparação de AFE entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em vermiculita com solução nutritiva.....	51
Figura 10: Comparação de TCR após 30 e 60 dias entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em vermiculita com solução nutritiva.....	52
Figura 11: Comparação de TCR após 90 dias entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em vermiculita com solução nutritiva.....	53
Figura 12 : Análise de regressão linear entre AFE e TCR de todas as espécies crescidas em vermiculita com solução nutritiva.....	54
Figura 13: Comparação de TAL entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em vermiculita com solução nutritiva.....	55
Figura 14: Comparação de R/PA entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em vermiculita com solução nutritiva.....	56
Figura 15: Comparação de R/PA entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em tubo PVC com areia e solução nutritiva.....	57
Figura 16: Comparação de RMR entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em tubo PVC com areia e solução nutritiva.....	58
Figura 17: Comparação de RCR entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em tubo PVC com areia e solução nutritiva.....	59

Figura 18: Comparação de CER entre espécies do Cerrado e da Mata Atlântica crescidas em tubo PVC com areia e solução nutritiva.....	60
Figura 19: Germinação de sementes das espécies <i>Eriotheca candolleana</i> (da Mata Atlântica) e <i>Eriotheca gracilipes</i> (do cerrado) em diferentes regimes de luz e temperatura.....	67
Figura 20: AFE, RAF, RMF e IR em <i>Eriotheca candolleana</i> (da Mata Atlântica) e <i>Eriotheca gracilipes</i> (do cerrado) em diferentes regimes de luz.....	68
Figura 21: RMC, RMR, RCR e R/PA em <i>Eriotheca candolleana</i> (da Mata Atlântica) e <i>Eriotheca gracilipes</i> (do cerrado) em diferentes regimes de luz.....	69
Figura 22: TCR e TAL em <i>Eriotheca candolleana</i> (da Mata Atlântica) e <i>Eriotheca gracilipes</i> (do cerrado) em diferentes regimes de luz.....	70
Figura 23: Comparação dentro de cada par congênico em relação à AFE....	74
Figura 24: Comparação de espécies do cerrado e da mata atlântica em relação à AFE.....	75
Figura 25: Comparação dentro de cada par congênico em relação à espessura	76
Figura 26: Comparação de espécies do cerrado e da mata atlântica em relação à espessura.....	77
Figura 27: Comparação dentro de cada par congênico em relação à suculência.....	78
Figura 28: Comparação de espécies do cerrado e da mata atlântica em relação à suculência.....	79
Figura 29: Análise de regressão linear entre suculência e espessura.....	80
Figura 30: Análise de regressão linear entre suculência e AFE.....	81

Figura 31: Comparação dentro de cada par congênico em relação à largura foliar.....	82
Figura 32: Comparação de espécies do cerrado e da mata atlântica em relação à largura foliar.....	83
Figura 33: Comparação dentro de cada par congênico em relação à área foliar.....	84
Figura 34: Comparação de espécies do cerrado e da mata atlântica em relação à área foliar.....	85
Figura 35: Comparação da espessura da epiderme da face adaxial em espécies do cerrado e da Mata Atlântica.....	91
Figura 36: Comparação da espessura da epiderme da face abaxial em espécies do cerrado e da Mata Atlântica.....	92
Figura 37: Comparação da espessura total da epiderme em espécies do Cerrado e da Mata Atlântica.....	93
Figura 38: Comparação da espessura da lâmina foliar em espécies do Cerrado e da Mata Atlântica.....	94
Figura 39: Comparação da espessura do mesofilo em espécies do Cerrado e da Mata Atlântica.....	95
Figura 40: Comparação da área laminar lignificada em espécies do Cerrado e da Mata Atlântica.....	96
Figura 41: Análise de regressão linear entre AFE e espessura foliar e entre AFE e área foliar lignificada.....	97
Figura 42: Cortes transversais de folhas do par pertencente ao gênero <i>Eriotheca</i>	98

Figura 43: Cortes transversais de folhas do par pertencente ao gênero <i>Machaerium</i>	100
Figura 44: Cortes transversais de folhas do par pertencente ao gênero <i>Solanum</i>	102
Figura 45: Cortes transversais de folhas do par pertencente ao gênero <i>Miconia</i>	104
Figura 46: Cortes transversais de folhas do par pertencente ao gênero <i>Myrcia</i>	.106
Figura 47: Cortes transversais de folhas do par pertencente ao gênero <i>Eugenia</i>	108
Figura 48: Cortes transversais de folhas do par pertencente ao gênero <i>Xylopia</i>	.110
Figura 49: Cortes transversais de folhas do par pertencente ao gênero <i>Rudgea</i>	112
Figura50: Cortes transversais de folhas sob luz polarizada	114

Resumo:

O Cerrado e a Mata Atlântica são ambientes contrastantes em relação aos fatores hídrico, nutricional e luminoso. Portanto, algumas características adaptativas são esperadas em termos do crescimento das plântulas e da morfologia e anatomia das folhas para cada ambiente. Neste trabalho, foi feito um estudo comparativo entre espécies do cerrado e da Mata Atlântica utilizando-se pares congêneros, sendo cada par formado por uma espécie da Mata Atlântica e uma espécie do Cerrado. Estudou-se o crescimento de plântulas em 10 pares congêneros pertencentes a 8 famílias, a morfologia funcional de folhas de indivíduos adultos em 14 pares pertencentes a 11 famílias e a anatomia foliar em 8 pares pertencentes a 7 famílias. Para os estudos de crescimento, foram avaliados os atributos: área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de massa da raiz (RMR), razão de massa do caule (RMC), razão de massa das folhas (RMF), razão raiz/parte aérea (R/PA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL). Para o estudo do efeito do estresse de luz no crescimento das plântulas, foi utilizado um par congênico de espécies: *Eriotheca candolleana* (da mata atlântica) e *Eriotheca gracilipes* (do Cerrado). Foram utilizados dois níveis de irradiância: 50% e 2%. Para avaliação da morfologia funcional das folhas, folhas de indivíduos adultos das diferentes espécies estudadas os atributos suculência, AFE, espessura e largura foram avaliados. Nos estudos anatômicos, as imagens dos cortes transversais da lâmina foliar foram digitalizadas e analisadas através do programa "image pro-plus". Houve convergências de adaptações aos ambientes estudados para algumas características. Maiores valores de TCR foram em geral encontrados para

espécies da Mata Atlântica, assim como maiores valores de AFE e RAF, que estão intimamente associados à interceptação de luz para o crescimento. Não houve relação entre investimento radicular e o ambiente de ocorrência das espécies. Verificou-se que as espécies do Cerrado apresentaram maior suculência e menor AFE. Os dados de AFE encontrados nas folhas adultas revelaram o mesmo padrão obtido para plântulas. Os cortes anatômicos evidenciaram uma espessura maior da lâmina foliar e do mesofilo e um parênquima mais compactado, de maneira geral, para as espécies do Cerrado. A porção laminar lignificada também apresenta uma área significativamente maior em folhas de plantas do Cerrado. Folhas mais espessas e lignificadas diminuem a interceptação de luz e reduzem assim as taxas de crescimento, o que é muito vantajoso em ambientes onde os recursos hídricos e os nutrientes são limitantes.

Abstract

The Cerrado and the Atlantic Rainforest are contrasting environments in terms of water, light and nutrient availability. Thus some adaptive traits for seedling growth and leaf morphology and anatomy are expected for each habitat. In this work a comparative study was performed between the Cerrado and the Atlantic rainforest species using congeneric pairs. Each pair was composed by a species from the Cerrado and a species from the Atlantic Rainforest. Seedling growth was studied in 10 pairs from 8 families, mature leaf functional morphology was studied in 14 pairs from 11 families and leaf anatomy was studied in 8 pairs from 7 families. For seedling growth studies, specific leaf area (SLA), leaf area ratio (LAR), root mass ratio (RMR), stem mass ratio (SMR), leaf mass ratio (LMR), root/shoot ratio (R/S), relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR) were calculated. For the study of light stress effect on seedling growth it was used a congeneric pair of species: *Eriotheca candolleana* (from the Atlantic Rainforest) and *Eriotheca gracilipes* (from Cerrado). Two irradiance levels were performed (50% and 2%) For the evaluation of mature leaf functional morphology, succulence, SLA, leaf thickness and leaf width were measured. For the anatomy studies, images from leaf transversal cross section were digitalized and analysed using the software image pro plus. There were adaptive convergences for some traits relative to the habitat. Higher RGR, SLA and LAR values were generally achieved for species from the Atlantic Rainforest. SLA and LAR are closely related to light interceptance for plant growth. It was not found an association between root investment and species environment. It was observed that leaves of Cerrado species were more succulent and presented lower values of SLA. SLA data found

in mature leaves showed the same pattern obtained for the seedlings. Cross sections of the leaves revealed higher lamina thickness and higher mesophyll thickness. A more condensed parenchyma was generally found for the Cerrado species. The lignified proportion of leaves was also higher in plants from the Cerrado. Thick and more lignified leaves decrease light interception and reduce growth rates. Such traits are of important adaptive value in environments where water and nutrients are limiting resources.

Estudo comparativo do crescimento de plântulas e de atributos foliares em espécies do Cerrado e da Mata atlântica.

1. Introdução:

Um dos grandes desafios da ecologia vegetal tem sido explicar a distribuição espacial e a composição de espécies vegetais em diferentes ambientes. Alguns autores têm enfatizado a importância de interações entre espécies, como a competição, a herbivoria, a predação de sementes, o mutualismo, o parasitismo e os patógenos (Jansen 1970, Hubble 1980, Fowler 1981, Tilman 1982, Schoener 1983, 1985, Crawley 1983, Berendse 1985; Coley et. al. 1985, Brown et. al. 1986; McNaughton 1986, Clay 1990; Huntly 1991; Crawley, 1996). Outros autores enfatizam fatores físicos, como disponibilidade de nutrientes no solo, pH, granulometria, aeração, temperatura, pluviosidade, entre outros (Gold & Bliss 1995; Sollis 1998; Beldford et al, 1999; Gold et. al. 1999; Lulli et. al. 1999; Schaffers 2002), Dentre as várias condições e recursos envolvidos na distribuição das espécies vegetais, água e nutrientes são frequentemente considerados os fatores mais importantes (Vinton & Burke, 1995, Goldberg & Novoplasky, 1997, Wright & Westoby, 1999, Bridge & Johnson 2000).

O estado de São Paulo possui grande diversidade de fisionomias e formações vegetais, incluindo dois grandes biomas: o Cerrado e a Mata Atlântica. Essas duas áreas foram intensamente devastadas pela atividade humana e estão atualmente no Brasil reduzidas respectivamente a 20% e 7,5% de sua área original. Foram recentemente incluídas entre os “hotspots” de biodiversidade, estando listadas entre as 25 áreas prioritárias para a conservação no mundo por

apresentarem grande número de espécies endêmicas e por estarem tão ameaçadas (Myers et al. 2000).

O Cerrado e a Mata Atlântica (floresta semidecídua e floresta ombrófila densa) são biomas bastante contrastantes em termos de recursos hídricos, nutricionais e de luminosidade (Haridassan, 2000; Hoffman & Franco, 2003; Ruggiero et al. 2002). No cerrado há um clima tipicamente estacional, com uma estação chuvosa bem definida e uma estação seca bastante duradoura. Os solos arenosos e os latossolos distróficos, típicos de cerrado, permitem rápida lixiviação dos nutrientes e baixa retenção de água. Durante a estação seca, a redução da disponibilidade hídrica faz com que o potencial hídrico do solo caia drasticamente (Nardoto et al, 1998; Hoffman et. al., 2004), reduzindo significativamente as taxas fotossintéticas e a condutância estomática e conseqüentemente, as taxas de crescimento em espécies vegetais (Medina & Silva, 1990; Nardoto et al. 1998; Franco, 1998). Há controvérsias sobre o efeito da seca nas plantas do Cerrado, já que parece haver certa tendência a um investimento em um sistema radicular bastante profundo, ocorrendo então captação de água em lençóis freáticos de grande profundidade (Jackson et. al. 1999; Oliveira et. al., 2005). No entanto, pode haver queda na produtividade mesmo quando o sistema radicular tem acesso às reservas hídricas do subsolo (Franco, 1998). Nos solos do cerrado, macronutrientes, como o fósforo e o nitrogênio estão presentes em baixas concentrações (Arens 1958; Alvin et. al. 1968, Reatto et. al. 1998). A própria seca estacional pode reduzir a disponibilidade de nutrientes em solução no solo (Chapin, 1980). Além disso, existe nesses solos uma alta saturação por alumínio (Haridasan, 2000).

Já na mata de encosta (floresta ombrófila densa) e nas florestas semidecíduas, formações florestais que compõem a Mata Atlântica, solos argilosos e ricos em matéria orgânica estão geralmente presentes, havendo então maior atividade microbiana, maior troca de cátions, maior disponibilidade de nutrientes e maior retenção hídrica (Ruggiero et.al.2002; Tauk-Tornisielo, 2005). O pH nesses solos também não deve ser tão baixo, já que o carbonato de cálcio é um mineral frequentemente encontrado, aumentando a saturação por bases e diminuindo assim a disponibilidade de alumínio em solução (Haridassan, 1988).

Desse modo, os maiores fatores limitantes no cerrado devem ser água e nutrientes. Já no ambiente florestal o fator luz deve ter maior importância na seleção de espécies, em termos adaptativos (Hoffman & Franco, 2003). Alguns autores propõe que o fogo no cerrado seja o fator seletivo mais importante (Hoffman et.al., 2004).

Todos esses contrastes em termos de fatores físicos levam a nítidas diferenças entre as formações de cerrado e as formações florestais da Mata Atlântica (floresta semidecídua e a floresta ombrófila densa) quanto à composição, densidade de árvores e estrutura das comunidades vegetais (Warming 1909; Rizzini 1976; Gibbs et al. 1983; Scudeler 2002). Deve haver diferenças com relação às espécies dos dois ambientes logo no início da história de vida das plantas, com o processo germinativo. Estudos realizados com espécies oriundas de vegetação aberta mostram que suas sementes são bastante sensíveis à luz (Onyekwelu, 1972; Bell, 1993) e/ou à grandes flutuações térmicas (Williams et.al.2003; Williams et al. 2004), condições naturais também encontradas no cerrado. Outra característica de espécies adaptadas a ambientes de vegetação

aberta e propensos à seca é a dormência física (Rizzini, 1970; Jurado & Westoby, 1992; Williams et.al. 2004). Há ainda espécies com mecanismos fisiológicos de dormência das sementes e que por esta razão demoram muitos meses para iniciar o processo germinativo (Rizzini, 1973). Em ambientes florestais, excetuando-se o caso das espécies de início de sucessão, que colonizam clareiras abertas nas florestas, sendo assim bastante sensíveis à luminosidade (Vázquez-Yanes & Orozco Segovia, 1993; Válio & Scarpa, 2001), as sementes em geral não exibem sensibilidade à luz e não apresentam mecanismos de dormência física ou fisiológica, germinando prontamente (Vazquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993). A germinação das sementes é, assim, uma fase bastante crítica do ciclo de vida das plantas e pode ter grande relação com seu ambiente de ocorrência. Seguindo-se à germinação, a fase que se segue e que também apresenta crucial importância é a do crescimento das plântulas. Em ambientes pouco produtivos, com deficiências hídrica e nutricional, um lento crescimento tem sido relatado (Chapin, 1980; Cornelissen, 1996; 1998; Paulilo & Felipe, 1998; Wright & Westoby, 1999; Antúnez et al. 2001), havendo grande conservação de nutrientes (Valladares et.al., 2000) e baixas taxas de fotossíntese desde os estágios iniciais de desenvolvimento (Chapin et al. 1993). Duas respostas fisiológicas frequentemente utilizadas para se estimar a taxa de crescimento de uma espécie e a assimilação do carbono por unidade de área das folhas são respectivamente a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) e a Taxa de Assimilação Líquida (TAL). Sendo o Cerrado um bioma de baixa produtividade, as espécies adaptadas a esse ambiente devem então apresentar baixa TCR e baixa TAL em relação a espécies de ambientes de grande produtividade, como a mata atlântica (Paulilo & Felipe 1988).

Em ambientes florestais, onde a luz é um fator muito limitante, o investimento em características para aumentar a captação e o aproveitamento desse recurso têm sido relatadas (Osunkoya et al. 1994; Barker, 1997), ocorrendo um grande investimento na formação de estruturas aéreas, com folhas muito finas e com grande superfície em relação a massa (área foliar específica -AFE). As taxas fotossintéticas são então maiores, assim como as taxas de crescimento (Wright & Westoby, 1999). Já as espécies do Cerrado, ao contrário, oriundas de um habitat onde a luz existe em abundância, teriam seu crescimento profundamente limitado pelo intenso sombreamento de um ambiente florestal, apresentando grande plasticidade em termos de respostas morfológicas e fisiológicas (Adejwon & Adesina, 1992; Felfili & Silva Júnior, 1992; Hoffman & Franco 2003; Hoffman et. al., 2004). Devem, portanto, apresentar maior investimento em estruturas subterrâneas, que são importantes tanto para a maior exploração dos recursos hídricos e nutricionais (Crawley, 1996; Jackson et.al. 1999) quanto para o armazenamento de reserva nutritiva para a rebrota após a passagem do fogo, que é um fenômeno natural comum neste bioma (Hoffman et.al., 2004). Dessa maneira, espera-se que no Cerrado haja um maior investimento de sistema radicular em relação à parte aérea (Paulilo & Felipe, 1998) e que haja um menor investimento na interceptação de luz, sendo suas folhas desde jovens mais espessas e com baixos valores de área em razão da massa (Hoffman & Franco, 2003), sendo portanto bastante esclerificadas e menos susceptíveis ao ataque por herbívoros (Edwards & Wratten, 1980). Essas folhas são mais resistentes a danos físicos e , assim, como relatado em trabalhos com

ambientes onde há baixa disponibilidade hídrica e nutricional, devem apresentar maior longevidade (Wright et al.2002).

As características relatadas em indivíduos jovens (Paulilo & Felipe, 1998) para espécies do Cerrado e da Mata Atlântica devem permanecer na vida adulta, já que o Cerrado constitui-se predominantemente de espécies de pequeno porte com caule tortuoso e folhas apresentando esclerofilia como uma característica muito marcante. O grande investimento em sistema radicular alcançando recursos hídricos em profundidade no subsolo tem sido frequentemente relatado (Jackson et.al.1999; Oliveira-Filho, 2005) e também pode ter grande importância na rebrota após a passagem do fogo. Na floresta atlântica, os indivíduos são visivelmente maiores, já que se trata de uma formação vegetal dominada por árvores. Há visivelmente também um maior diâmetro do caule.

Na fase adulta, as folhas podem fornecer informações preciosas sobre o funcionamento de diferentes comunidades vegetais. Esses órgãos são bastante sensíveis às modificações ambientais, havendo grande diversidade em termos de atributos morfológicos, anatômicos, fisiológicos e químicos que se associam à distribuição e abundância de espécies em diferentes ambientes (Chabot & Hicks, 1982; Givnish, 1987; Turner, 1994; Cunningham, 1999).

Em ambientes com abundância de recursos, como os ambientes florestais há um maior investimento em área em relação à massa das folhas (Hoffman & Franco, 2005). Reich et.al. 1997, comparando plantas de diferentes biomas em escala global, encontraram uma relação positiva entre AFE e taxas de crescimento. Nesses ambientes “favoráveis”, a concentração de nitrogênio nas folhas é maior, de maneira que são maiores as taxas fotossintéticas (Evans,

1989). Wright et.al.(2004), estudando atributos foliares de 175 sítios espalhados pelo mundo encontraram uma relação positiva entre AFE e concentração de nitrogênio, e entre AFE e taxas fotossintéticas. No entanto, o maior teor de nitrogênio nas folhas está também associado a um maior ataque por herbívoros (Cork & Catling, 1996), contribuindo para a diminuição da longevidade foliar.

Uma relação negativa entre AFE e longevidade foliar também tem sido descrita na literatura (Reich et al. 1997; Diemer, 1998; Niinemets, 1999; Reich et.al.1999). Dessa maneira, esse atributo morfológico reflete importantes características fisiológicas nas plantas.

Uma outra característica foliar muito importante em termos adaptativos, especialmente a ambientes propensos à seca, é a suculência foliar, sendo esta maior em habitats com maior deficiência hídrica (Larcher, 2000). Folhas muito esclerificadas tendem a ser mais suculentas e mais espessas (Mantovani, 1999a). Também importante para a economia de recursos hídricos na planta, diminuindo a perda de água por transpiração é o estreitamento e redução das folhas (Fonseca et al.2001; Braz, 2002; MCDonald, 2003).

Estudos anatômicos das folhas podem fornecer informações de grande relevância para o estudo da ocorrência de espécies em distintas comunidades vegetais, explicando diferenças nas taxas de crescimento em estudos comparativos (Lambers & Poorter, 1992). Diferenças em termos das atividades fotossintéticas poderiam também ser melhor compreendidas (Parkhurst, 1994), assim como a tolerância das plantas ao estresse luminoso (Lee et.al.2000).

Os grandes níveis de irradiação encontrados no Cerrado, assim como em outras formações vegetais expostas à luminosidade, podem elevar a espessura

das folhas e do mesofilo (Schreider & Riederer, 1996). Uma espessura maior da epiderme pode aumentar a reflexão da luz (Cao, 2000). Niinemets et.al. 1998, estudando espécies lenhosas da floresta temperada, sugeriram que as características morfo-anatômicas são mais importantes que as bioquímicas para explicar diferenças fotossintéticas entre espécies. No entanto, até o presente momento, poucos trabalhos fazem associações entre a fisiologia das plantas e a anatomia foliar (Lee et.al. 2000) e não há até o presente momento um estudo comparativo de características anatômicas associadas à fisiologia vegetal entre ecossistemas florestais e o Cerrado.

Os elevados valores de suculência foliar frequentemente encontrados em vegetação exposta ao estresse hídrico (Larcher, 2000) devem apresentar uma clara relação com a anatomia foliar. Dijkstra & Lambers (1989) encontraram maior suculência em folhas com as maiores células epidérmicas. Van Arendonk & Poorter (1992) (Appud. Gardnier & Laurent, 1994) também encontraram relação positiva entre um maior armazenamento hídrico nas folhas e a proporção da lâmina foliar ocupada por mesofilo e epiderme. Essas folhas apresentam portanto maior densidade de tecido ou seja, há uma grande quantidade de células, paredes celulares, maior número e / ou volume de células. Folhas com pequena AFE tendem a apresentar maior proporção de tecidos lignificados (Chabot & Hicks, 1982), fator este que contribui para uma esclerofilia maior e, conseqüentemente maior suculência (Mantovani, 1999b) e baixos valores de AFE (Gardnier & Laurent, 1994). Epidermes lignificadas e com cutículas espessas contribuem grandemente para a diminuição das taxas transpiratórias, aumentando o conteúdo hídrico das folhas e a resistência à seca e também elevando a força mecânica

reduzindo os riscos de ataque por herbívoros, diminuindo a AFE e aumentando a longevidade foliar (Cunningham et.al. 1999; Wright et al. 2002).

Este trabalho tem como objetivo fazer um estudo comparativo do crescimento de plântulas e da morfo-anatomia de folhas de espécies de Cerrado e de formações florestais da Mata Atlântica, a floresta semidecídua e a floresta ombrófila densa do Estado de São Paulo, visando relacionar diferentes atributos, desde a germinação de sementes, em alguns casos, a fim de melhor entender os fatores que limitam a distribuição geográfica dessas espécies, já que há uma nítida diferença em termos de composição nos dois ambientes. Os experimentos com plântulas foram conduzidos sob condições controladas padronizadas em uma casa de vegetação (com suprimento de água e minerais e em solo do cerrado). Examinou-se também a extensão em que a morfologia e a anatomia das folhas dos indivíduos adultos variaram entre os ambientes de cerrado e floresta. Para tanto, pretende-se responder às seguintes questões:

- 1) Há relação entre investimento radicular e a distribuição das espécies? Espécies de cerrado investem mais em comprimento e massa do sistema radicular que espécies de floresta?
- 2) Há diferença em termos de partição de biomassa para os diferentes órgão vegetais (folha, caule e sistema subterrâneo) entre espécies do cerrado e da mata atlântica?
- 3) A área foliar específica (AFE) das plântulas das espécies de cerrado tende a ser menor que a AFE das espécies da floresta tropical atlântica?

- 4) Há relação entre a taxa de crescimento relativo (TCR) e a distribuição das espécies? Espécies de cerrado tendem a ter menor TCR? Espécies de cerrado crescem mais lentamente que espécies da floresta?
- 5) A resposta fisiológica, taxa de assimilação líquida está associada ao ambiente de ocorrência das espécies? Espécies do cerrado apresentam menores taxas que as espécies da mata atlântica?
- 6) Em que extensão a anatomia das folhas está relacionada ao ambiente de procedência das espécies?
- 7) Folhas adultas das espécies de cerrado têm menor AFE?
- 8) Em que extensão a anatomia das folhas reflete o comportamento de crescimento encontrado nas plântulas?

2. Material e métodos:

2.1 A Seleção de espécies:

As espécies utilizadas foram selecionadas de acordo com seu ambiente de ocorrência. Pares congêneros foram formados, sendo uma espécie exclusiva do cerrado e uma exclusiva da mata atlântica, de maneira a controlar o efeito da filogenia através da formação de contrastes filogeneticamente independentes (Felsestein, 1985). O número de pares e de famílias variou para os diferentes estudos. Para o estudo do crescimento de plântulas foram utilizados 10 pares congêneros de espécies pertencentes a 8 famílias (Tabela 1); foram também utilizadas duas espécies do cerrado sem seus respectivos pares da mata atlântica, *Anona coriacea* e *Rudgea viburnoides*, por indisponibilidade de sementes (tabela 1). Para os estudos da morfologia funcional de folhas foram utilizados 14 pares de espécies pertencentes a 11 famílias (Tabela 2) e para os estudos de anatomia foliar foram utilizados 8 pares de espécies pertencentes a 7 famílias (Tabela 3). As plantas variaram em termos de decíduidade (perenifólias e decíduas), hábito (arbustivo e arbóreo) e tamanho das sementes. Todas as plantas utilizadas neste trabalho são dicotiledôneas e foram coletadas em áreas naturais de cerrado e mata atlântica no estado de São Paulo. Foram consideradas áreas de mata atlântica a mata de planície, a mata de encosta e a floresta estacional semidecidual. As áreas de cerrado compreenderam predominantemente formações de cerrado *sensu stricto*.

Áreas de Coleta:

As coletas em formações de Mata Atlântica de encosta ocorreram no Parque Estadual de Carlos Botelho, município de Sete Barras (24º 03'-S, 47º 59'-

W) e Parque Estadual de Intervales, município de Ribeirão Grande (24°16`-S; 48°25`-W). Em mata de planície, as coletas foram realizadas no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, município de Cananéia (25° 04` - S, 47°53`-W) e no Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba (23°22`-S; 44°50`-W). Em floresta semidecídua, na Reserva Municipal da Mata de Santa Genebra, Campinas (22°49'-S , 47°06'-W).

Nas formações de Cerrado, as coletas foram realizadas na propriedade do presídio de segurança máxima de Itirapina, município de Itirapina (22°13'-S; 47° 47'-W), na Reserva Legal (RL) da International Paper do Brasil, município de Brotas (22°13'-S, 48°01'-W) e na Estação Ecológica de Assis, município de Assis (22° 35'-S , 50° 22'-W).

Amostras de solo foram coletadas em floresta ombrófila densa (no Parque Estadual de Carlos Botelho), em floresta semidecídua (na Reserva Municipal da Mata de Santa Genebra) e em área de cerrado (na RL da International Paper do Brasil). O número de amostras variou para as diferentes áreas. As amostras foram retiradas de uma profundidade de 5 a 15 cm de profundidade, dependendo da área. Foram analisadas pelo Instituto Campineiro de Análises de Solo (ICASA) e Instituto agrônômico de Campinas (IAC). Foram comparadas quanto aos macronutrientes, pH, disponibilidade de alumínio, Coeficiente de troca catiônica (CTC) e soma de bases.

Experimentos com plântulas:

2.2 Crescimento-

Para este estudo, 10 pares congêneros de espécies pertencentes a 8 famílias foram utilizados (Tabela 1).

Os frutos maduros das diferentes espécies foram coletados em áreas naturais e imediatamente conduzidos ao laboratório, onde foram processados para a obtenção das sementes, que foram secas em temperatura ambiente e armazenadas em sacos plásticos, identificados com o nome da espécie e o local da coleta, sob temperatura de 10°C, até o momento do início dos experimentos, com exceção das espécies *Eugenia cerasiflora* e *Eugenia bimarginata* (Myrtaceae) que foram imediatamente utilizadas, devido à curta longevidade das sementes. O endosperma e o embrião foram separados da casca e de outros apêndices das sementes e pesados separadamente em uma balança analítica com 10⁻⁴g de precisão após secagem em estufa sob temperatura de 75°C por um período de 48 horas, sendo assim obtida a massa seca da reserva das sementes. Quinze sementes (com casca e sem casca) foram pesadas individualmente. No caso das espécies *Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*, *Gochnatia polymorpha* e *Gochnatia barrosii*, devido ao pequeno tamanho das sementes e à falta de precisão da balança para pesá-las individualmente, 10 repetições de 25 sementes cada (com casca e sem casca) foram pesadas, calculando-se a massa individual média.

Para os estudos do crescimento de plântulas, foi feito um estudo prévio de germinação em uma câmara com alternância térmica de 30/20°C L / E- 12 horas luz/ 12 horas escuro. As sementes foram postas para germinar em placas de Petri com papel de filtro umedecido em água destilada. Foram feitas 5 repetições de 20 sementes cada. No caso das espécies *Annona coriacea* e *Rudgea viburnoides*,

(ambas ocorrentes no cerrado), os estudos foram conduzidos sem os seus respectivos pares por indisponibilidade de sementes. A germinação das sementes da espécie *Annona coriacea* (Anonaceae) apenas foi conseguida com a aplicação do hormônio gA3. As sementes foram embebidas em solução de hormônio por um período de 12 horas e a seguir acondicionadas em placas gerbox com vermiculita umedecida. Após a germinação, com a protrusão da raiz, as sementes germinadas foram transplantadas para recipientes plásticos de tamanho padronizado preenchido com vermiculita ou solo do cerrado. Uma análise física e química do solo utilizado nos experimentos foi feita pelo Instituto Campineiro de Análise do Solo (ICASA). A coleta de solo foi realizada em uma área de Cerrado da Reserva Legal da International Paper do Brasil até uma profundidade de cerca de 15 cm

Os experimentos de crescimento foram conduzidos em uma casa de vegetação na Unicamp, sob irradiância correspondente a cerca de 35% da luz solar total. A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi medida com o auxílio de um sensor de luz LI-COR LI 190 S A conectado a um Data Logger (LI-1000). A temperatura e a umidade foram monitoradas por termohigrógrafos. A temperatura máxima registrada foi de 45°C e a mínima foi de 10°C. A umidade relativa oscilou entre 80 e 90%.

Devido a maiores ou menores velocidades de germinação, as sementes foram postas para germinar em diferentes períodos de maneira que cada par congênico estivesse com sementes germinadas em número necessário ao plantio aproximadamente no mesmo período de tempo. Foram transplantados 40 indivíduos em dois tratamentos distintos:

a1- Recipientes plásticos de 1,1L (12 cm de largura x 12 cm de largura x 15 cm de comprimento) preenchido com solo do cerrado.

a2- Recipientes de 1,1L (12 cm de largura x 12 cm de largura x 15 cm de comprimento) preenchidos com vermiculita.

Os vasos plásticos foram distribuídos nestas duas condições em um desenho experimental randomizado (Hulbert, 1984). Os recipientes foram trocados de posição a cada 3 dias, de maneira a diminuir o efeito da casualidade (Hulbert, 1984). As plantas receberam irrigação controlada por aspersores três vezes ao dia. No tratamento com vermiculita, 80ml de solução nutritiva de Hoagland foi acrescida a cada semana. Em vermiculita, foram feitas 3 coletas, ao acaso, de 10 plantas cada uma, por um período de 90 dias (uma coleta a cada mês). No solo do cerrado foi feita apenas uma coleta de 10 plantas para cada espécie, escolhidas ao acaso, após 90 dias. A cada coleta, as plantas foram lavadas em água corrente para a total remoção do substrato das raízes. Todo o cuidado foi tomado para que houvesse o mínimo de perda do sistema radicular. Neste trabalho, o órgão subterrâneo foi genericamente chamado de raiz. As porções raiz, caule e folhas foram separadas, individualizadas em sacos de papel e postas para secar em estufa a 60° C por um período de 5 dias. Previamente à secagem foi feita a gravação das imagens foliares em um scanner e a leitura da área foi feita através do programa computacional Carlos Bravo (Caldas et al. 1992). As diferentes partes das plantas, já secas, foram pesadas em uma balança analítica com 10⁻⁵g de precisão. As seguintes respostas morfológicas foram então calculadas de acordo com Hunt (1982):

a) Razão de área das folhas pela massa seca das folhas- Área foliar específica (AFE).

$AFE = A_{\text{folhas}} / MS_{\text{folhas}}$ (cm^2/g), onde

A=área foliar

MS= massa seca

b) Razão de área das folhas pela massa total da plântula- Razão de área foliar (RAF)

$RAF = A / MS_{\text{planta}}$ (cm^2/g)

c) Razão de massa da raiz pela parte aérea da plântula - Razão raiz parte aérea (R/PA).

$R/PA = MS_{\text{raiz}} / MS_{\text{parte aérea}}$,

d) Investimento proporcional em massa das folhas, razão de massa das folhas (RMF).

$RMF = MS_{\text{folha}} / MS_{\text{planta}}$,

e) Investimento proporcional em massa do caule, razão de massa do caule (RMC)

$RMC = MS_{\text{caule}} / MS_{\text{planta}}$,

f) Investimento proporcional em massa da raiz, razão de massa da raiz (RMR)

$RMR = MS_{\text{raiz}} / MS_{\text{planta}}$,

Também foram calculadas duas respostas fisiológicas de crescimento, a taxa de crescimento relativo (TCR) e a taxa de assimilação líquida (TAL) (Hunt 1982)

$TCR = \ln M_2 - \ln M_1 / t_2 - t_1$ ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)

$TAL = M_2 - M_1 / t_2 - t_1 \times \ln A_2 - \ln A_1 / A_2 - A_1$ ($\text{g} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{d}^{-1}$), onde

M1=massa seca total no tempo inicial (g)

M2=massa seca total no tempo final (g)

T1= tempo da primeira coleta (dias)

T2= tempo da segunda coleta (dias)

A1=área foliar no tempo inicial (cm²)

A2=área foliar no tempo final (cm²)

2.3 Experimentos com deficiência luminosa:

Nos experimentos de deficiência luminosa, foram utilizadas as espécies *Eriotheca candolleana* (da mata atlântica) e *Eriotheca gracilipes* (do cerrado).

Os frutos, já abertos, foram coletados em áreas naturais e conduzidos ao laboratório, onde as sementes foram separadas e imediatamente postas para germinar em placas de Petri com papel de filtro umedecido em água destilada. A germinação das sementes foi feita em câmaras de germinação com temperaturas e fotoperíodos controlados, com placas de germinação expostas à luz e na ausência da luz (escuro contínuo). Foi utilizada uma câmara de germinação 30/20°C Luz / Escuro (L/E) com fotoperíodo de 12 horas e uma câmara de germinação com temperatura constante de 25°C L/E com fotoperíodo de 12 horas. Para o tratamento escuro contínuo, dois sacos plásticos pretos foram utilizados para embrulhar as placas. Foram feitas 5 repetições de 20 sementes cada. A contagem das sementes germinadas no escuro foi feita em uma câmara escura sob luz verde. A contagem das sementes germinadas foi feita a cada 24 horas até que o percentual de sementes germinadas se estabilizasse. Considerou-se germinada a semente que apresentasse a protrusão da raiz. Para a obtenção da massa seca das sementes, 15 sementes foram pesadas individualmente, com e sem casca. A casca das sementes foi separada, já que são o embrião mais o

endosperma que estão diretamente envolvidos com o crescimento das plântulas (Jurado & Westoby, 1992).

Após o estudo preliminar da germinação, as sementes foram novamente postas para germinar na câmara de 30°C/20°C L/E em épocas diferentes, de maneira que as espécies pudessem ser transferidas ao mesmo tempo nos dois níveis de sombreamento (obtidos com diferentes camadas de sombrite): com 50% da radiação solar total e com 2% da radiação solar total. A irradiância foi medida através de um sensor LICOR 2100 acoplado a um data logger. As sementes germinadas foram transferidas para recipientes plásticos com 750ml de volume preenchidos com vermiculita que foram acondicionados sob duas condições de luminosidade- 50% e 2% da luz solar total. A posição das plantas foi alterada a cada três dias. Para cada nível de irradiância foram feitas três coletas (uma a cada mês) de 10 indivíduos cada. A cada coleta, as porções raiz, caule e folhas foram separadas, individualizadas em sacos de papel e postas para secar em estufa a 60°C por um período de 5 dias. A área das folhas medida através da leitura de imagens por um programa computacional específico acoplado a um scanner (Caldas et.al. 1992). Após este período de tempo, as diferentes porções foram pesadas em uma balança analítica com 10⁻⁴g de precisão. As seguintes respostas de crescimento foram calculadas de acordo com Hunt (1982): AFE, RAF, RMF, RMC, Índice de Robustez (IR), RMR, TCR e TAL.

$$IR = M_{s_{caule}} / \text{altura}_{caule} \text{ (g/cm)}$$

2.4 Intestimento em sistema subterrâneo:

Logo após a germinação, em câmara 30/20°C-12hL/12hE, as sementes foram transferidas para tubos PVC com 0,5m de comprimento preenchidos com

endosperma que estão diretamente envolvidos com o crescimento das plântulas (Jurado & Westoby, 1992).

Após o estudo preliminar da germinação, as sementes foram novamente postas para germinar na câmara de 30°C/20°C L/E em épocas diferentes, de maneira que as espécies pudessem ser transferidas ao mesmo tempo nos dois níveis de sombreamento (obtidos com diferentes camadas de sombrite): com 50% da radiação solar total e com 2% da radiação solar total. A irradiância foi medida através de um sensor LICOR 2100 acoplado a um data logger. As sementes germinadas foram transferidas para recipientes plásticos com 750ml de volume preenchidos com vermiculita que foram acondicionados sob duas condições de luminosidade- 50% e 2% da luz solar total. A posição das plantas foi alterada a cada três dias. Para cada nível de irradiância foram feitas três coletas (uma a cada mês) de 10 indivíduos cada. A cada coleta, as porções raiz, caule e folhas foram separadas, individualizadas em sacos de papel e postas para secar em estufa a 60°C por um período de 5 dias. A área das folhas medida através da leitura de imagens por um programa computacional específico acoplado a um scanner (Caldas et.al. 1992). Após este período de tempo, as diferentes porções foram pesadas em uma balança analítica com 10⁻⁴g de precisão. As seguintes respostas de crescimento foram calculadas de acordo com Hunt (1982): AFE, RAF, RMF, RMC, Índice de Robustez (IR), RMR, TCR e TAL.

$$IR = M_{s_{caule}} / \text{altura}_{caule} \text{ (g/cm)}$$

2.4 Intestimento em sistema subterrâneo:

Logo após a germinação, em câmara 30/20°C-12hL/12hE, as sementes foram transferidas para tubos PVC com 0,5m de comprimento preenchidos com

areia. Solução nutritiva de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1938) foi acrescida a cada semana. A coleta foi feita após um período de 45 dias. As porções folha, caule e raiz foram separadas, individualizadas em sacos de papel e postas para secar em estufa a 80°C por um período de 48 horas. Quatro características de crescimento foram investigadas:

a) Comprimento Específico da raiz (CER)-

$$\text{CER} = C_{\text{raiz}} / \text{MS}_{\text{raiz}} \text{ (cm/g)}$$

b) Razão de comprimento da raiz (RCR)-

$$\text{RCR} = C_{\text{raiz}} / \text{MS}_{\text{planta}} \text{ (cm/g)}$$

c) Razão de massa da raiz (RMR)-

$$\text{RMR} = \text{MS}_{\text{raiz}} / \text{MS}_{\text{planta}}$$

d) Razão raiz/Parte aérea (R/PA)-

$$\text{R/PA} = \text{MS}_{\text{raiz}} / \text{MS}_{\text{parte aérea}}$$

2.5 Estudos de atributos morfo-fisiológicos foliares:

Para o estudo da morfologia funcional foliar foram utilizados 14 pares de espécies pertencentes a 14 famílias (Tabela 2). As folhas foram coletadas em áreas naturais de Cerrado e Mata Atlântica no estado de São Paulo, acondicionadas em sacos plásticos umedecidos que foram colocados em uma caixa de isopor contendo gelo. Foram coletadas folhas maduras com o limbo completamente expandido e expostas ao sol. Coletaram-se folhas de 5 indivíduos por espécie. Dez folhas foram utilizadas por espécie para a realização das diferentes medidas. No caso da espécie *Xylopia brasiliensis* foram coletadas apenas folhas de um único indivíduo. Após coletadas, foram imediatamente trazidas ao laboratório onde foram primeiramente hidratadas para o estudo da

suculência foliar. O pecíolo foliar foi cortado com o auxílio de um bisturi na sua região mais proximal e as folhas foram então acondicionadas em geladeira em beckeres com água (cobrindo uma porção da base foliar) envoltos em sacos plásticos sob temperatura de 5°C em geladeira por um período de 24 horas (Mantovani, 1999). Após este período de tempo, o excesso de água presente nas folhas foi removido com o auxílio de papel absorvente e a massa fresca (MF) foi obtida após pesagem em balança analítica com 10⁻⁴g de precisão. A espessura (mm) e a largura (mm) foram medidas com o auxílio de um paquímetro digital. As imagens das folhas foram gravadas em um scanner e foi feita a leitura da área foliar através de um programa computacional específico (Caldas et. al. 1992)

A suculência foliar foi então calculada segundo Mantovani (1999):

Suculência=MF-MS/A, onde

MF=massa fresca das folhas

MS=massa seca das folhas

A=área foliar

Foram obtidos os valores de área foliar específica (AFE), razão de área das folhas pela massa seca das folhas.

AFE=A / MS

2.6 Estudos de anatomia fisiológica foliar:

Nestes estudos foram utilizados 8 pares congêneros de espécies pertencentes a 7 famílias (Tabela 3). As coletas foram realizadas em áreas naturais de cerrado e mata atlântica. Foram feitas coletas de 5 indivíduos para cada espécie, exceto no caso da espécie *Xylopia brasiliensis*, em que apenas um indivíduo foi utilizado. Foram fixadas em solução de FAA 50 (Johansen 1940) por

um período de 24 horas. A seguir, foi feita uma troca da solução de FAA 50 por solução de álcool etílico 50%, onde foram mantidas por um período de 12 horas e a seguir foram estocadas em solução de álcool etílico 70%. Foram feitos cortes na porção do terço mediano das folhas, na região da nervura central e na região do limbo foliar. Foi feita desidratação na série butílica (Johansen, 1940) e a seguir os cortes das diferentes espécies foram incluídos em parafina. Após inclusão, foram realizadas secções transversais em micrótomo rotativo, que variaram entre 12 e 14 micrômetros de espessura, dependendo da espécie. Após desparafinização, os cortes foram corados com solução de safranina e azul de Astra a 1% (Gerlash, 1969). Preparações permanentes foram desse modo montadas em resina sintética (Permout). Os resultados foram registrados por meio de fotomicrografias, realizadas em fotomicroscópio Olympus BX51 e as escalas fotografadas e ampliadas nas mesmas condições ópticas. Para o estudo morfométrico, as medidas foram efetuadas através de captura de imagem utilizando o microscópio Nikon Eclipse E800, acoplado à câmera Cool SNAP- Pro Colol, da empresa Média Cybernetics. As imagens obtidas foram analisadas com o software Image Pro Plus versão 4.1.0.0 para Windows 95/NT/98, da empresa Média Cybernetics. Foram realizadas medições das regiões do mesofilo e da nervura central das folhas, utilizando-se 15 repetições (N=15). Foram feitas medidas da espessura total da lâmina foliar e das epidermes (face superior e face inferior). Na região da nervura principal, mediu-se a área lignificada (μm^2).

2.7 Análise dos dados:

- a) As amostras de solo foram estatisticamente comparadas através de uma análise de variância (ANOVA) quanto à disponibilidade de macronutrientes, pH, disponibilidade de alumínio, e coeficiente de troca catiônica (CTC).
- b) Quanto aos estudos de crescimento em vermiculita e em solo do cerrado, foram feitas comparações dentro de cada par congênico e entre o conjunto de espécies do cerrado e da mata atlântica em relação às diferentes respostas de crescimento: AFE, RMF, RMC, RMR, R/PA, TCR e TAL. Os dados obtidos foram estatisticamente comparados através de um teste t pareado ao nível de 5% de probabilidade.
- c) Para a comparação da germinação das espécies *Eriotheca candolleana* e *Eriotheca gracilipes*, os dados obtidos foram transformados em arco seno da raiz quadrada e comparados estatisticamente através de uma ANOVA fatorial, sendo um fator a espécie e o outro a condição de luz dentro de cada câmara utilizada.
- d) No estudo sob deficiência luminosa, os dados de crescimento obtidos nas duas condições de luminosidade (50% e 2%), AFE, RMF, RMC, RMR, R/PA, CER, TCR e TAL foram comparados entre o par congênico: *Eriotheca gracilipes* e *Eriotheca candolleana*, através de uma análise de variância (ANOVA) fatorial ao nível de 5% de probabilidade, sendo um fator o nível de luminosidade e o outro a espécie.
- e) Para a comparação de investimento em sistema radicular, os quatro parâmetros estudados, R/PA, RMR, CER e RCR foram comparados dentro de cada par congênico e entre espécies do cerrado e da mata atlântica através de um teste t- pareado ao nível de 5% de probabilidade.
- f) Os dados obtidos de morfologia funcional de folhas (Suculência, AFE, espessura e largura) foram comparados entre cada par congênico de espécies e entre o

conjunto de espécies do cerrado e da mata atlântica através de um teste t-pareado ao nível de 5% de probabilidade.

g) Para os dados obtidos no estudo de anatomia fisiológica (espessura da epiderme-face superior e inferior, espessura do mesofilo, área lignificada) foram feitas comparações entre as espécies formadoras de cada par e entre cada conjunto de espécies do cerrado e da mata atlântica através de um teste t-pareado ao nível de 5% de probabilidade.

h) Análises de regressão linear foram realizadas entre AFE e TCR; RAF e AFE; Espessura foliar e suculência; Espessura foliar e AFE; AFE e área laminar lignificada. Foram então obtidos os valores respectivos de r , p (probabilidade), dp (desvio padrão) e $y(y=a+bx)$ -equação da reta

i) Sempre que necessário, houve transformação de dados em \ln ou arco seno da raiz quadrada (no caso dos dados de porcentagem) previamente à análise . No entanto, os dados exibidos em gráficos e tabelas, de maneira geral, não apresentam-se transformados.

Tabela 1: Espécies estudadas quanto ao crescimento das plântulas. M-Mata Atlântica; C- Cerrado.

Origem	Espécie	Família	Hábito
M	<i>Miconia latecrenata</i> Triana	Melastomataceae	Arbóreo
C	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	Arbustivo
M	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Asteraceae	Arbóreo
C	<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	Asteraceae	Arbóreo
M	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunae	Solanaceae	Arbóreo
C	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	Solanaceae	Arbustivo
M	<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	Myrtaceae	Arbóreo
C	<i>Eugenia bimarginata</i> DC..	Myrtaceae	Arbustivo
C	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	Bignoniaceae	Arbustivo
M	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> . Mart.	Bignoniaceae	Arbóreo
M	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	Bignoniaceae	Arbóreo
C	<i>Zeyheria montana</i> .Mart.	Bignoniaceae	Arbustivo
M	<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi.	Clusiaceae	Arbóreo
C	<i>Kielmeyera coriacea</i> . Mart. & Zucc.	Clusiaceae	Arbóreo
M	<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	Bombacaceae	Arbóreo
C	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Bombacaceae	Arbóreo
M	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Leguminosae	Arbóreo
C	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Leguminosae	Arbustivo

M	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Leguminosae	Arbóreo
C	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Leguminosae	Arbóreo
M	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Leguminosae	Arbóreo
C	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart.	Leguminosae	Arbóreo
C	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Anonaceae	Arbóreo
C	<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	Rubiaceae	Arbóreo

Origem	Espécie	Família	Hábito
M	<i>Miconia latecrenata</i> Triana	Melastomataceae	Arbóreo
C	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	Arbustivo
M	<i>Ouratea verticilata</i> (Vell.) Engl.	Ochnaceae	Arbóreo
C	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	Ochnaceae	Arbustivo
M	<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Solanaceae	Arbóreo
C	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	Solanaceae	Arbustivo
M	<i>Eugenia cuprea</i> Miq.	Myrtaceae	Arbustivo
C	<i>Eugenia bimarginata</i> DC..	Myrtaceae	Arbustivo
M	<i>Myrcia tenuivenosa</i> Kiaersk.	Myrraceae	Arbóreo
C	<i>Myrcia albo-tomentosa</i> Berg.	Myrtaceae	Arbustivo
M	<i>Kielmeyera descipiens</i> Saddi	Clusiaceae	Arbustivo
C	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Clusiaceae	Arbóreo
M	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	Bignoniaceae	Arbóreo
C	<i>Zeyheria montana</i> .Mart.	Bignoniaceae	Arbustivo
M	<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi.	Clusiaceae	Arbóreo
C	<i>Kielmeyera coriaceae</i> . Mart. & Zucc.	Clusiaceae	Arbóreo
M	<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	Bombacaceae	Arbóreo
C	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Bombacaceae	Arbóreo
M	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Leguminosae	Arbóreo
C	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Leguminosae	Arbustivo
M	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Leguminosae	Arbóreo
C	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Leguminosae	Arbóreo
M	<i>Annona caccans</i> Warm.	Annonaceae	Arbóreo
C	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Annonaceae	Arbóreo
M	<i>Xylopia brasiliensis</i> Sprengel	Annonaceae	Arbóreo
C	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam)	Annonaceae	Arbóreo ³⁰
M	<i>Rudgea jasminoides</i> Müll.Arg.	Rubiaceae	Arbóreo

Tabela 2: Espécies estudadas quando a morfo-fisiologia foliar. M=Mata C=Cerrado

Origem	Espécie	Família	Hábito
M	<i>Miconia latecrenata</i> Triana	Melastomataceae	Arbóreo
C	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	Arbustivo
M	<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil	Solanaceae	Arbóreo
C	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	Solanaceae	Arbustivo
M	<i>Eugenia cuprea</i> Miq.	Myrtaceae	Arbustivo
C	<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Myrtaceae	Arbustivo
M	<i>Myrcia tenuivenosa</i> Kiaersk.	Myrtaceae	Arbóreo
C	<i>Myrcia albo-tomentosa</i> Berg.	Myrtaceae	Arbustivo
M	<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	Bombacaceae	Arbóreo
C	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Bombacaceae	Arbóreo
M	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Leguminosae	Arbóreo
C	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Leguminosae	Arbóreo
M	<i>Annona caccans</i> Warm.	Annonaceae	Arbóreo
C	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Annonaceae	Arbóreo
M	<i>Rudgea jasminoides</i> Müll.Arg.	Rubiaceae	Arbóreo
C	<i>Rudgea vrburnoides</i> (Cham.) Benth.	Rubiaceae	Arbóreo

Tabela 3: Espécies estudadas quanto a anatomia fisiológica foliar



Mata Atlântica. Parque Estadual da Serra do Mar. Ubatuba, SP



Cerrado. Reserva Legal da International Paper do Brasil. Brotas, SP

3. Resultados:

3.1 Quanto aos solos das áreas florestais e de Cerrado:

Tabela 4: Comparação entre amostras de solo de três áreas: Parque Estadual de Carlos Botelho (PECB); Reserva Municipal da Mata de Santa Genebra (MSG) e Reserva Legal da International Paper do Brasil (RL Brotas). Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

	MSG	PECB	RL Brotas
PH(CaCl ₂)	4,33a	4,1a	4,0a
MO (g/dm ³)	62,25 a	45,6 b	12,75c
P(res.) (mg/dm ³)	23,58 a	8,3 b	3,25c
K (meq/dm ³)	2,22 a	2,4 a	0,275b
Ca (meq/dm ³)	38,17 a	11 b	3c
Mg (meq/dm ³)	10,92 a	4,7 b	2,75c
H+Al (meq/dm ³)	101,17 ^a	47,5b	34,75b
CTC (coeficiente de troca catiônica)	152,42 ^a	100,9b	38,65c
Soma de bases	51,30a	18b	6,15c

A comparação dos componentes químicos do solo revelou uma diferença marcante entre as três áreas analisadas, havendo nítida diferença em termos de disponibilidade nutricional para os solos de cerrado e os solos de formações florestais (floresta ombrófila densa e floresta estacional semidecidual), sendo que os solos da área de cerrado apresentaram baixa fertilidade quando comparados aos solos de formações florestais (Tabela 5).

Com relação à matéria orgânica (Mo), as concentrações dos solos das três áreas diferiram significativamente ($p < 0,05$). Os maiores valores foram encontrados no solo da Reserva Municipal de Santa Genebra e a concentração de matéria orgânica do Parque Estadual de Carlos Botelho apresentou concentrações significativamente mais elevadas que as encontradas na Reserva Legal (RL) da International Paper do Brasil. Quanto aos níveis de fósforo (P), houve diferenças significativas entre os solos das três áreas ($p < 0,05$), sendo o maior valor encontrado na mata de Santa Genebra e o menor na reserva de cerrado da International Paper, em Brotas, que exibiu valor significativamente mais baixo que o da floresta ombrófila densa no parque de Carlos Botelho. O mesmo padrão foi encontrado para os elementos Ca ($p < 0,05$) e Mg ($p < 0,05$), sendo significativamente diferentes entre os solos das 3 áreas. Quanto à disponibilidade de Alumínio (Al+H), houve maior disponibilidade no solo da floresta semidecídua, não havendo diferença significativa entre os solos das formações de cerrado e da floresta ombrófila densa. Quanto à soma de bases, o maior valor encontrado foi na mata de Santa Genebra. Os valores obtidos na análise de solo de Carlos Botelho e Brotas não mostraram diferença. O coeficiente de troca catiônica (CTC), mostrou diferença significativa entre os solos das três áreas ($p < 0,001$). Os maiores valores foram encontrados na mata de Santa Genebra e os menores na formação de cerrado, que diferiu da formação de floresta ombrófila densa. Não houve diferença significativa entre o pH dos solos das áreas estudadas ($p > 0,05$). Todas exibiram médias bastante baixas (valores abaixo de 4,5)

A análise química de macronutrientes do solo utilizado nos experimentos com plântulas (tabela 5) demonstrou o mesmo padrão encontrado para as demais amostras usadas nas análises estatísticas para solos do cerrado, demonstrando

uma fertilidade muito baixa. Exibiu uma baixa disponibilidade de matéria orgânica (Mo), um pH bastante baixo, baixas concentrações de macronutrientes (P, K, Mg e Ca), disponibilidade de alumínio no solo, devido ao baixo pH, baixa saturação por bases e um coeficiente de troca catiônico também muito baixo. A análise física do solo revelou um solo bastante arenoso e com baixa concentração de argila, o que deve estar associado aos baixos valores de coeficiente de troca catiônica encontrados, sendo este portanto um substrato de fácil lixiviação de nutrientes e baixa retenção hídrica.

Bauhinia, *Miconia*, *Gochnatia* e *Zeyheria*, houve maior incorporação de biomassa em folhas para as espécies do cerrado (figura 3A). No caso do par congênico *Solanum lycocarpum* (do cerrado) e *Solanum pseudoquina* (da mata atlântica), não houve diferença significativa entre os valores obtidos ($p > 0,05$). Quando se observa a comparação entre os grupos de espécies do cerrado e da mata atlântica, não se observa diferença significativa, de maneira que não há padrão em relação ao ambiente de ocorrência para esta característica (figura 3B). Na figura 4, observa-se a alocação de biomassa proporcional em relação ao caule, a razão de massa do caule (RMC). Este atributo também variou em relação aos diferentes pares congênicos estudados. No caso dos gêneros *Bauhinia*, *Gochnatia*, *Solanum*, *Machaerium*, *Zeyheria* e *Kielmeyera*, houve maior investimento em biomassa para espécies do cerrado. Já no caso dos gêneros *Jacaranda*, *Eriotheca* e *Eugenia*, houve maior investimento proporcional em caule para as espécies da mata atlântica (Figura 4 A). Quando faz-se a comparação entre os dois grupos de espécies (Figura 4 B), não se observa nenhum padrão, não sendo significativa a diferença encontrada ($p > 0,05$). A Razão de massa de raiz, alocação de biomassa proporcional ao sistema radicular (Figura 5) mostrou maior alocação para raiz nos gêneros *Jacaranda*, *Zeyheria*, *Eriotheca*, *Eugenia* e *Kielmeyera*. Nos demais 5 pares congênicos, pertencentes aos gêneros, *Bauhinia*, *Gochnatia*, *Solanum* e *Machaerium*, houve maior investimento em sistema radicular para as espécies da mata atlântica (Figura 5A). No caso do gênero *Miconia*, não foi encontrada diferença significativa entre as espécies. Quando é realizada a comparação entre os dois conjuntos de espécies (cerrado e mata atlântica), nenhum padrão é encontrado (Figura 5 B), já que não há diferença

significativa para esta característica (Figura 5B). A Razão raiz parte aérea (R/PA), razão da massa seca da raiz em relação à parte aérea, foi maior em espécies de cerrado em 4 dos 10 pares congêneros estudados, pertencentes aos gêneros, *Jacaranda*, *Eriotheca*, *Eugenia* e *Kielmeyera* (Figura 6A). Em 4 pares, pertencentes aos gêneros, *Bauhinia*, *Gochnatia*, *Solanum* e *Machaerium*, os maiores valores foram encontrados para espécies da mata atlântica e no caso do par pertencente ao gênero *Zeyheria*, nenhuma diferença foi encontrada (Figura 6A). Quando é feita a comparação entre os dois conjuntos de espécies, não encontra-se nenhuma diferença entre o grupo de espécies do cerrado e o grupo de espécies da mata atlântica (figura 6B).

A resposta fisiológica taxa de crescimento relativo (TCR), a incorporação de biomassa total pelas plântulas por unidade de tempo, apresentou valores mais baixos para espécies do cerrado em 7 pares congêneros, pertencentes aos gêneros *Bauhinia*, *Miconia*, *Gochnatia*, *Solanum*, *Machaerium*, *Eriotheca* e *Eugenia*. A diferença não foi significativa para as espécies dos gêneros *Miconia* e *Kielmeyera*. No caso do par pertencente ao gênero *Jacaranda*, houve maiores taxas de crescimento para as espécies do cerrado (figura 7A). A espécie *Annona coriaceae* exibiu taxa de crescimento negativo após 90 dias (figura 7A). Comparando-se os dois conjuntos de espécies, observou-se uma diferença altamente significativa, de maneira que as espécies do cerrado tendem a apresentar menores taxas de crescimento em relação às espécies da mata atlântica (figura 7B)

A análise de regressão mostra forte relação positiva entre as variáveis área foliar específica (AFE) e Razão de área foliar (RAF) ($p < 0,001$; $r = 0,85$) (Figura 8A).

Também houve relação positiva entre as variáveis área foliar específica e taxa de crescimento relativo (Figura 8B).

No experimento utilizando-se vermiculita como substrato, com solução de Hoagland sendo adicionada a cada três dias, os resultados obtidos foram bastante semelhantes aos encontrados no experimento com solo do cerrado. Com relação a área foliar específica (AFE), as espécies do cerrado sempre apresentaram menor investimento em área em relação à massa seca das folhas (Figura 9A). A comparação entre os conjuntos de espécies do cerrado e da mata atlântica mostrou diferença significativa com relação a este atributo, havendo portanto uma tendência às espécies de cerrado a apresentarem menor investimento em área em relação a massa das folhas (Figura 9B). A resposta fisiológica, taxa de crescimento relativo apresentou valores geralmente mais elevados para as espécies da mata atlântica, quando as comparações foram feitas dentro de cada par congênico de espécies. Na primeira coleta, realizada após 30 dias (T1), todas as espécies do cerrado, a exceção da espécie *Jacaranda caroba* (do cerrado) apresentaram taxas de crescimento mais baixas que as espécies da mata atlântica (Figura 10A). As espécies do cerrado *Bauhinia rufa* e *Eugenia bimarginata* apresentaram taxas negativas de crescimento. As espécies *Machaerium acutifolium* e *Kielmeyera coriaceae*, também do cerrado, exibiram valores de TCR positivos, mas muito próximos de 0 g.g.d⁻¹ (Figura 10A). Na segunda coleta, após 60 dias (Figura 10B), todas as espécies exibiram taxas positivas de crescimento, embora a espécie do cerrado *Eugenia bimarginata* tenha apresentado valores muito próximos de 0 g.g.d⁻¹. O par congênico *Kielmeyera coriaceae* (do cerrado) e *Kielmeyera lathrophyton* (da mata atlântica), não

apresentou diferença significativa. O par pertencente ao gênero *Jacaranda* também não apresentou diferença significativa entre a espécie do cerrado e a espécie da mata atlântica. Na terceira coleta, após 90 dias, todas os pares de espécies estudados apresentaram taxas de crescimento mais baixas em espécies do cerrado com exceção do par pertencente ao gênero *Kielmeyera*, que não mostrou diferença significativa entre a espécie do cerrado e a da mata atlântica (Figura 11A). A comparação entre os dois conjuntos de espécies, do cerrado e da mata atlântica mostrou uma tendência das espécies da mata atlântica a apresentarem maiores taxas de crescimento, sendo a diferença entre os dois conjuntos de dados altamente significativa (Figura 11B).

A análise de regressão linear mostrou uma relação positiva entre a taxa de crescimento relativo e a AFE ($r=0,76$; $p < 0,0001$) (Figura 12).

Quanto à resposta fisiológica, taxa de assimilação líquida, que é a incorporação de biomassa por unidade de área das folhas por período de tempo, 7 pares apresentaram maiores valores em espécies da mata atlântica: *Bauhinia*, *Gochnatia*, *Solanum*, *Jacaranda*, *Zeyheria*, *Eriotheca* e *Eugenia*. Os pares *Machaerium* e *Kielmeyera* não mostraram diferença significativa entre espécies do cerrado e da mata atlântica (Figura 13 A). Quando os dois conjuntos de espécies (do cerrado e da mata atlântica) foram comparados, houve diferença significativa quanto a esta característica (Figura 13 B). Com relação ao investimento em sistema radicular, razão raiz/parte aérea (R/PA), os resultados obtidos variaram nos diferentes pares de espécies. Quatro pares apresentaram maiores valores nas espécies de cerrado: *Zeyheria*, *Eugenia*, *Kielmeyera*, e *Eriotheca* (Figura 14A). Os pares pertencentes aos gêneros *Bauhinia*, *Solanum* e *Machaerium* apresentaram

valores significativamente maiores de R/PA para as espécies da mata atlântica. Comparando-se os dois conjuntos de espécies, não foi observada uma diferença significativa, não havendo portanto relação entre os grupos de espécies e o ambiente de ocorrência quanto ao investimento em sistema radicular (Figura 14B).

Com relação ao experimento com crescimento de plântulas em tubo PVC, a massa da raiz em relação à parte aérea, razão raiz parte aérea (R/PA) foi maior nas espécies do Cerrado para os gêneros *Kielmeyera*, *Machaerium*, *Eriotheca* e *Bauhinia*. No caso do gênero *Hymenaea*, não foi encontrada diferença significativa entre as espécies. Um maior valor para esta característica ocorreu na espécie de mata atlântica para o gênero *Gochnatia* (Figura 15A). Comparando-se o conjunto de espécies do cerrado e da mata atlântica, não foi encontrada uma diferença significativa para este atributo (Figura 15B). O investimento proporcional em raiz, razão de massa da raiz (RMR) mostrou o mesmo padrão obtido com R/PA. Maiores valores foram encontrados para espécies do cerrado no caso dos gêneros *Kielmeyera*, *Machaerium*, *Eriotheca* e *Bauhinia* e um maior valor foi encontrado para a espécie da mata atlântica no caso do gênero *Gochnatia*. Não houve diferença significativa entre *Hymenea stigonocarpa* e *Hymenaea courbaril* (Figura 16A). Comparando-se os dois grupos (cerrado e mata atlântica), não houve diferença (Figura 16B). A Razão de comprimento da raiz foi maior nos gêneros *Gochnatia*, *Eriotheca*, *Bauhinia*, *Hymenaea* (Figura 17A). No caso dos gêneros *Machaerium* e *Kielmeyera* foi maior em espécies da mata atlântica. Não houve diferença quanto o conjunto de espécies do cerrado e mata atlântica foram comparados (Figura 17B). O Comprimento Específico da Raiz (CER) foi maior para espécies do cerrado nos gêneros *Gochnatia*, *Eriotheca*, *Bauhinia*, *Hymenaea*

(Figura 18A). No caso dos gêneros *Kielmeyera* e *Machaerium*, foi maior para espécies da mata atlântica. Comparando-se as espécies do cerrado e da mata atlântica nenhuma diferença foi encontrada (Figura 18B).



Grande investimento em biomassa das plântulas por unidade de tempo e grande superfície foliar em relação à massa foram geralmente observados em espécies da mata atlântica, sugerindo maior interceptação de luz. Acima: *Bauhinia rufa*, *Zeyheria montana* e *Kielmeyera coriacea* (do cerrado). Abaixo: *Bauhinia forficata*, *Zeyheria tuberculosa* e *Kielmeyera*

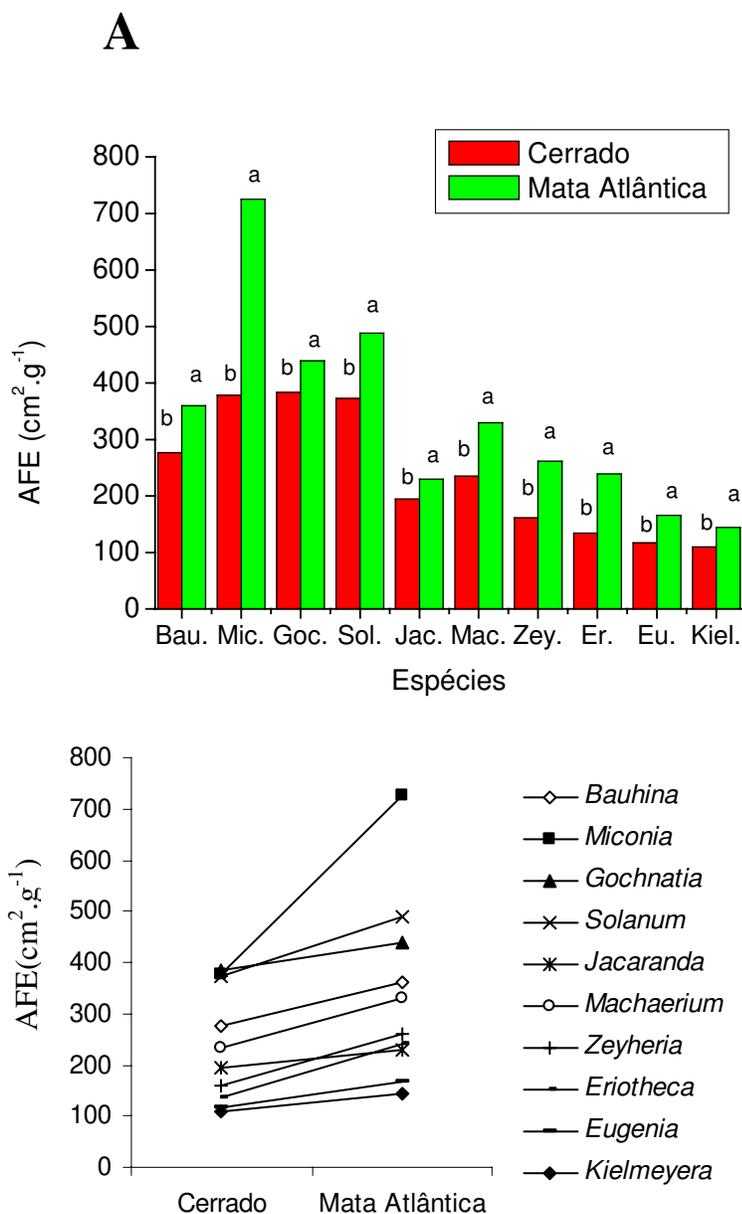


Figura 1: A) Comparação de AFE nos diferentes pares estudados, utilizando-se solo de cerrado como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum granuloseleprosum*, *Solanum lycocarpum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera lathrophyton*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de AFE entre espécies do cerrado e da mata atlântica.

$t = -6,43$; $gl = 9$; $p < 0,0001$

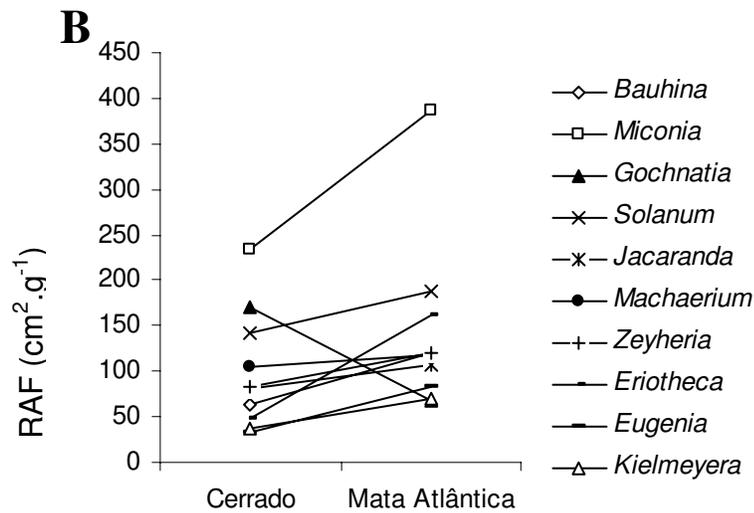
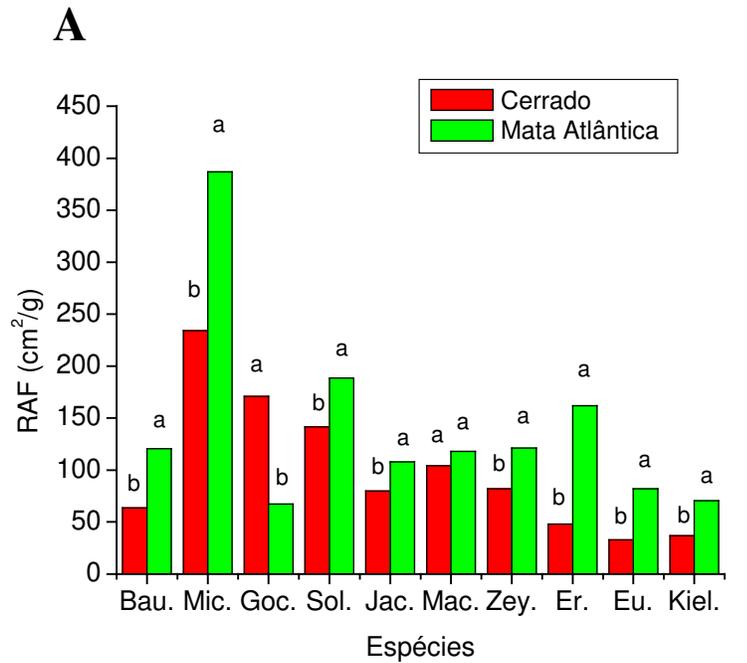


Figura 2: A) Comparação de RAF nos diferentes pares estudados, utilizando-se solo de cerrado como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum granuloso-leprosum*, *Solanum lycocarpum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriaceae*, *Kielmeyera lathrophyton*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de RAF entre espécies do cerrado e da mata atlântica.

$t = -2,27$; $gl = 9$; $p = 0,0246$

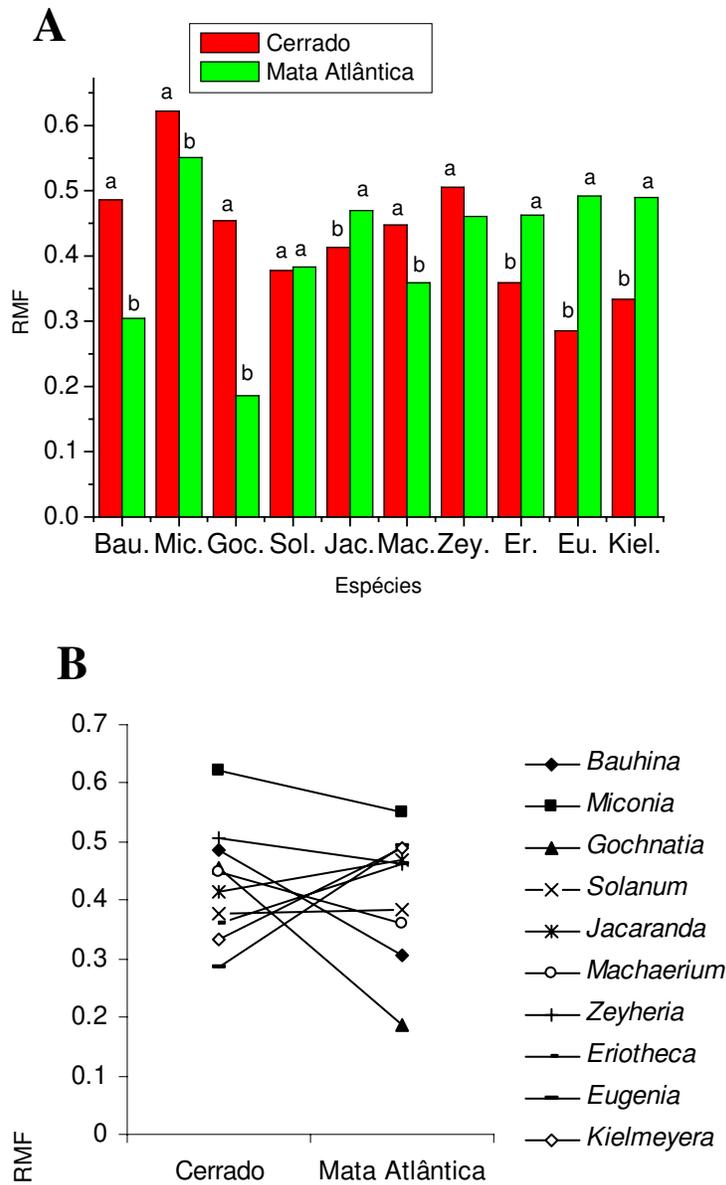


Figura 3: A) Comparação de RMF nos diferentes pares estudados, utilizando-se solo de cerrado como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum granuloso-leprosum*, *Solanum lycocarpum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriaceae*, *Kielmeyera lathrophyton*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de RMF entre espécies do cerrado e da mata atlântica.

$t = 0,2675$; $gl = 9$; $p = 0,39$

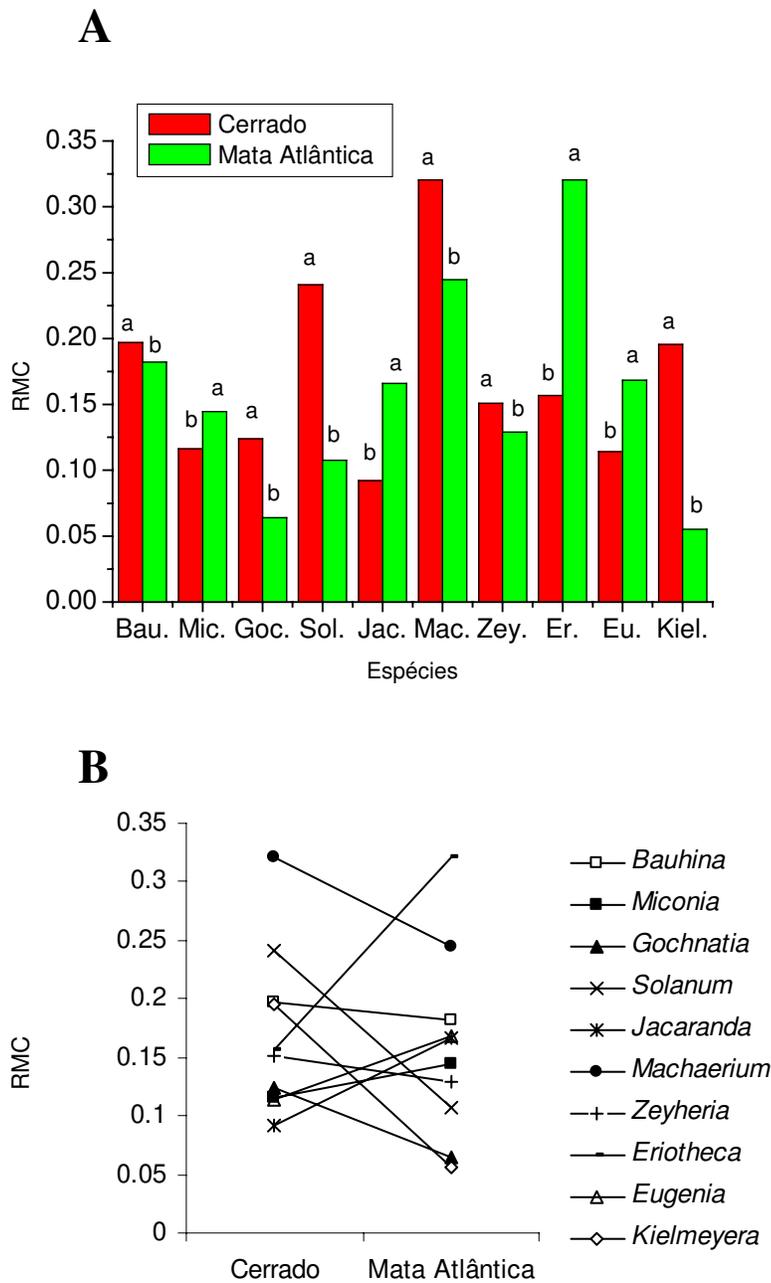


Figura 4: A) Comparação de RMC nos diferentes pares estudados, utilizando-se solo de cerrado como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum granuloso-leprosum*, *Solanum lycocarpum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera lathrophyton*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de RMC entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = 0,41$; $gl = 9$; $p = 0,34$

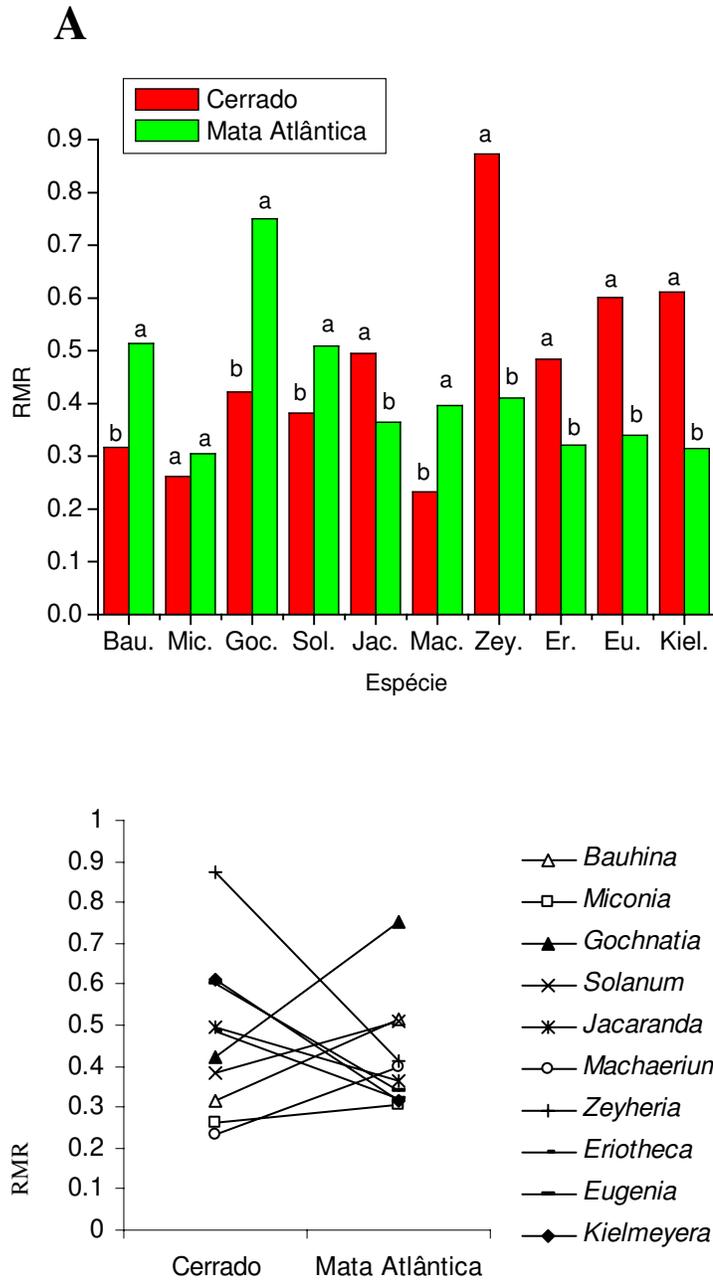


Figura 5: A) Comparação de RMR nos diferentes pares estudados, Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Goc. (*Gochnatia Barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum granuloso-leprosum*, *Solanum lycocarpum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriaceae*, *Kielmeyera lathrophyton*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de RMR entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = 0,40$; $gl = 9$; $p = 0,34$

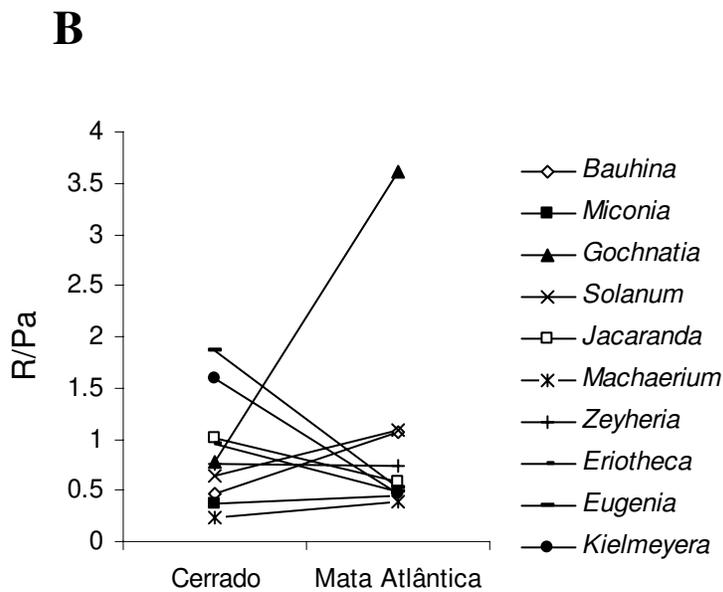
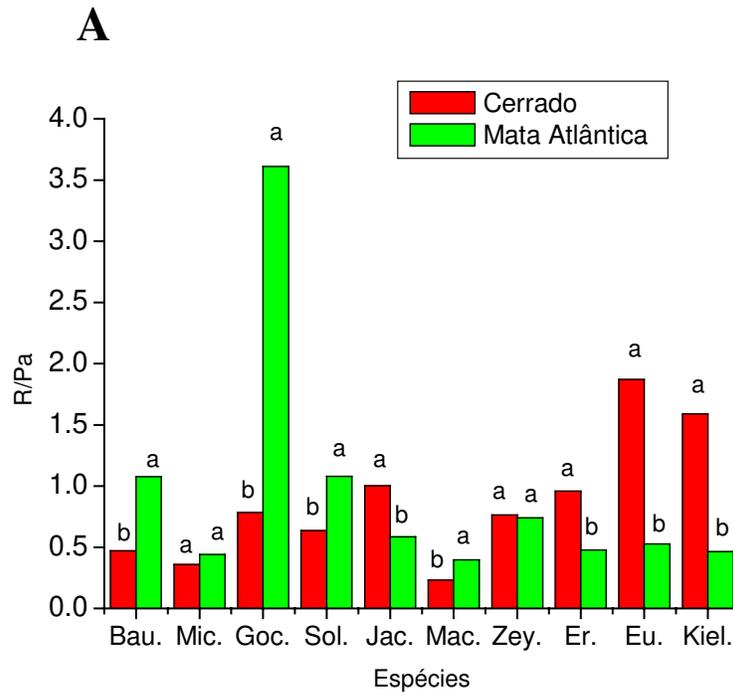


Figura 6: A) Comparação de R/PA nos diferentes pares estudados, utilizando-se solo de cerrado como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum granuloso-leprosum*, *Solanum lycocarpum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriaceae*, *Kielmeyera lathrophyton*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de R/PA entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = 0,0679$; $gl = 9$; $p = 0,47$

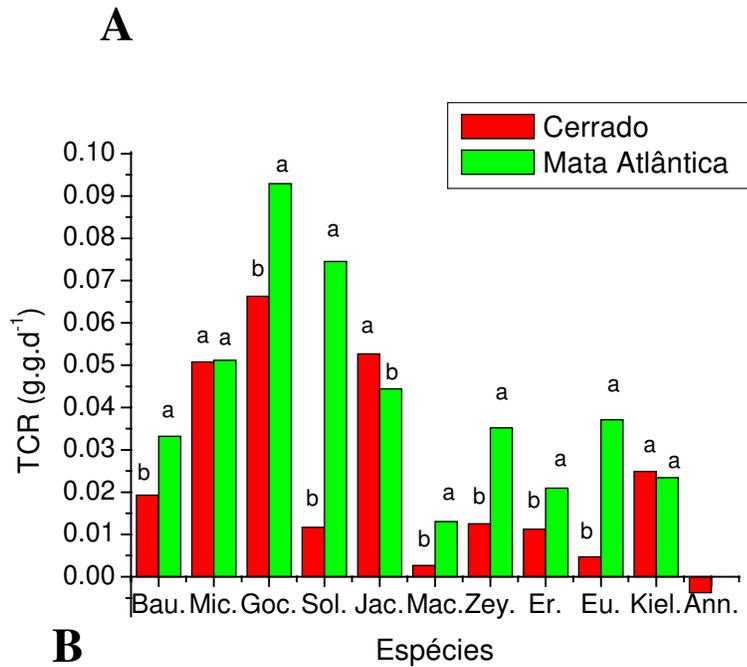


Figura 7: A) Comparação de TCR nos diferentes pares estudados, utilizando-se solo de cerrado como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum granuloso-leprosum*, *Solanum lycocarpum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriaceae*, *Kielmeyera lathrophyton*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de TCR entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = -2,59$; $gl = 9$; $p = 0,01$.

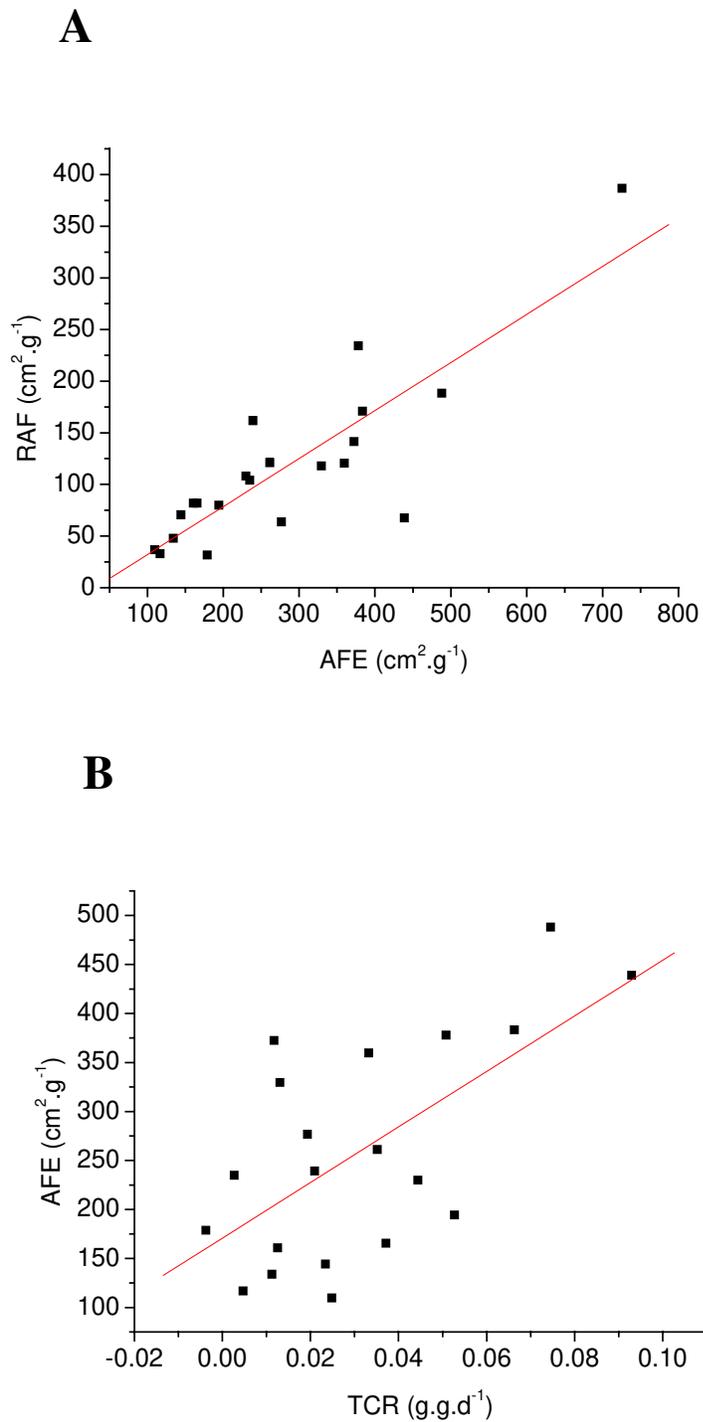


Figura 8: A) Relação entre a área foliar específica e a razão de área foliar de plântulas de Cerrado e Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado. $n=21$; $r=0,85$; $sd=43,93$; $a=-14,5$; $b=0,46$; $p<0,0001$. B) Relação entre a Taxa de crescimento relativo e a área foliar específica, de plântulas de Cerrado e Mata Atlântica crescidas em solo do cerrado. $n=21$; $r=0,64$; $dp=89,47$; $a=170,79906$; $b=2835,09426$; $p=0,0023$.

B

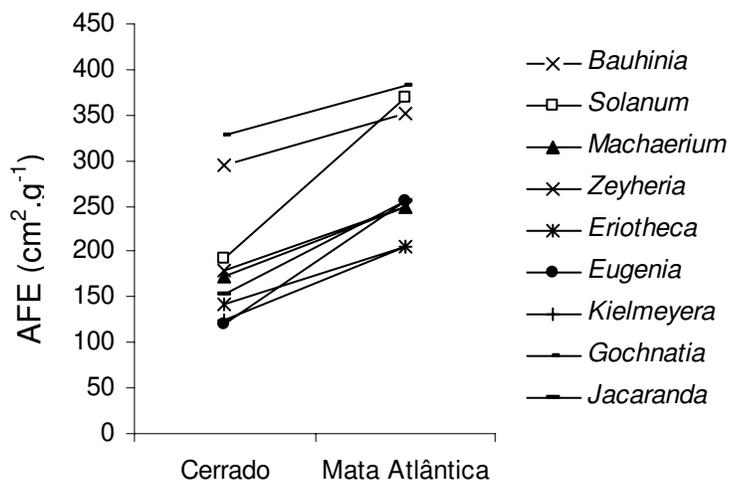


Figura 9: A) Comparação de AFE nos diferentes pares estudados, utilizando-se vermiculita com solução nutritiva como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum lycocarpum*, *Solanum granuloso-leprosum*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera lathrophyton*, *Kielmeyera coriacea*), Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*) letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de AFE entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = -6,65$; $gl = 8$; $p = 0,00001$

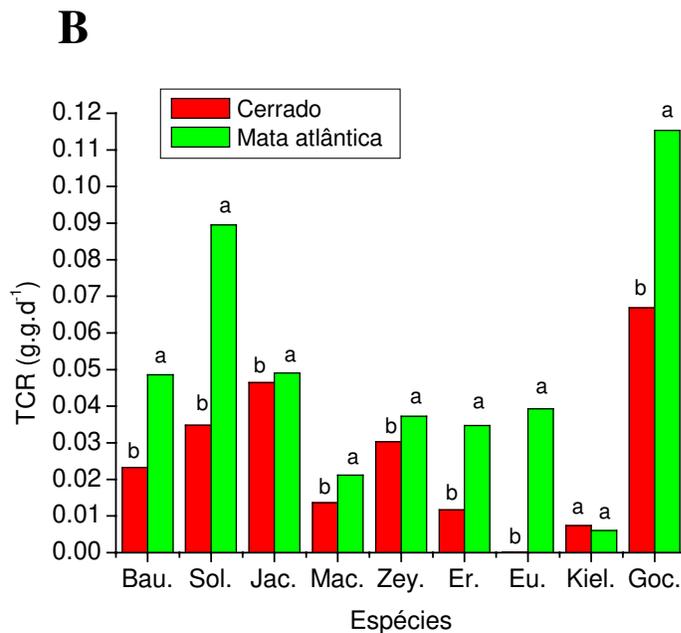
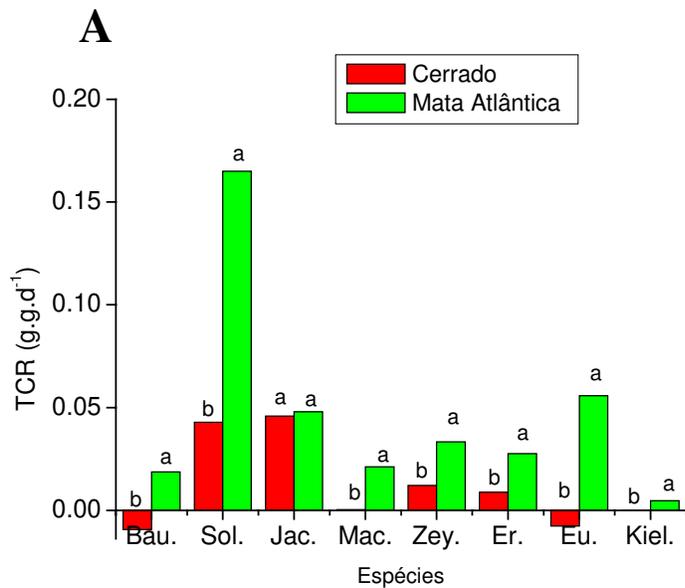


Figura 10: A) Comparação de TCR, após 30 dias, nos diferentes pares estudados, utilizando-se vermiculita com solução nutritiva como substrato. Sol. (*Solanum lycocarpum*; *Solanum pseudoquina*); Eu (*Eugenia bimarginata*; *Eugenia cuprea*); Er. (*Eriotheca gracilipes*; *Eriotheca candolleana*; Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Bau. (*Bauhinia rufa*; *Bauhinia forficata*); Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera lathrophyton*); Zey. (*Zeyheria tuberculosa*, *Zeyheria montana*); Jac. (*Jacaranda cuspidifolia*, *Jacaranda caroba*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*). letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação dos diferentes pares após 60 dias, utilizando-se vermiculita com solução nutritiva como substrato letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

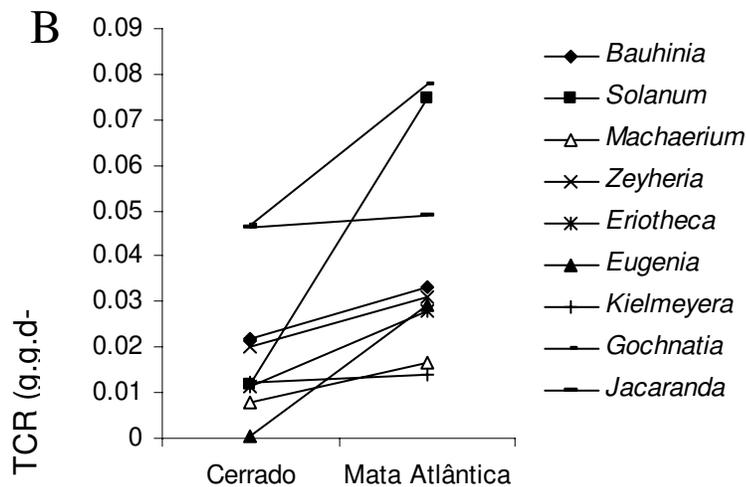
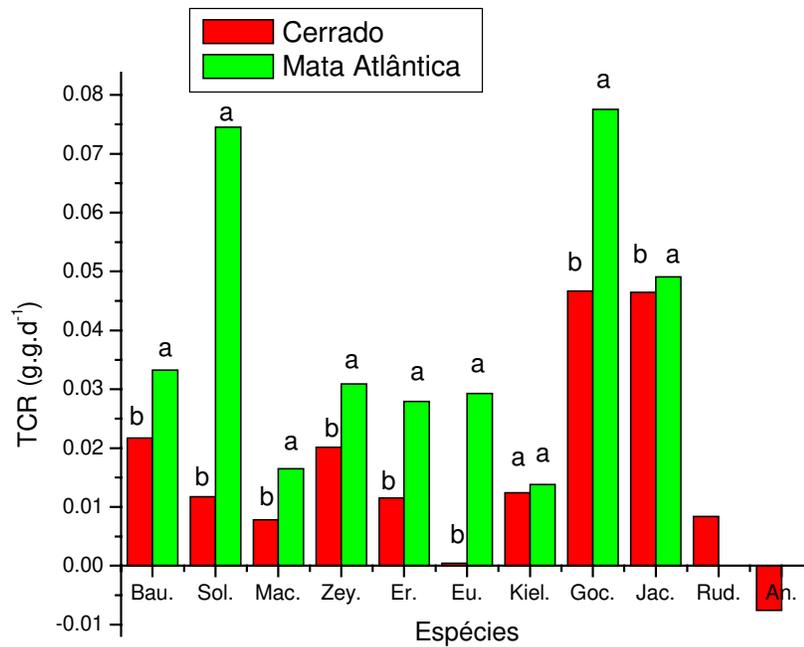


Figura 11: A) Comparação de TCR nos diferentes pares estudados, após 90 dias, utilizando-se vermiculita com solução nutritiva como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum lycocarpum*, *Solanum granuloso-leprosum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera lathrophyton*, *Kielmeyera coriaceae*), Rud. (*Rudgea virbunoides*); An. (*Annona coriaceae*) letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de TCR entre espécies do Cerrado e da Mata atlântica. $t = -3,1$; $gl = 9$; $p = 0,0084$

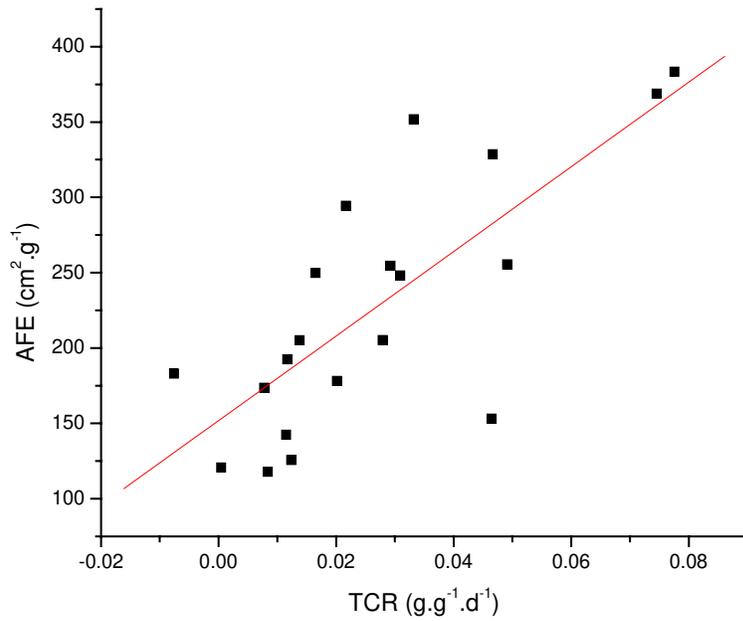
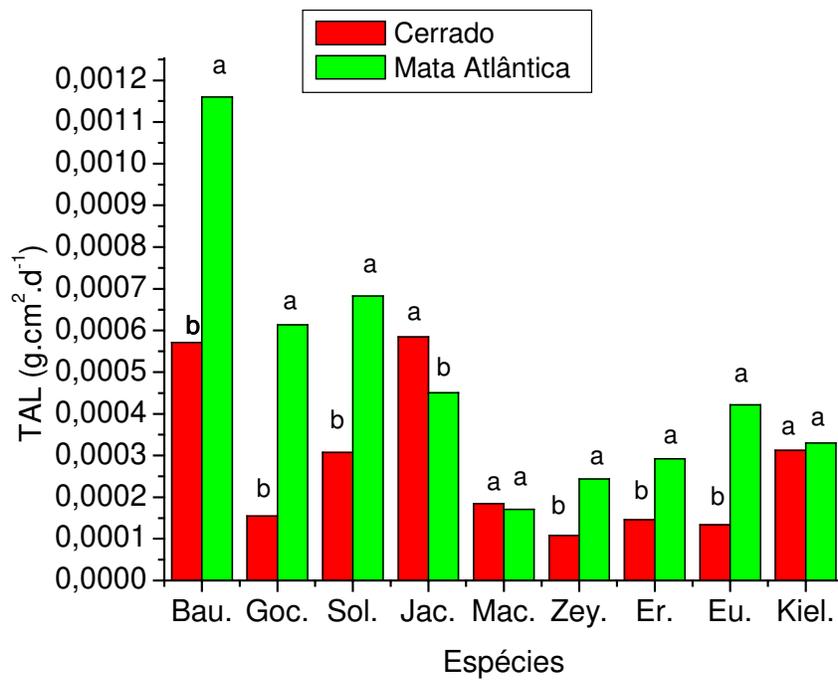


Figura 12: Relação entre a área foliar específica e a taxa de crescimento relativo de plântulas de Cerrado e Mata Atlântica crescidas em vermiculita com solução nutritiva. $n=20$; $r=0,76$; $sd=55,64$; $a=151,87$; $b=2807,29$; $p<0,0001$.



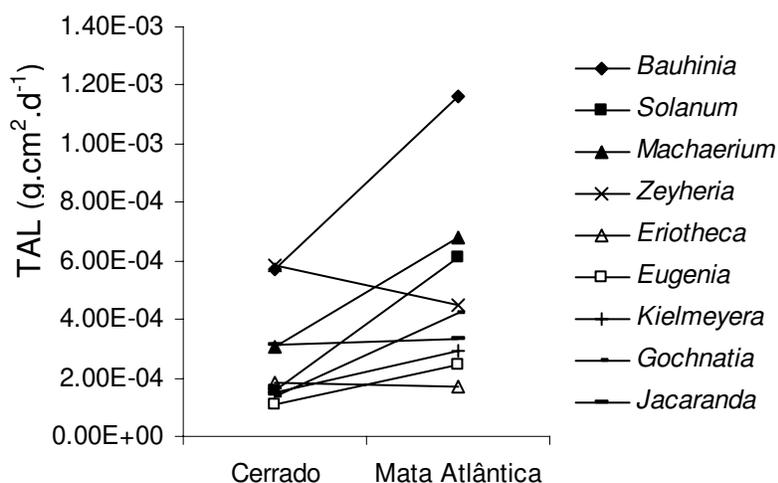
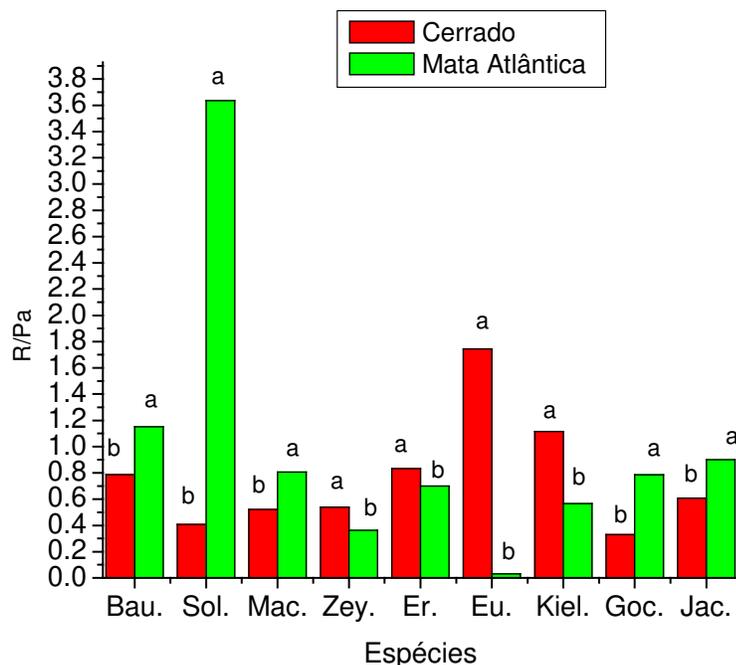


Figura 13: A)

Comparação

de TAL nos diferentes pares estudados, utilizando-se vermiculita com solução nutritiva como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum lycocarpum*, *Solanum granuloso-leprosum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimacrinata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera lathrophyton*) | A diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de TCR entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = -2,6$; $gl = 9$; $p = 0,015$.



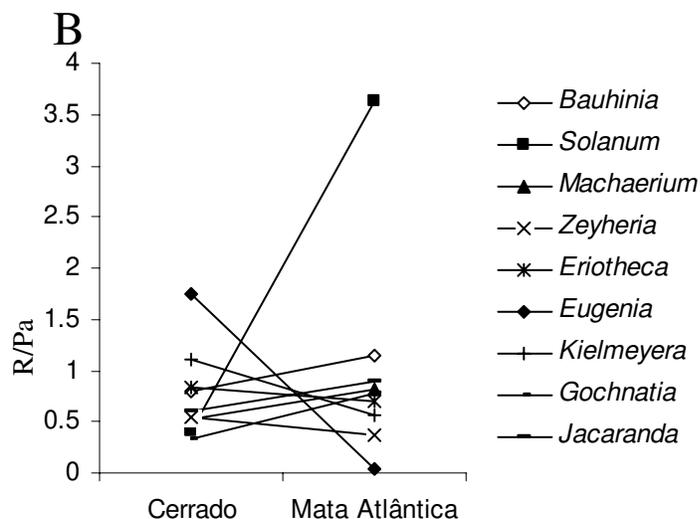
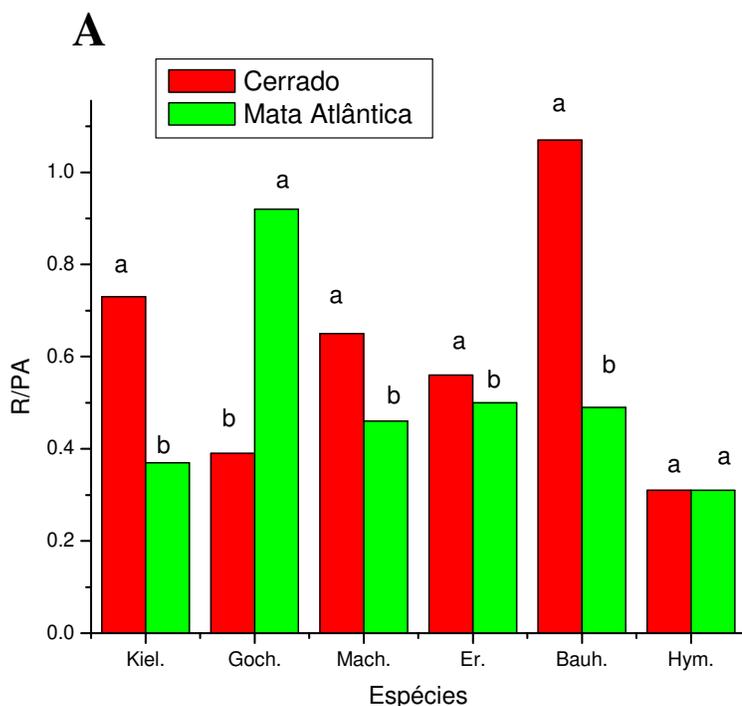


Figura 14: A) Comparação de R/PA nos diferentes pares estudados, utilizando-se vermiculita com solução nutritiva como substrato. Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Goc. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Sol. (*Solanum lycocarpum*, *Solanum granuloso-leprosum*); Jac. (*Jacaranda caroba*, *Jacaranda cuspidifolia*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera lathrophyton*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação de R/PA entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = -0,30$; $gl = 8$; $p = 0,38$



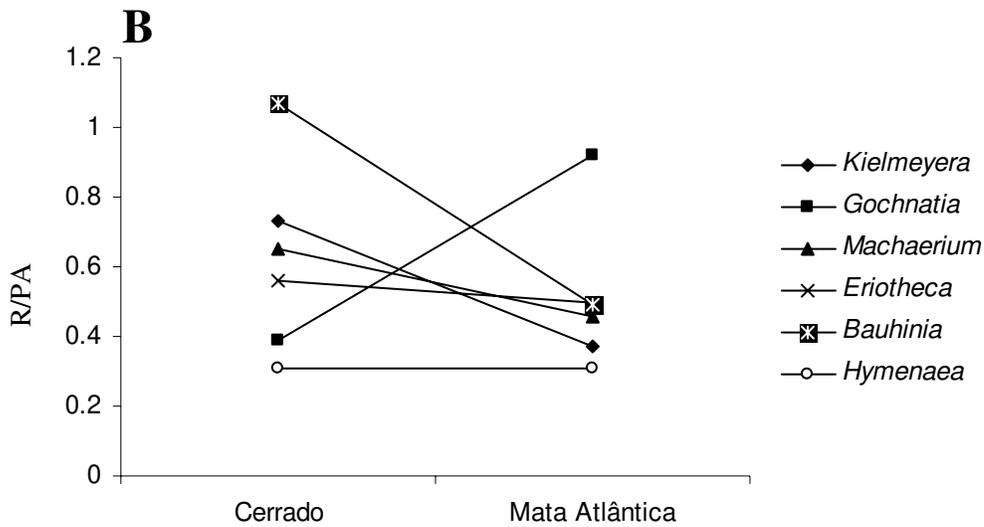
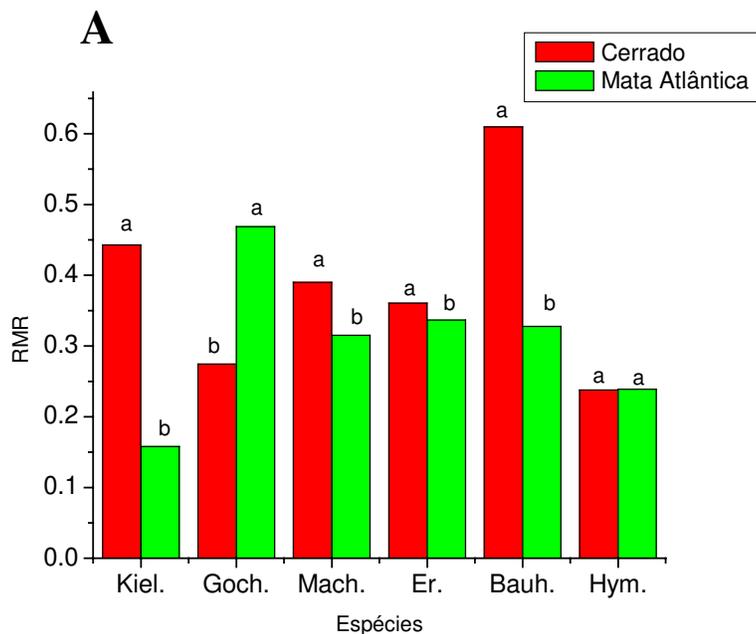


Figura 15: A) Comparação de R/PA nos diferentes pares estudados, em experimento usando-se tubos PVC preenchidos com areia como substrato. Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera lathrophyton*) Goch. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*) Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Hym. (*Hymenaea stigonocarpa*; *Hymenaea courbaril*). Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. B) Comparação de R/PA entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = 0,71$; $gl=5$; $p=0,25$.



B

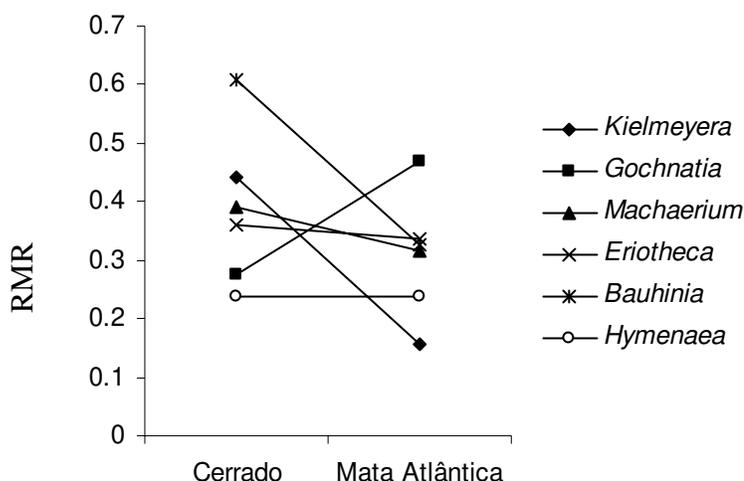
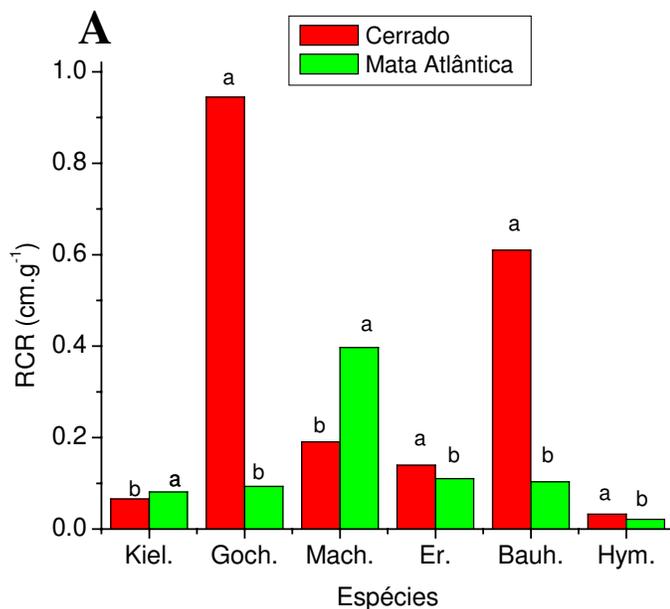


Figura16: A) Comparação de RMR nos diferentes pares estudados, em experimento usando-se tubos PVC preenchidos com areia como substrato. Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera lathrophyton*) Goch. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*) Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Hym. (*Hymenaea stigonocarpa*; *Hymenaea courbaril*) B) Comparação de RMR entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t = -1,04$; $gl=5$; $p=0,17$. Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.



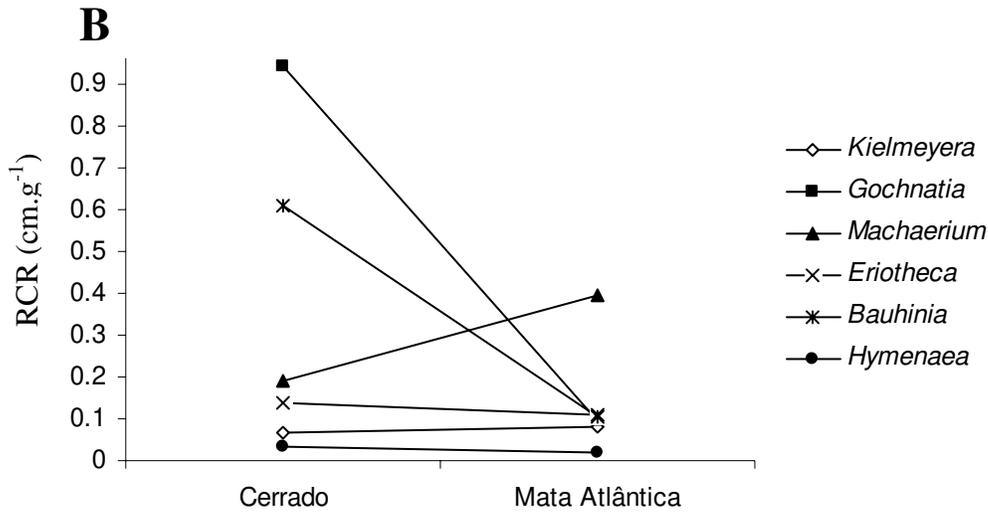
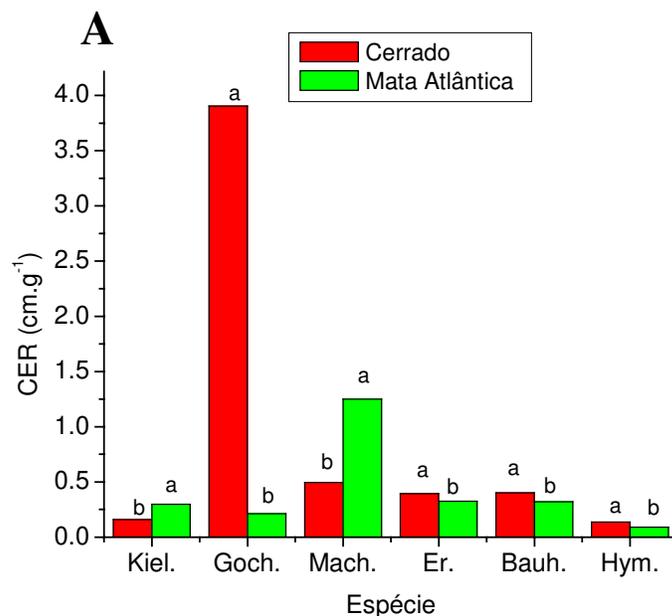


Figura 17: A) Comparação de RCR nos diferentes pares estudados, em experimento usando-se tubos PVC preenchidos com areia como substrato. Kiel. (*Kielmeyera lathrophyton*, *Kielmeyera coriacea*) Goch. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*) Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Hym. (*Hymenaea stigonocarpa*; *Hymenaea courbaril*) B) Comparação de RCR entre espécies do cerrado e da mata atlântica.

$t = 1,31$; $gl = 5$; $p = 0,12$. Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.



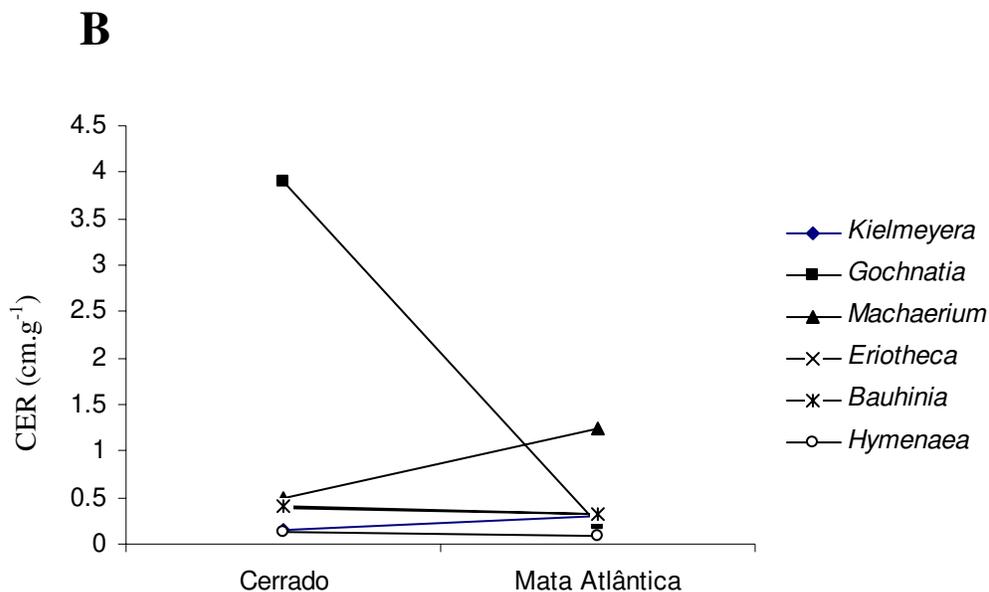


Figura18: A) Comparação de CER nos diferentes pares estudados, em experimento usando-se tubos PVC preenchidos com areia como substrato. Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera lathrophyton*) Goch. (*Gochnatia barrosii*, *Gochnatia polymorpha*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*) Bau. (*Bauhinia rufa*, *Bauhinia forficata*); Hym. (*Hymenaea stigonocarpa*; *Hymenaea courbaril*) B) Comparação de CER entre espécies do cerrado e da mata atlântica.

t= 0,66; gl=5; p=0,26. Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Quanto à germinação de sementes e à tolerância ao sombreamento no par congênico *Eriotheca candolleana* (da mata atlântica) e *Eriotheca gracilipes* (do cerrado)

Sob regime de alternância de temperaturas, 30/20⁰C, 12 horas luz / 12 horas escuro (30/20⁰C- L/E), a germinação da espécie *Eriotheca candolleana* iniciou-se no terceiro dia após a semeadura (figura 19A) na condição de luz / escuro (L / E), havendo grande aumento nos percentuais de sementes germinadas até o oitavo dia de experimento (o percentual de 56% de germinação é atingido neste dia). A partir deste dia, os percentuais continuam se elevando, estabilizando-se no vigésimo segundo dia com um percentual total de 75% de sementes germinadas. Sob condição de escuro contínuo (figura 19A), a germinação das sementes da espécie *Eriotheca candolleana* têm início no segundo dia após a semeadura. Os percentuais elevam-se até o sétimo dia de experimento, atingindo um percentual de 50% de germinação. Após este dia, os percentuais de sementes germinadas continuam a elevar-se, estabilizando-se a partir do décimo terceiro dia com um percentual total de 60% das sementes germinadas.

A espécie *Eriotheca gracilipes*, sob regime de alternância de temperaturas em condição de Luz / Escuro (Figura 19A) inicia a germinação no primeiro dia após a semeadura. A partir deste dia, os percentuais elevam-se rapidamente até o quinto dia, quando o percentual de sementes germinadas atinge 52%, a seguir há uma queda no percentual, que estabiliza-se a partir do décimo primeiro dia, com um total de 63% das sementes germinadas. Em escuro contínuo (Figura 19A), as sementes iniciam a germinação também logo no primeiro dia após a semeadura,

atingindo o valor de 50% das sementes germinadas no quinto dia de experimento. A seguir, há aumento progressivo do percentual de sementes germinadas em menor velocidade. Estabilizando-se a germinação no décimo primeiro dia com um percentual total de 61% de germinação (figura 19A).

Sob regime de temperatura constante de 25⁰C L/E, a espécie *Eriotheca candolleana*, (Figura 19B) inicia a germinação das sementes no segundo dia após a semeadura. A partir deste dia, os percentuais de sementes germinadas sofrem grande aumento até o nono dia de experimento, atingindo um percentual de 80% (Figura 19B). A seguir, a velocidade diminui, estabilizando-se no décimo dia de experimento, com um percentual final de 82% de germinação. No escuro contínuo, sob este regime de temperatura, as sementes de *Eriotheca candolleana* começaram a germinar no terceiro dia após a semeadura, havendo a partir de então lento aumento das sementes germinadas até o quinto dia de experimento, atingindo-se 75% de germinação, quando houve estabilização do percentual de sementes germinadas.

No caso da espécie *Eriotheca gracilipes* (Figura 19B), sob a condição de 25⁰C L/E, houve início da germinação no segundo dia. A partir de então, houve um aumento dos percentuais germinativos até o sétimo dia, chegando-se ao valor de 54% de germinação.

Sob condição de 25⁰C em escuro contínuo, as sementes de *Eriotheca gracilipes* (Figura 19B) iniciaram a germinação no segundo dia. Houve elevação rápida até o sexto dia, quando foi atingido o percentual de 45% de germinação. Desde esse dia, os percentuais progrediram até a estabilização no décimo primeiro dia quando chegou-se a um percentual total de 52%.

A análise estatística entre as espécies sob os diferentes regimes de luz e temperatura demonstrou que nenhuma das espécies apresentou sensibilidade a luz ($p > 0,05$). Em condição de alternância de temperatura não houve diferença significativa entre os percentuais finais de germinação das duas espécies (Figura 19A). Já na câmara sob temperatura de 25°C , houve diferença entre os percentuais obtidos para *Eriotheca gracilipes* e *Eriotheca candolleana*, sendo que a espécie de ambiente florestal exibiu percentuais finais de germinação significativamente mais elevados.

O teste do Tetrazolium revelou viabilidade de 100% das sementes antes do início dos experimentos e após os experimentos (realizado com sementes não germinadas).

As plântulas das duas espécies, crescidas em diferentes níveis de radiação, mostraram nítida divergência de respostas de crescimento. Com relação à área foliar específica (AFE), *Eriotheca gracilipes* exibiu valores significativamente mais baixos que *Eriotheca candolleana* no tratamento de maior irradiância (50%). No entanto, sob condição de sombreamento, ao contrário, o valor obtido foi maior para a espécie *Eriotheca gracilipes*. Ambas as espécies demonstraram plasticidade quanto a esta característica, aumentando os valores de AFE no sombreamento (Figura 20A). A razão de área foliar (RAF), apresentou-se maior para *Eriotheca candolleana* tanto no tratamento com maior irradiância quanto no sombreamento (Figura 20B). Os valores aumentaram no tratamento com baixa intensidade luminosa para ambas as espécies. O índice de robustez (IR) foi sempre maior na espécie de cerrado (*Eriotheca gracilipes*). Tanto no caso da *Eriotheca gracilipes* quanto no caso da *Eriotheca candolleana*, os valores de

índice de Robustez (IR) diminuíram com o sombreamento (Figura 20 D), havendo portanto maior estiolamento da plântula da espécie florestal tanto no tratamento de maior irradiância quanto no sombreamento artificial. As plântulas das duas espécies diminuíram os valores de IR em baixa intensidade luminosa. Quanto à alocação de biomassa para as diferentes partes das plantas houve diferenças marcantes para as duas espécies. A razão de massa das folhas (RMF) apresentou valores mais baixos na espécie de cerrado tanto no tratamento com alta irradiação quanto no sombreamento artificial. A espécie *Eriotheca candolleana* exibiu aumento do investimento proporcional em biomassa de folhas com o sombreamento, havendo diferença significativa entre os dois tratamentos. A espécie *Eriotheca gracilipes* também mostrou diferença significativa quando as médias foram comparadas (Figura 20 C). Já a razão de massa do caule (RMC) mostrou-se sempre maior na espécie do cerrado em ambos os tratamentos. As duas espécies apresentaram diminuição do investimento proporcional em biomassa de caule em baixo nível de radiação (Figura 21A). A razão de massa da raiz (RMR) foi sempre maior nas plântulas da espécie *Eriotheca gracilipes* tanto na luz quanto no escuro. Ambas as espécies apresentaram diminuição do investimento proporcional em raiz sob condição de sombreamento artificial (Figura 21B). A razão raiz/parte aérea (R/PA) foi sempre maior para as plântulas de *Eriotheca gracilipes* em ambos os níveis de sombreamento, sendo que para as duas espécies houve diminuição dos valores com a imposição do sombreamento (Figura 21D). Com relação à razão de comprimento da raiz (RCR), razão do comprimento da raiz pela massa seca da raiz, houve maiores valores para a espécie *Eriotheca candolleana* nos dois níveis de irradiância. Um aumento

significativo no investimento em comprimento em relação à massa foi obtido tanto para *E.candolleana* quanto para *E.gracilipes* no tratamento com baixa intensidade luminosa (Figura 21C).

Quanto à resposta fisiológica de crescimento Taxa de crescimento relativo (TCR), observou-se que a espécie da mata atlântica *E.candolleana* apresentou as maiores taxas de incorporação de biomassa por unidade de tempo tanto sob 50% quanto sob 2% de irradiância. No tratamento com 50% de incidência de radiação, a espécie do cerrado, *E.gracilipes* apresentou taxa de crescimento negativa no primeiro mês após o plantio ($-0,00649\text{g.g.d}^{-1}$). No segundo mês a taxa se eleva para valores positivos, mas se mantém muito baixa até a última coleta, após 90 dias exibindo uma média de $0,006583\text{g.g.d}^{-1}$ (Figura 22A). Sob condição de deficiência luminosa (em baixo nível de luminosidade), esta espécie apresentou valores de TCR sempre negativos em todas as coletas. Após 90 dias, o valor da TCR foi de $-0,0023\text{g.g.d}^{-1}$ (Figura 22A). Já a espécie *E. candolleana* apresentou valores de taxa de crescimento muito superiores tanto na condição de grande incidência de luminosidade quanto na condição de baixa intensidade luminosa (Figura 22A). O maior valor de taxa de crescimento para esta espécie ocorreu na primeira coleta, no tratamento com corte de 50% da luz solar total, quando foi atingido o valor de $0,0332\text{ g.g.d}^{-1}$. Mesmo sob intenso sombreamento esta espécie apresentou valores positivos de TCR.

Com relação à resposta fisiológica taxa de assimilação líquida (TAL), as espécies estudadas mostraram diferença significativa quanto ao tratamento com baixa intensidade luminosa. Nesta condição, a espécie *E. candolleana* mostrou valor positivo de TAL, ao passo que *E.gracilipes*, apresentou valor negativo.

Quanto ao tratamento de maior incidência luminosa, houve diferença significativa entre as duas espécies (Figura 22B).



Grande investimento proporcional em biomassa da raiz para a espécie do cerrado: *Eriotheca gracilipes*. Um maior diâmetro do sistema radicular foi observado. Baixos valores de RCR e CER foram obtidos em relação à espécie

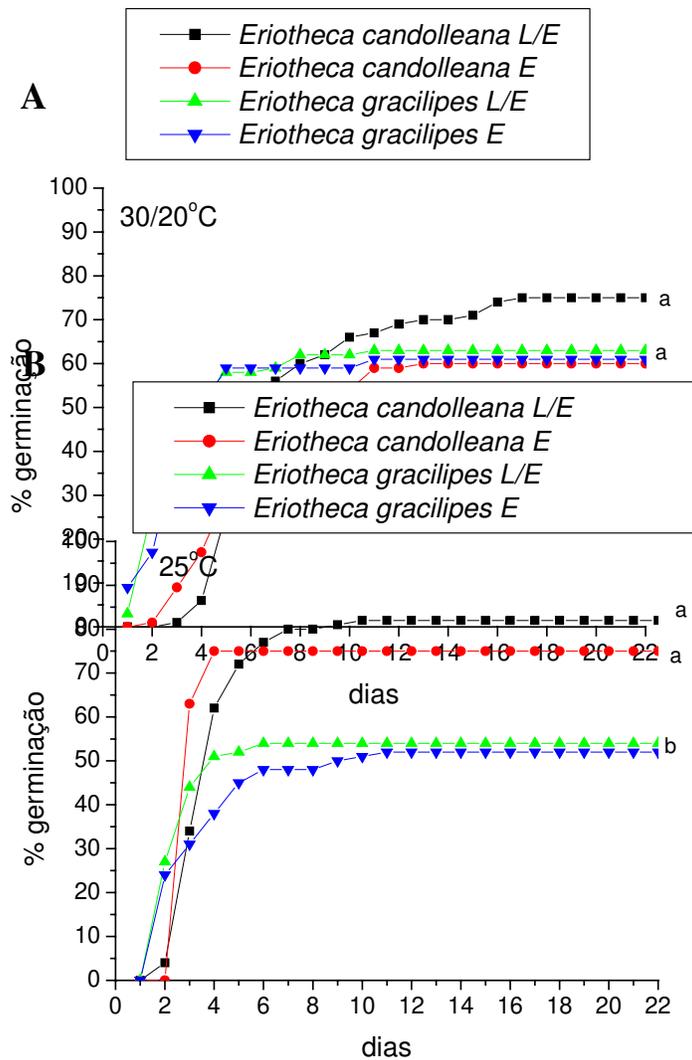


Figura19: A) Comportamento germinativo das espécies *Eriotheca candolleana* e *Eriotheca gracilipes* em câmara de germinação 30/20°C L/E- 12 horas Luz, 12 horas Escuro e 30/20°C E- Escuro contínuo. B) Comportamento germinativo das espécies *Eriotheca candolleana* e *Eriotheca gracilipes* em câmara de germinação 25°C L/E- 12 horas Luz, 12 horas Escuro e 25°C E- Escuro contínuo.

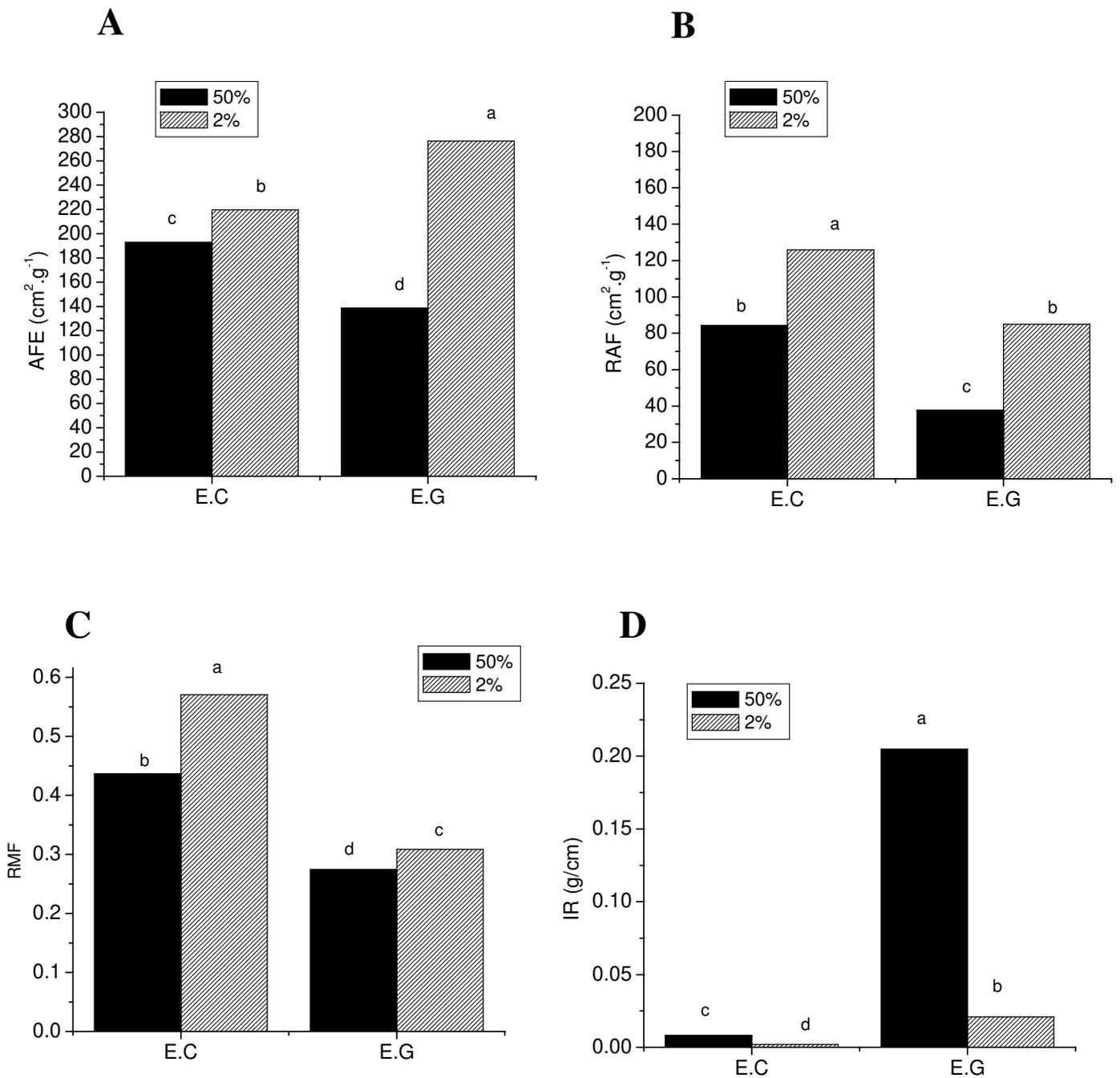


Figura 20: A) Comparação de AFE entre *Eriotheca candolleana* (E.C) e *Eriotheca gracilipes* (E.G) em dois níveis de irradiância. B) Comparação de RAF entre *Eriotheca candolleana* (E.C) e *Eriotheca gracilipes* (E.G) em dois níveis de irradiância. C) Comparação de RMF entre *Eriotheca candolleana* (E.C) e *Eriotheca gracilipes* (E.G). D) Comparação de IR entre *Eriotheca candolleana* (E.C) e *Eriotheca gracilipes* (E.G) em dois níveis de irradiância. Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade segundo o teste de Turkey.

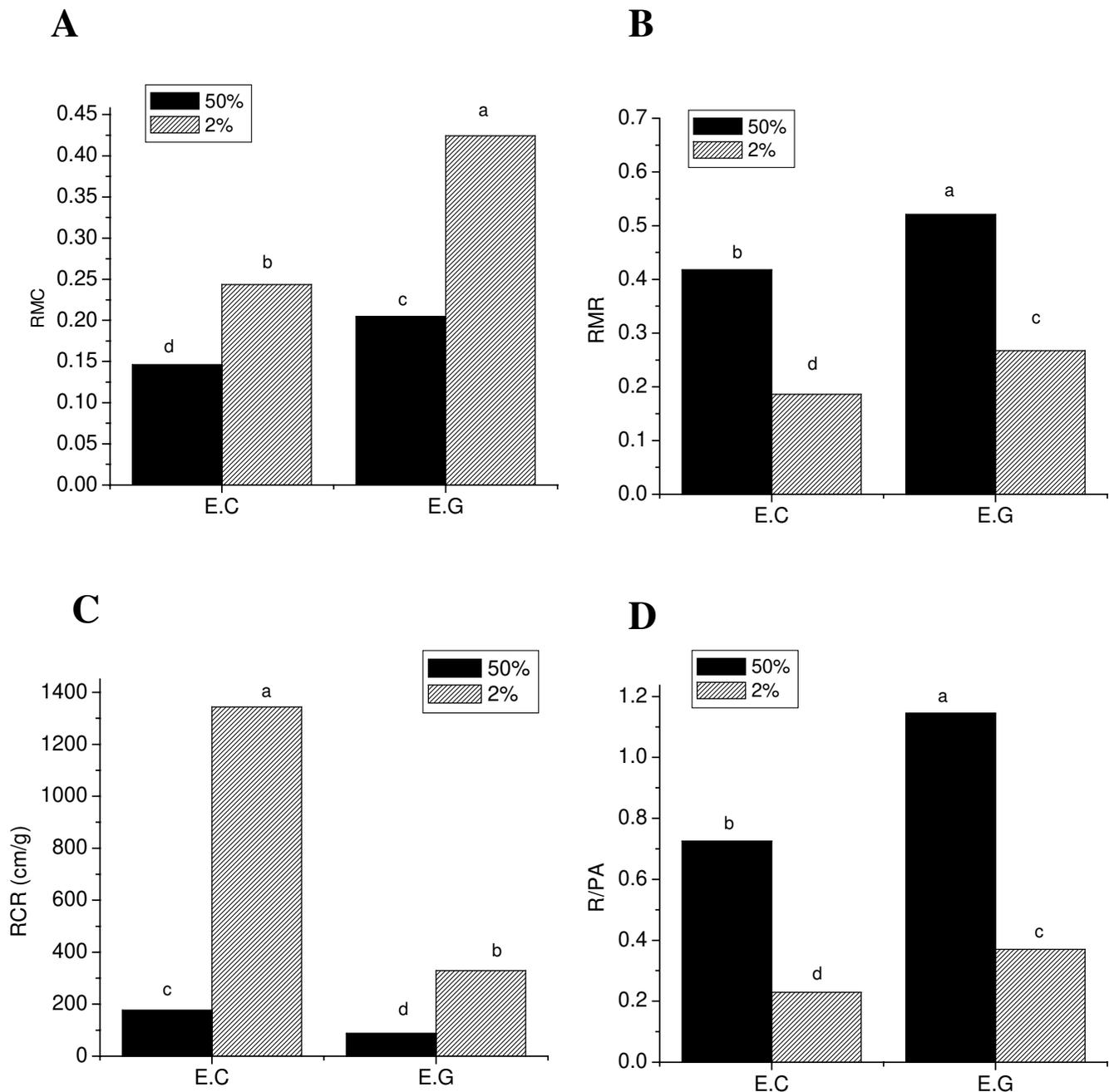


Figura 21: A) Comparação de RMC entre *Eriotheca candolleana* (E.C) e *Eriotheca gracilipes* (E.G) em dois níveis de irradiância. B) Comparação de RMR entre *Eriotheca candolleana* (E.C) e *Eriotheca gracilipes* (EG) em dois níveis de irradiância. C) Comparação de RCR entre *Eriotheca candolleana* (E.C) e *Eriotheca gracilipes* (E.G). D) Comparação de R/PA entre *Eriotheca candolleana* (E.C) e *Eriotheca gracilipes* (E.G) em dois níveis de irradiância. Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade segundo o teste de Turkey.

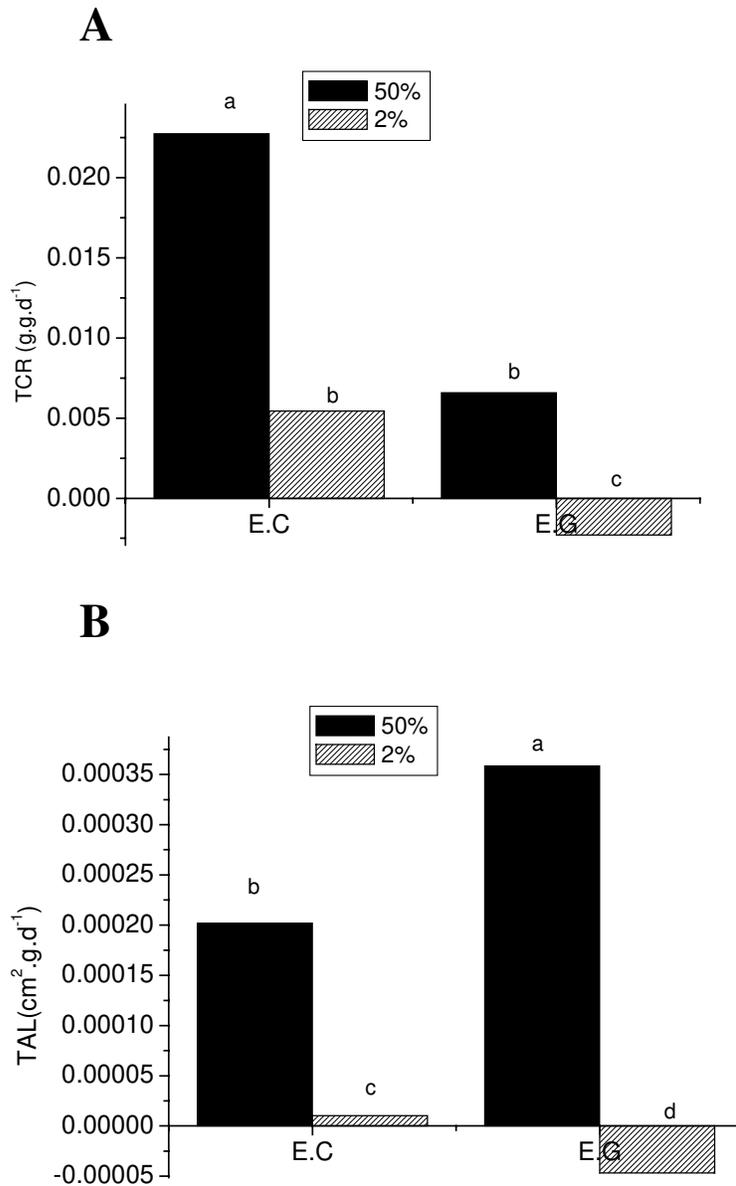


Figura 22: A) Comparação de TCR, após 90 dias em *Eriotheca candolleana* (EC) e *Eriotheca gracilipes* (EG). letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação da TAL entre as espécies *Eriotheca candolleana* (EC) e *Eriotheca gracilipes* (EG) entre espécies do cerrado e da mata atlântica. letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$)

3.4 Quanto aos atributos morfo-fisiológicos foliares

As medidas de área foliar específica (AFE) revelaram o mesmo padrão encontrado para plântulas. As espécies do cerrado apresentaram valores significativamente mais baixos que as espécies da mata atlântica em todos os 14 pares congênericos estudados para este atributo. As comparações foram feitas dentro de cada par congênico. O maior valor foi encontrado em uma espécie da mata atlântica, *Solanum pseudoquina*, com valor de AFE de 233,29 cm²/g. O menor valor foi encontrado na espécie *Eugenia bimarginata*, do cerrado (50,40cm²/g). Quando as comparações foram feitas entre os dois grupos de espécies, do cerrado e da mata atlântica, foi encontrada uma diferença altamente significativa, em que as espécies do cerrado apresentaram valores mais baixos (Figuras 23 e 24).

Os dados de espessura da lâmina foliar revelaram que, com exceção do par congênico *Machaerium nyctitans*, da mata atlântica e *Machaerium acutifolium*, do cerrado, todos os demais pares apresentaram o mesmo padrão, com as espécies do cerrado apresentando os maiores valores de espessura. Comparando-se as espessuras dos dois grupos foi observada uma diferença altamente significativa sugerindo uma tendência às espécies do cerrado a apresentarem folhas com maior espessura (Figuras 25 e 26).

As medidas de suculência foliar mostraram que todos os pares estudados para este atributo apresentaram suculência maior para as espécies do cerrado quando as comparações foram feitas dentro de cada par (Figura 27). Analisando-se o conjunto de espécies do cerrado e da mata atlântica observou-se uma nítida

tendência às espécies do cerrado a apresentarem folhas mais suculentas (Figura 28).

A análise de regressão linear mostrou uma relação positiva entre a espessura e a suculência foliar ($r=0,72$; $p<0,0001$). Houve uma relação negativa entre a área foliar específica e a suculência foliar ($r=-0,63$; $p<0,0001$) (Figuras.29 e 30).

Com relação às medidas de largura foliar, os resultados encontrados variaram entre os pares congêneros estudados. A largura das folhas foi maior em espécies do cerrado no caso dos dois pares de *Eugenia* e de mais seis pares congêneros, pertencentes aos gêneros *Annona*, *Xylopia*, *Solanum*, *Eriotheca*, *Miconia*, *Machaerium*. No caso dos pares pertencentes aos gêneros *Zeyheria* e *Ouratea*, houve maior investimento em largura foliar nas espécies de mata atlântica (Figura 31). Não houve diferença significativa quando espécies dos pares pertencentes aos gêneros *Rudgea*, *Kielmeyera* e *Bauhinia* foram comparados. Quando os dois conjuntos de espécies (cerrado e mata atlântica) foram estatisticamente comparados, nenhuma tendência foi encontrada já que a diferença obtida não foi significativa (Figura 32).

As medidas de área foliar também mostraram resultados com grande variação entre os pares congêneros estudados. Para os dois pares de *Eugenia* e para os pares pertencentes aos gêneros *Annona*, *Xylopia*, *Solanum*, *Eriotheca* e *Machaerium*, houve um maior investimento em área para espécies do cerrado. Já para os pares dos gêneros *Zeyheria* e *Ouratea*, houve um maior investimento em área para as espécies da mata atlântica. Ao passo que para os pares *Bauhinia*, *Miconia*, *Myrcia*, *Rudgea* e *Kielmeyera*, nenhuma diferença foi encontrada quando

as espécies foram comparadas dentro de cada par congênico (Figura 33). A análise das espécies do cerrado e da mata atlântica não evidenciou tendência já que a diferença encontrada não foi significativa (Figura 34).



Algumas espécies do cerrado apresentaram maior investimento em largura, área e espessura que as espécies da mata atlântica, definidos por alguns autores como gigantismo foliar (Blackman, 2005). *Annona coriacea* (do cerrado) a esquerda e *Annona cacans* da mata atlântica (a direita).

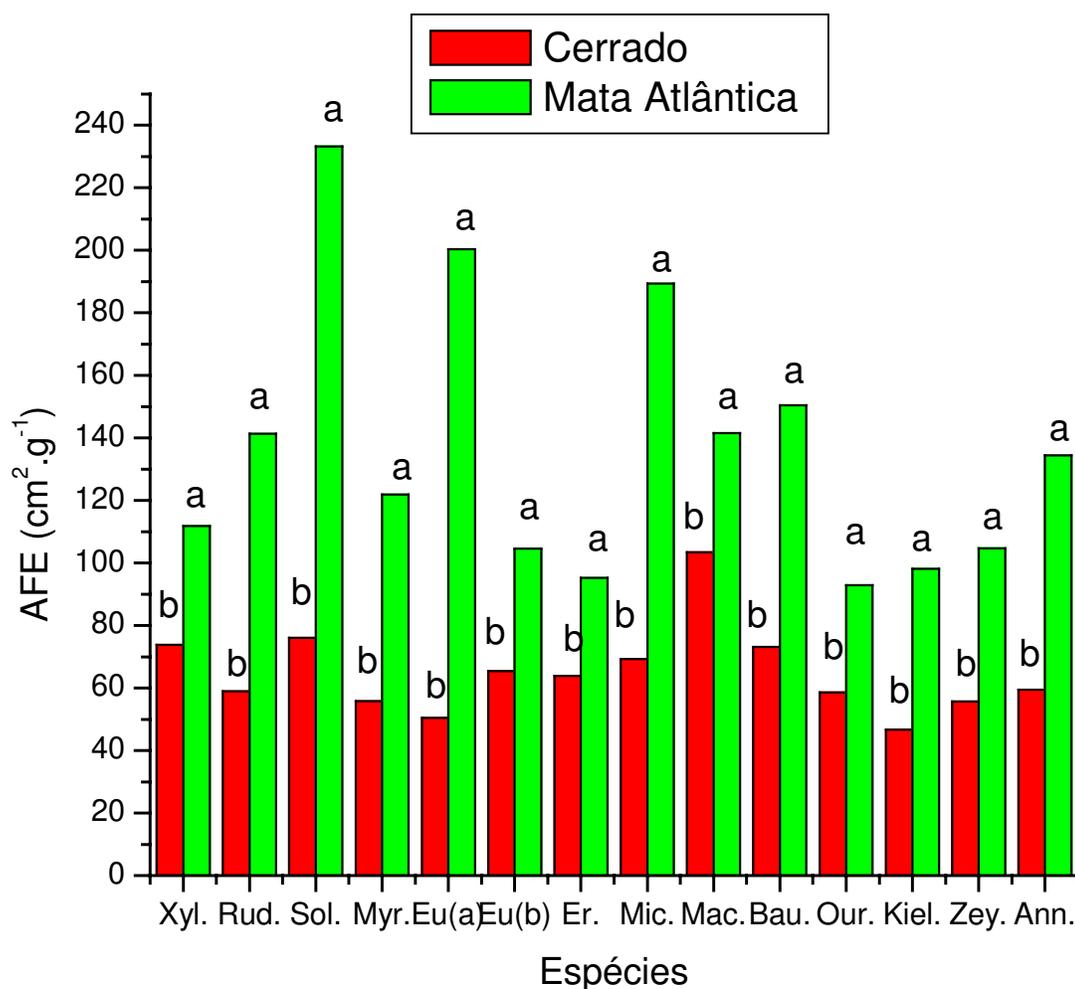


Figura 23: A) Comparação de AFE nos diferentes pares estudados, Xyl. (*Xylopi aromaticana*, *Xylopi brasiliensis*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*); Sol. (*Solanum lycocarpum*; *Solanum pseudoquina*); Myr (*Myrcia albo-tomentosa*; *Myrcia tenuivenosa*); Eu(a) (*Eugenia bimarginata*; *Eugenia cuprea*); Eu(b) (*Eugenia aurata*; *Eugenia cerasiflora*); Er. (*Eriotheca gracilipes*; *Eriotheca candolleana*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Bau. (*Bauhinia rufa*; *Bauhinia forficata*); Our. (*Ouratea spectabilis*; *Ouratea verticillata*); Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera descipiens*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Ann (*Anona coriacea*; *Anona cacans*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

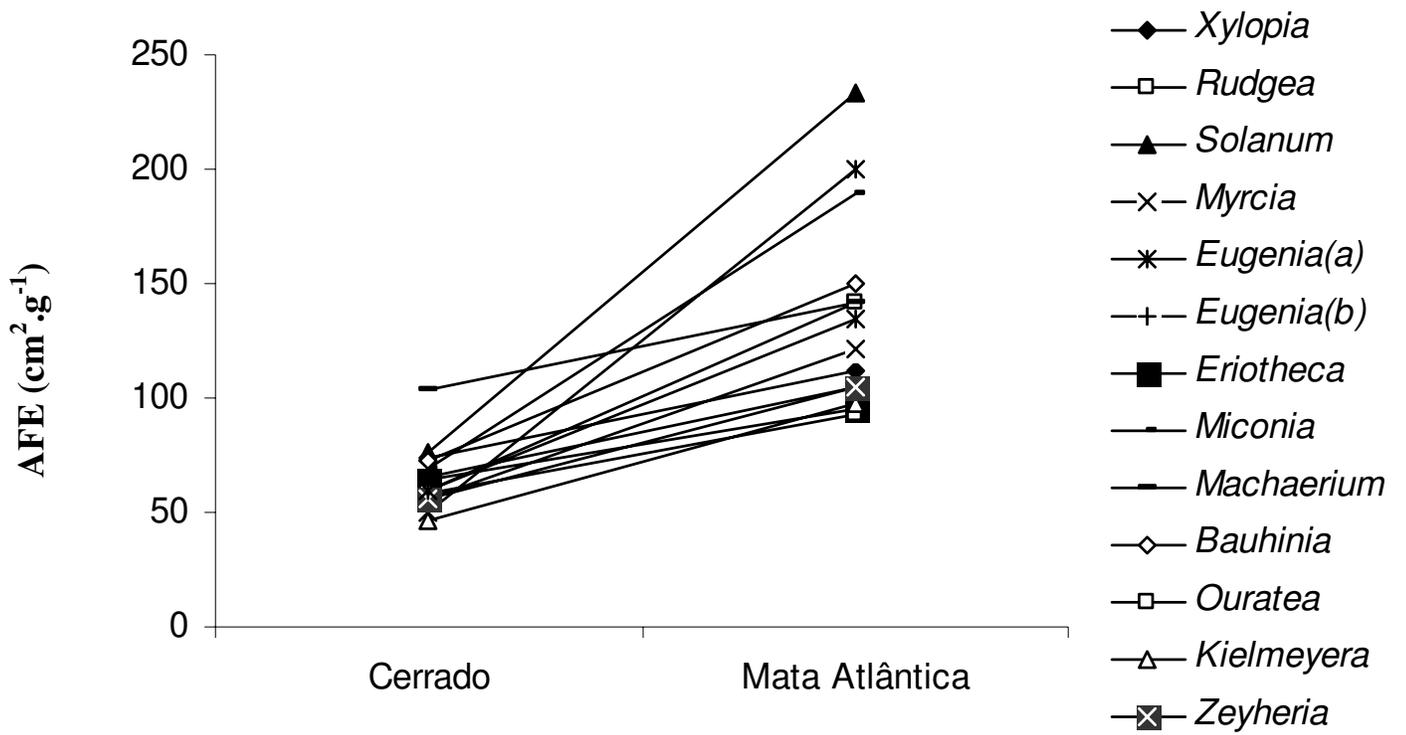


Figura 24: A) Comparação de AFE entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t=-6,38$, $gl=13$; $p < 0,00001$

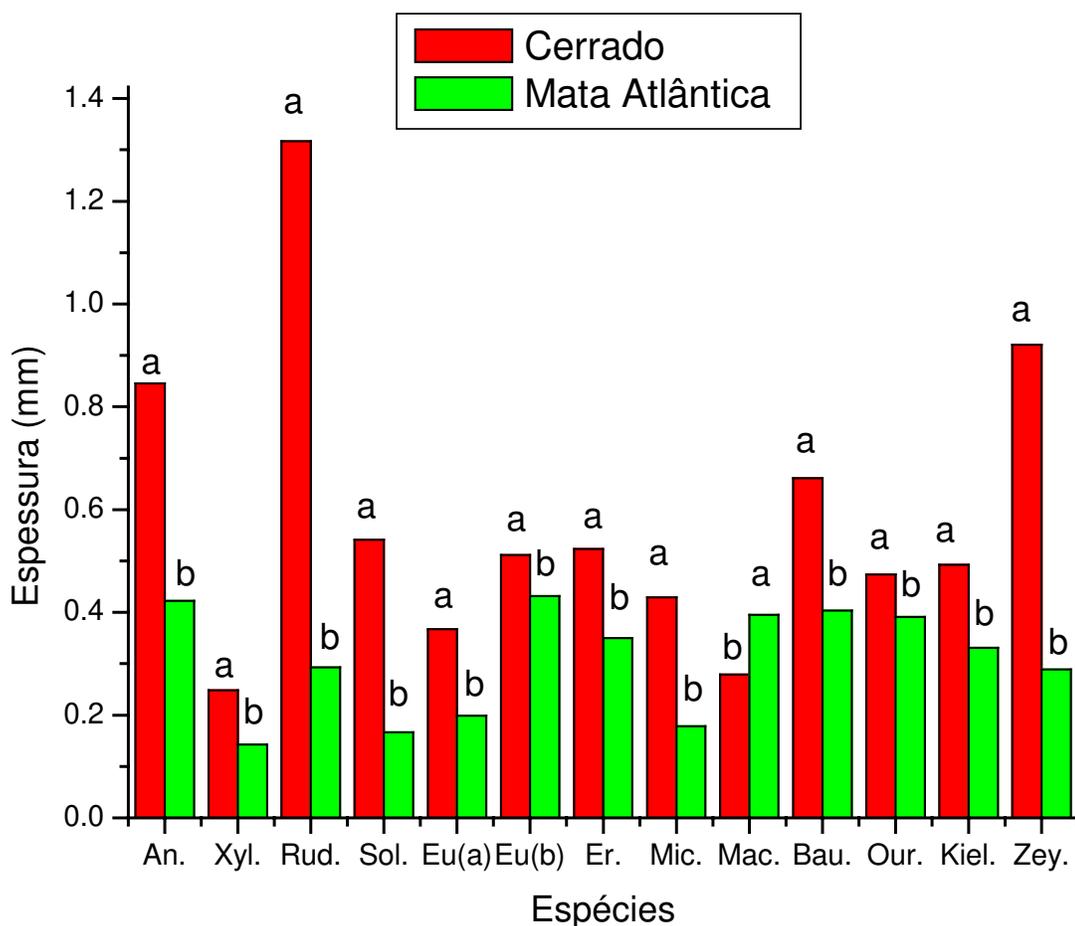


Figura 25: A) Comparação de Espessura da lâmina foliar nos diferentes pares estudados, Xyl. (*Xylopia aromatica*, *Xylopia brasiliensis*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*); Sol. (*Solanum lycocarpum*; *Solanum pseudoquina*); Myr (*Myrcia albotomentosa*; *Myrcia tenuivenosa*); Eu(a) (*Eugenia bimarginata*; *Eugenia cuprea*); Eu (b) (*Eugenia aurata*; *Eugenia cerasiflora*); Er. (*Eriotheca gracilipes*; *Eriotheca candolleana*); Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Bau. (*Bauhinia rufa*; *Bauhinia forficata*); Our. (*Ouratea spectabilis*; *Ouratea verticillata*); Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera descipiens*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Ann (*Anona coriacea*; *Anona cacans*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

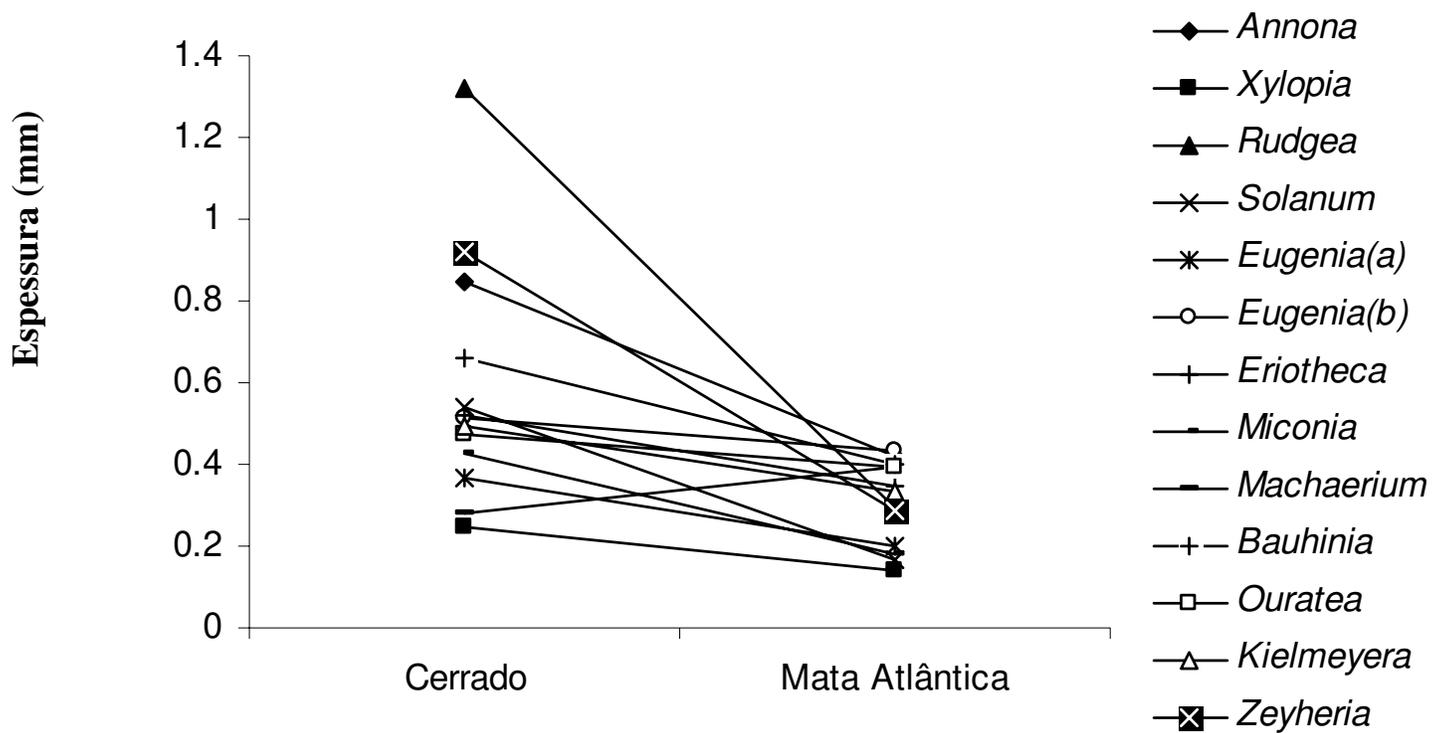


Figura 26: Comparação de espessura da lâmina foliar (mm) entre espécies do cerrado e da mata atlântica; $t=3,45$; $gl=12$; $p=0,0024$

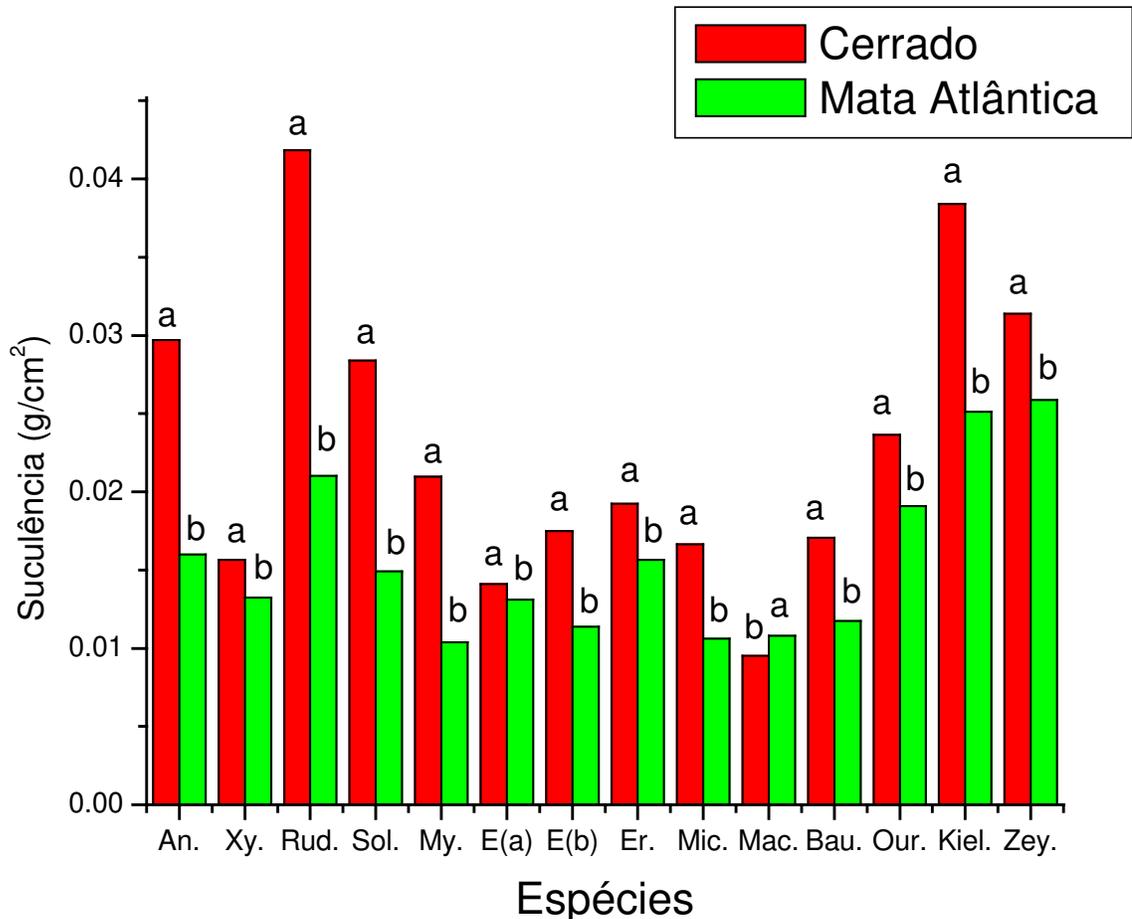


Figura 27: Comparação de Suculência foliar nos diferentes pares estudados, Xyl. (*Xylopi* *aromatica*, *Xylopi* *brasiliensis*); Rud. (*Rudgea* *virbunoides*; *Rudgea* *jasminoides*); Sol. (*Solanum* *lycocarpum*; *Solanum* *pseudoquina*); My (*Myrcia* *albo-tomentosa*; *Myrcia* *tenuivenosa*); Eu(a) (*Eugenia* *bimarginata*; *Eugenia* *cuprea*); Eu(b) (*Eugenia* *aurata*; *Eugenia* *cerasiflora*); Er. (*Eriotheca* *gracilipes*; *Eriotheca* *candolleana*; Mic. (*Miconia* *rubiginosa*, *Miconia* *latecrenata*); Mac. (*Machaerium* *acutifolium*, *Machaerium* *nyctitans*); Bau. (*Bauhinia* *rufa*; *Bauhinia* *forficata*); Our. (*Ouratea* *spectabilis*; *Ouratea* *verticillata*); Kiel. (*Kielmeyera* *coriacea*, *Kielmeyera* *descipiens*); Zey. (*Zeyheria* *tuberculosa*, *Zeyheria* *montana*); Ann (*Anona* *coriacea*; *Annona* *cacans*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

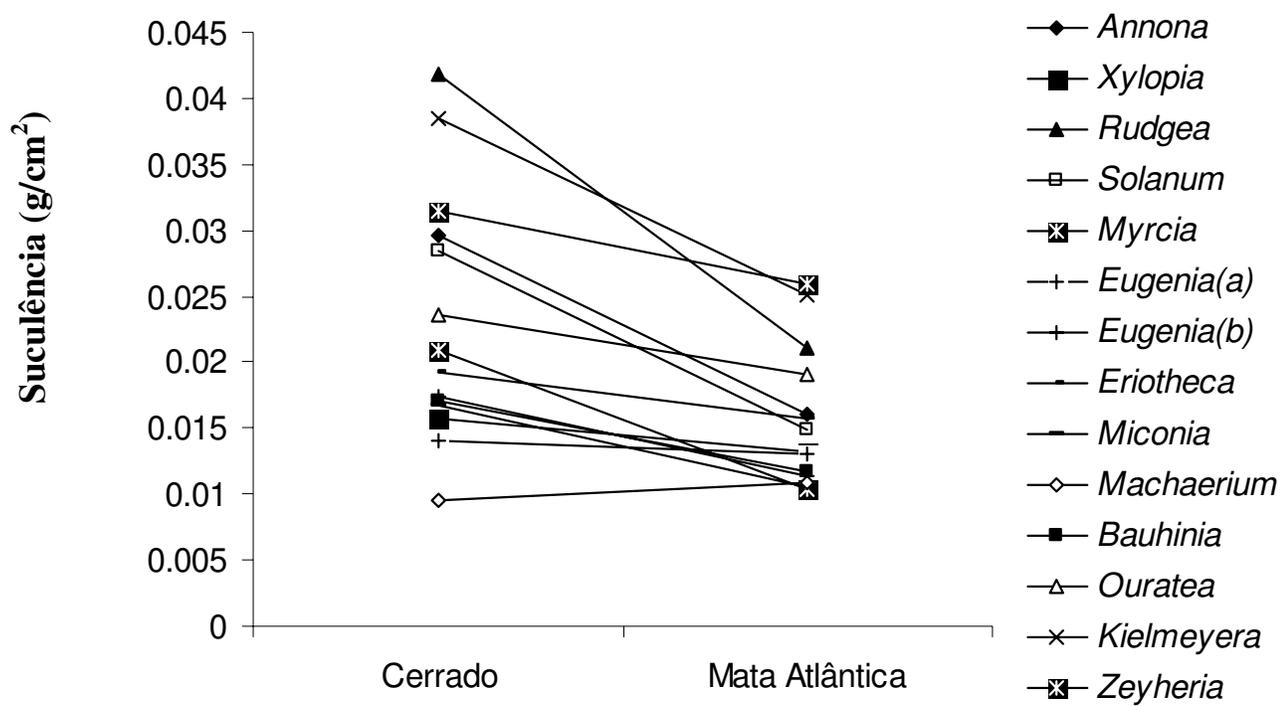


Figura 28: Comparação de espessura da lâmina foliar (mm) entre espécies do cerrado e da mata atlântica.

$t= 5,38$; $gl=13$; $p < 0,0001$

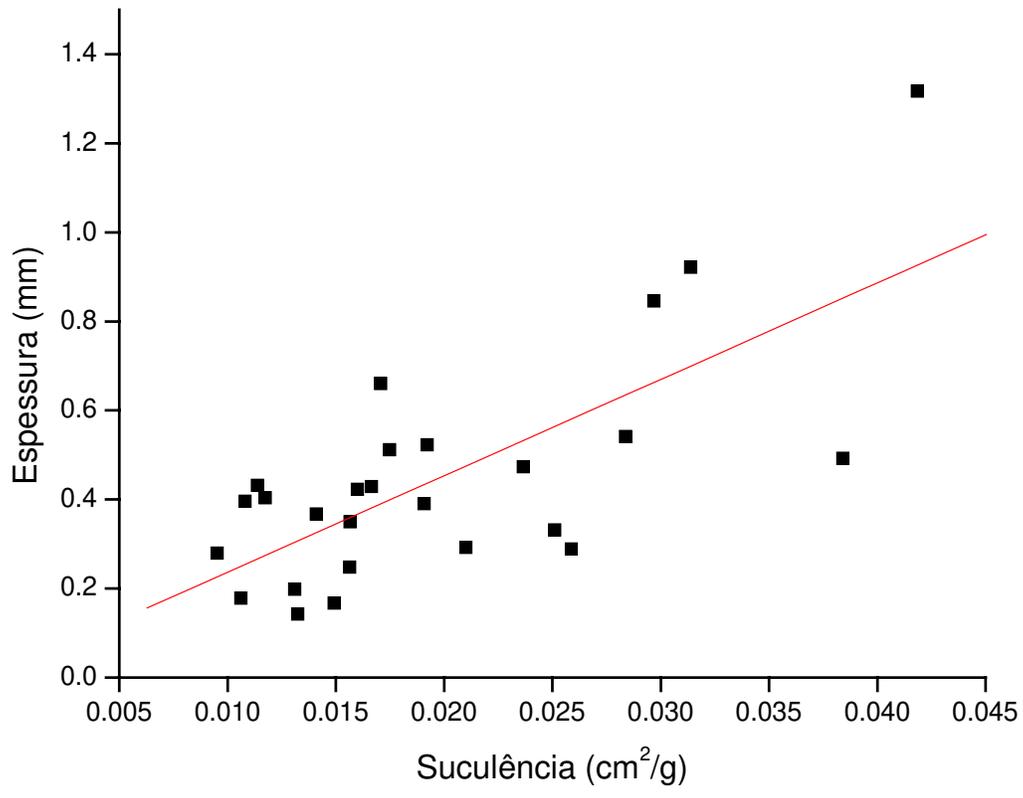


Figura 29: Relação entre suculência e espessura foliar. n=26; R=0,72; dp=0,18; a=0,02; b=21,64; p<0,0001

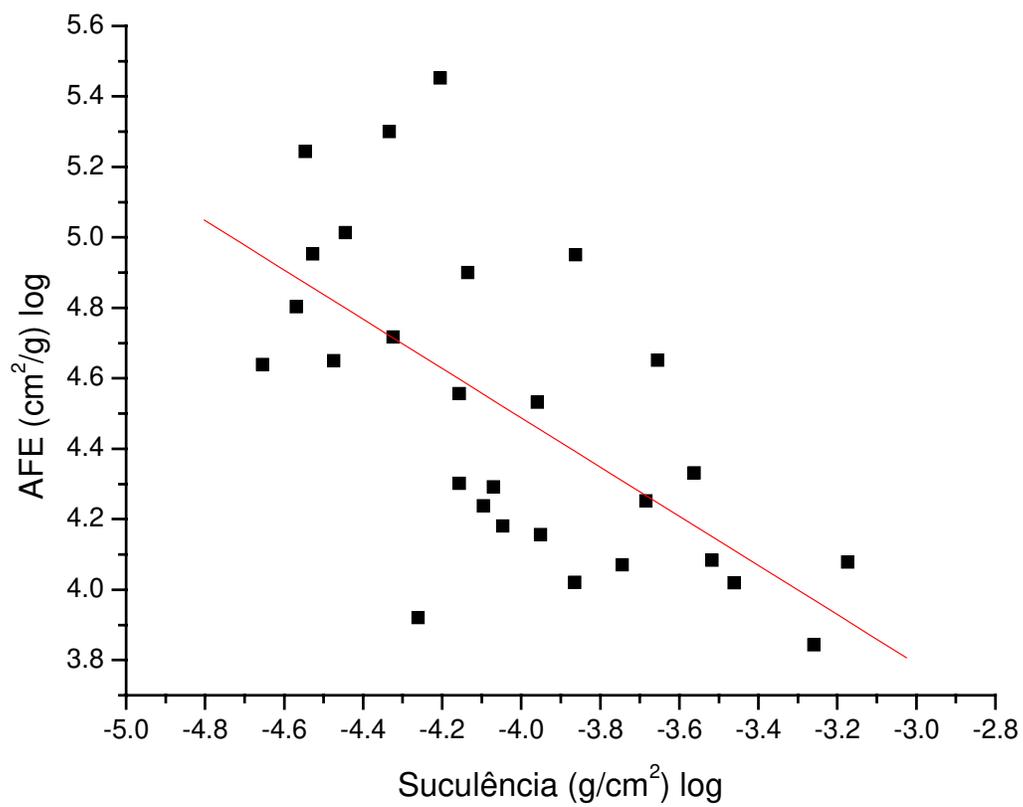


Figura 30: Relação entre AFE e suculência foliar. n=28; R=-0,63; p<0,0001. a=1,69; b=-0,69

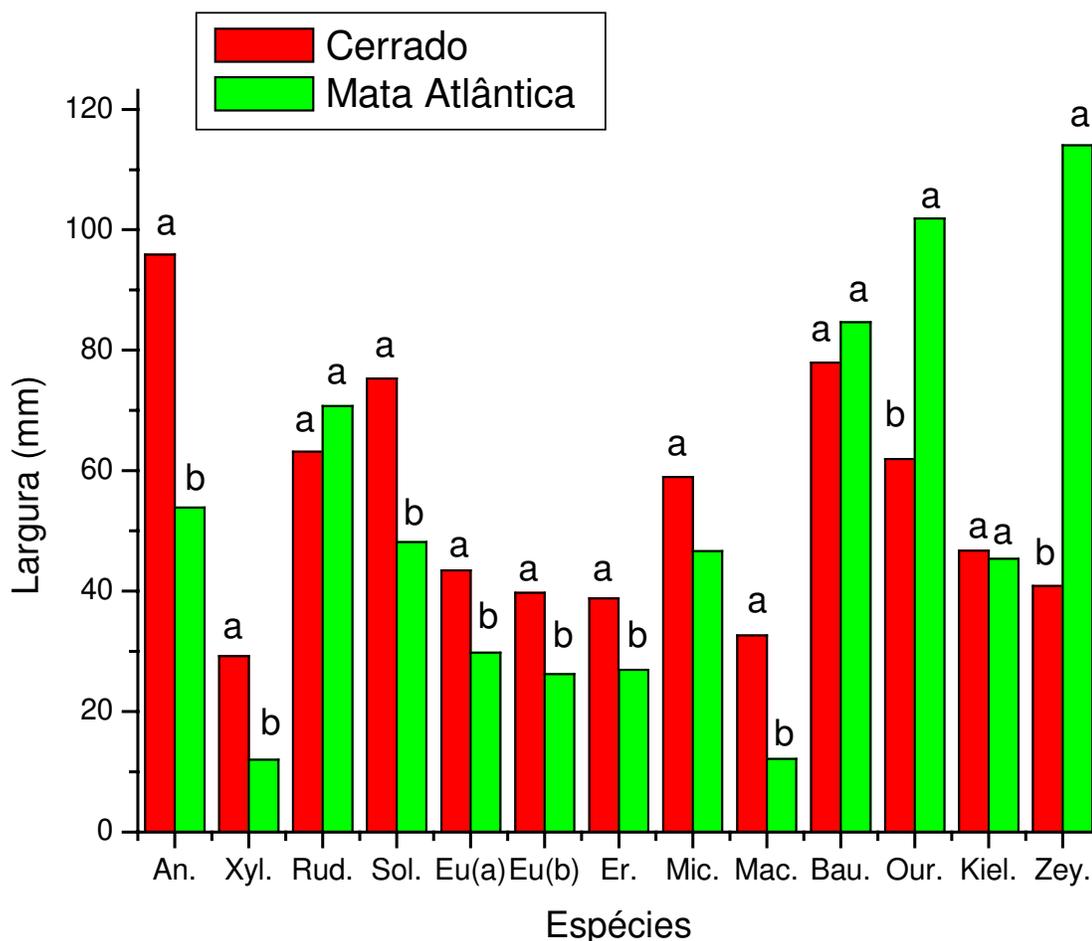


Figura 31: Comparação da área foliar nos diferentes pares estudados, Xyl. (*Xylopia aromatica*, *Xylopia brasiliensis*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*); Sol. (*Solanum lycocarpum*; *Solanum pseudoquina*); My (*Myrcia albo-tomentosa*; *Myrcia tenuivenosa*); Eu(a) (*Eugenia bimarginata*; *Eugenia cuprea*); Eu(b) (*Eugenia aurata*; *Eugenia cerasiflora*); Er. (*Eriotheca gracilipes*; *Eriotheca candolleana*; Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Bau. (*Bauhinia rufa*; *Bauhinia forficata*); Our. (*Ouratea spectabilis*; *Ouratea verticillata*); Kiel. (*Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera descipiens*); Zey. (*Zeyheria montana*, *Zeyheria tuberculosa*); Ann (*Anona coriacea*; *Anona cacans*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

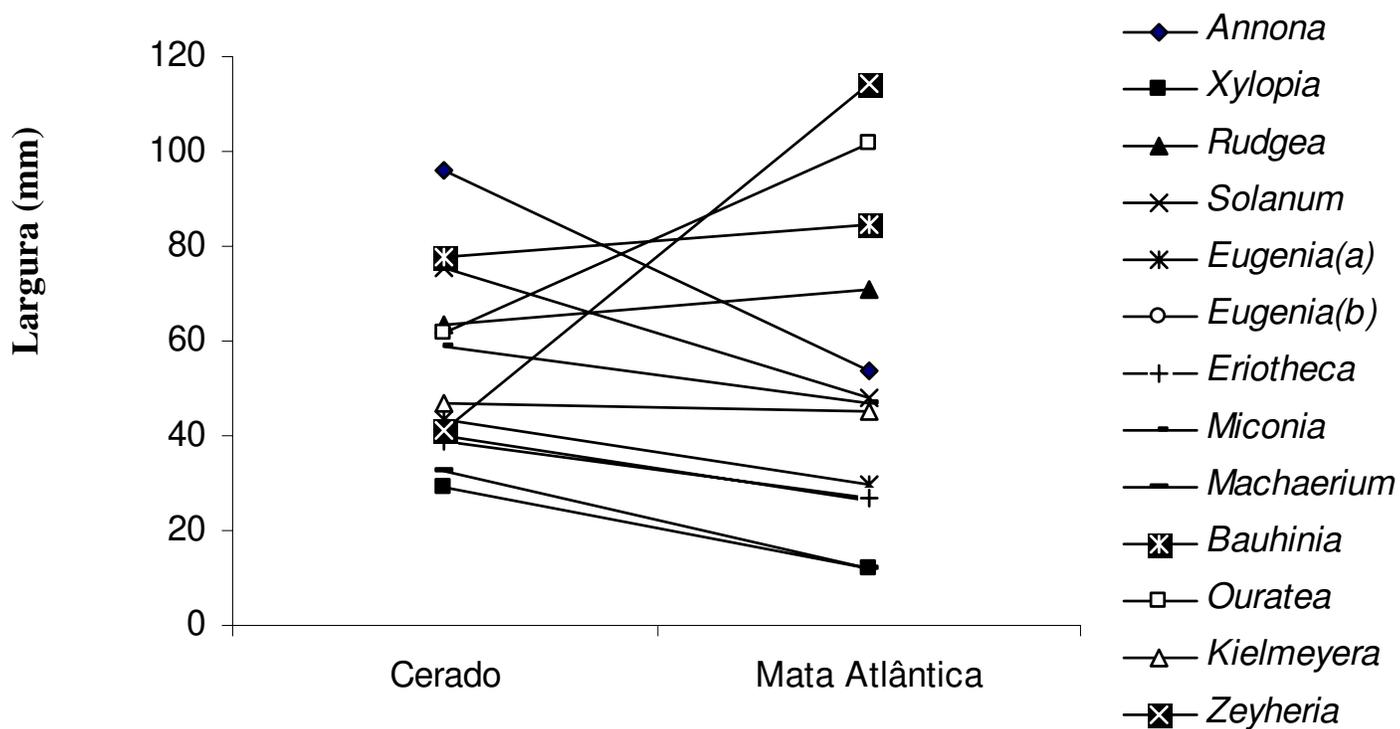


Figura 32: Comparação de espessura da lâmina foliar (mm) entre espécies do cerrado e da mata atlântica. ;t=0,29; gl=12; p = 0,38

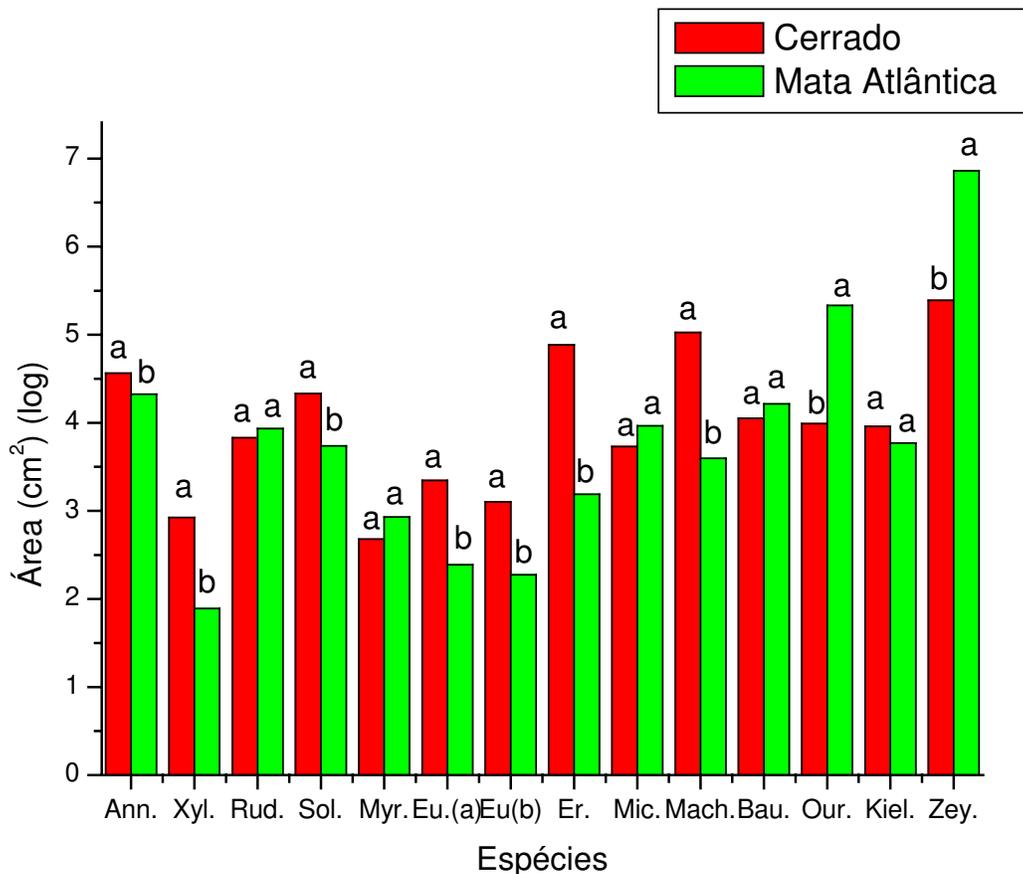


Figura 33: Comparação da área foliar nos diferentes pares estudados, Xyl. (*Xylopia aromatica*, *Xylopia brasiliensis*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*); Sol. (*Solanum lycocarpum*; *Solanum pseudoquina*); My (*Myrcia albo-tomentosa*; *Myrcia tenuivenosa*); Eu(a) (*Eugenia bimarginata*; *Eugenia cuprea*); Eu(b) (*Eugenia aurata*; *Eugenia cerasiflora*); Er. (*Eriotheca gracilipes*; *Eriotheca candolleana*; Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Bau. (*Bauhinia rufa*; *Bauhinia forficata*); Our. (*Ouratea spectabilis*; *Ouratea verticillata*); Kiel. (*Kielmeyera lathrophyton*, *Kielmeyera coriaceae*); Zey. (*Zeyheria tuberculosa*, *Zeyheria montana*); Ann (*Anona coriacea*; *Anona cacans*), letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

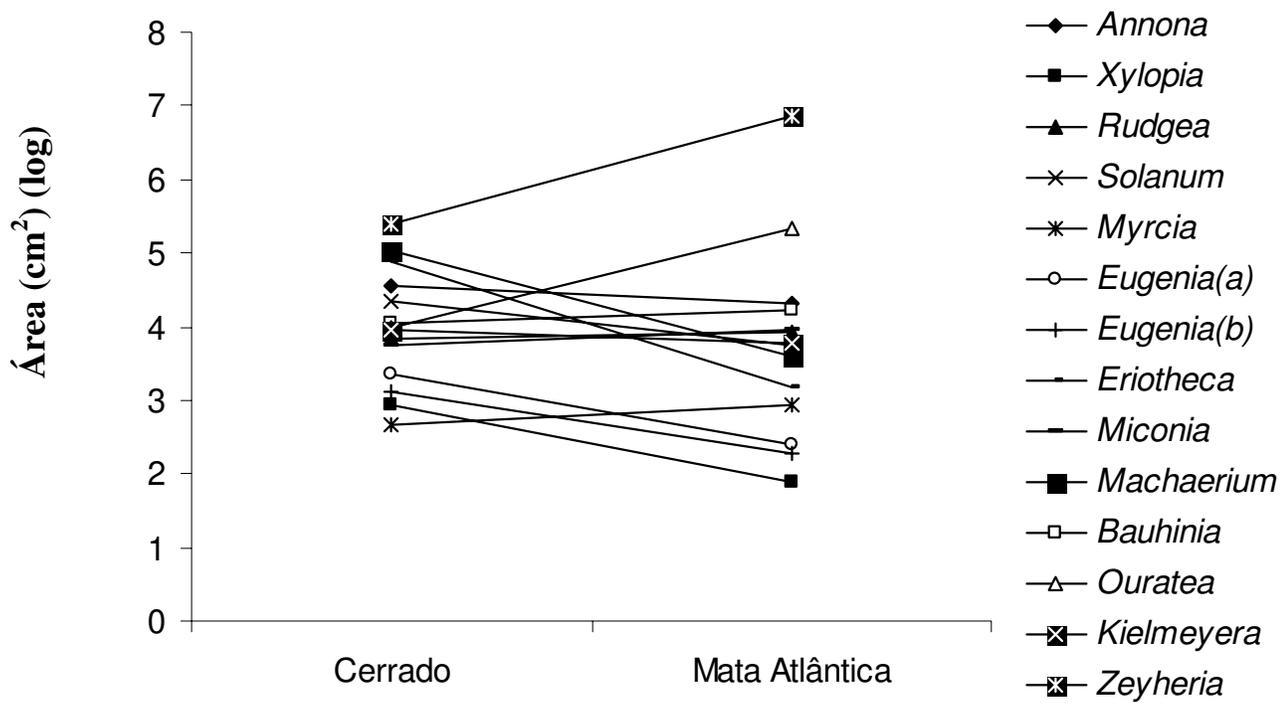


Figura 34: Comparação de área foliar (cm²) (log) entre espécies do cerrado e da mata atlântica. ; t=0,96; gl=13; p= 0,17

3.5. Quanto aos atributos anatômicos:

As medidas de espessura das faces superior, inferior e total (somatória das faces superior e inferior) da epiderme foliar mostraram variações para as diferentes faces e para a epiderme total em relação aos diferentes pares congêneros. Quanto à face superior da epiderme, os pares pertencentes aos gêneros *Rudgea*, *Solanum*, *Eugenia*, *Miconia* e *Eriotheca* apresentaram maior espessura para as espécies de cerrado. No entanto, os pares dos gêneros *Xylopia* e *Machaerium* evidenciaram maior espessura nas espécies de mata atlântica e o par pertencente ao gênero *Myrcia* não apresentou diferença significativa entre a espécie do cerrado e a espécie da mata atlântica para espessura da epiderme (Figura 35A). A análise comparativa do conjunto de espécies do cerrado e da mata atlântica (Figura 35B) evidenciou tendência a maior investimento em espessura da epiderme para espécies do cerrado, pois houve diferença significativa entre os conjuntos de dados ($p < 0,05$).

Quanto à face inferior da epiderme, os pares pertencentes aos gêneros *Xylopia*, *Rudgea*, *Solanum*, *Myrcia*, *Eugenia* e *Miconia* apresentaram maior espessura para espécies do cerrado. Já os pares pertencentes aos gêneros *Eriotheca* e *Machaerium* não apresentaram diferença significativa (Figura 36A). Analisando-se os grupos do cerrado e da mata atlântica, um padrão foi encontrado, já que a diferença foi estatisticamente significativa (Figura 36B).

A espessura da epiderme total apresentou-se maior em espécies do cerrado nos pares pertencentes aos gêneros *Rudgea*, *Solanum*, *Eugenia*, *Miconia* e *Eriotheca* nas comparações feitas dentro de cada par congênico (Figura 37A)

Já nas espécies pertencentes ao gênero *Machaerium*, os maiores valores foram encontrados na espécie da mata atlântica. O par congênico *Xylopia aromatica* (do cerrado) e *Xylopia braziliensis* (da mata atlântica) não mostrou diferença significativa entre as espécies, assim como o par *Myrcia albo-tomentosa* (do cerrado) e *Myrcia tenuivenosa* (da mata atlântica). Quando o grupo de espécies do Cerrado foi comparado ao grupo de espécies da Mata Atlântica (Figura 37B), foi encontrada diferença significativa de maneira que houve tendência a maior espessura deste atributo em relação ao ambiente de ocorrência da espécie.

A espessura total da lâmina foliar (Figura 38A) foi maior nas espécies de cerrado em todos os pares congênicos estudados quando a comparação foi feita dentro de cada par, a exceção do par congênico *Machaerium nyctitans* (da mata atlântica) e *Machaerium acutifolium* (do cerrado), em que a espécie do cerrado apresentou espessura significativamente menor. Na comparação entre os dois conjuntos de espécies (do cerrado e da mata atlântica) foi encontrada uma diferença altamente significativa, sugerindo uma tendência das espécies do cerrado a apresentarem maior espessura em relação às espécies da mata atlântica (Figura 38B).

A espessura do mesofilo foi maior em espécies do cerrado em 7 pares, pertencentes aos gêneros *Solanum*, *Myrcia*, *Eugenia*, *Eriotheca*, *Miconia*, *Xylopia* e *Rudgea* quando as comparações foram feitas dentro de cada par congênico (Figura 39A). Já no caso do par pertencente ao gênero *Machaerium*, as diferenças encontradas não foram estatisticamente significativas (Figura 39A). Quando os dois conjuntos de espécies (Cerrado e Mata atlântica) foram comparados, foi

encontrada uma diferença altamente significativa, sugerindo uma tendência das espécies do cerrado a apresentarem maior espessura do mesofilo (Figura 39B).

A porção laminar lignificada foi maior em espécies do cerrado em todos os pares estudados quando as comparações foram feitas dentro de cada par congênico (Figura 40A). Houve também uma diferença altamente significativa entre os grupos de espécies do Cerrado e da Mata Atlântica, o que sugere um padrão bastante consistente em que as espécies do cerrado apresentam uma maior porção laminar lignificada (Figura 40B).

A análise de regressão linear mostrou uma relação positiva entre a espessura foliar e a área lignificada (Figura 41A). Houve também uma relação negativa altamente significativa entre a área lignificada e a área foliar específica ($r=-0,56$; $p<0,02$) (Figura 41B).

Epidermes bem desenvolvidas em espécies do Cerrado podem ser observadas nas pranchas quando comparadas com seus respectivos pares da Mata Atlântica nos casos dos gêneros *Eriotheca* (Figura 42 A e B), *Solanum* (Figuras 44 A e B; C e D), *Miconia* (Figura 45 A e B), *Eugenia* (Figura 47 A e B; C e D) e *Rudgea* (Figura 49A e B). Na maioria das espécies estudadas, as epidermes das faces abaxial e adaxial são unisseriadas. No entanto, no caso da espécie *Eriotheca gracilipes*, a epiderme da face adaxial é formada por duas camadas de células de parede e cutícula espessas (Figura 42 A e C). Em algumas regiões, a epiderme encontra-se unisseriada. Também no caso da espécie *Solanum lycocarpum*, a epiderme da face adaxial é formada por uma a duas camadas de células lignificadas e de cutícula espessa (Figura 44A e C; 50A). Cutículas bem desenvolvidas foram sempre observadas em espécies do Cerrado

em relação a seus respectivos pares da Mata Atlântica.(Figuras.42 CeD; 43 CeD; 44 CeD; 45 AeB; 46 CeD; 47 CeD; 48 CeD; 49 CeD).

Cristais do tipo drusa foram especialmente observados na espécie *Miconia latecrenata* (Figura 45C). A luz polarizada evidenciou a presença de tricomas tectores multicelulares e epiderme lignificados nas espécies do Cerrado *Solanum lycocarpum*, *Myrcia albo tomentosa*, *Miconia rubiginosa* e *Xylopia aromatica* (Figura 50 A,B,C,F). Uma epiderme cristalífera pôde ser observada na espécie *Xylopia brasiliensis*, sob luz polarizada (Figura 50D). Estômatos em criptas podem ser observados em algumas regiões da epiderme abaxial na espécie *Solanum lycocarpum* (Figura 44A). A presença de uma provável hipoderme pôde ser observada na espécie *Xylopia aromatica*, do cerrado (Figura 48C). Uma hipoderme secretora foi observada na espécie do cerrado *Rudgea viburnoides* (Figura 49A).

Nas espécies do cerrado, um parênquima geralmente mais compactado pôde ser observado (42A, 43A, 44A, 46A, 47A, 49A). Aparentemente há maiores espaços intercelulares no parênquima das espécies da Mata Atlântica (42B,43B,44B,46B,47B,49B).

Um parênquima paliçádico bastante desenvolvido foi observado em algumas espécies do cerrado (Figuras 42A, 44A., 45A, 46C, 47A). Em alguns casos é formado por mais de uma camada (Figuras 42A, 46A, 47A).

Em relação a seus respectivos pares da mata atlântica, algumas espécies do Cerrado parecem apresentar grandes quantidades de compostos do metabolismo secundário de natureza provavelmente fenólica (Figuras 45 A,B,C,D,E; 46 A,B,C,D,E,F; 47 A, B,C,D,E,F;49 A,B,C,D,E,F).

Os feixes vasculares da nervura central são sempre mais desenvolvidos nas espécies do cerrado, o que pode ser notado nas figuras 42E,F; 43E,F; 44E,F; 45D,E;46E,F; 47E,F; 48E,F; 49 E,F).

Através da luz polarizada, feixes vasculares da região da nervura central muito lignificados foram observados. No caso da espécie *Eriotheca gracilipes*, há esclerócitos ao longo do feixe vascular (Figura 50 E).

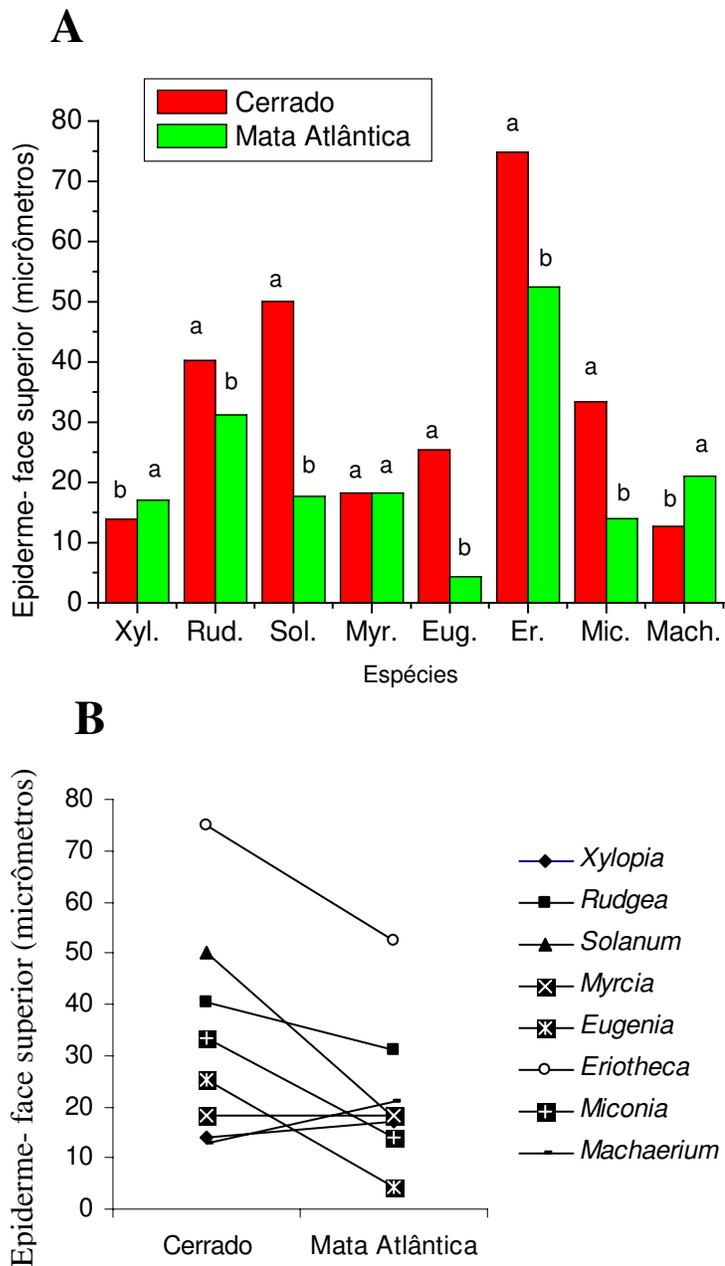


Figura 35: A) Comparação da espessura da face superior da epiderme nos diferentes pares estudados, Xyl (*Xylopi aromatica*; *Xylopi braziliensis*) Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*) Sol. (*Solanum pseudoquina*, *Solanum lycocarpum*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Myr. (I); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação da espessura da face superior da epiderme entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t=2,27$; $gl=7$; $p= 0,028$

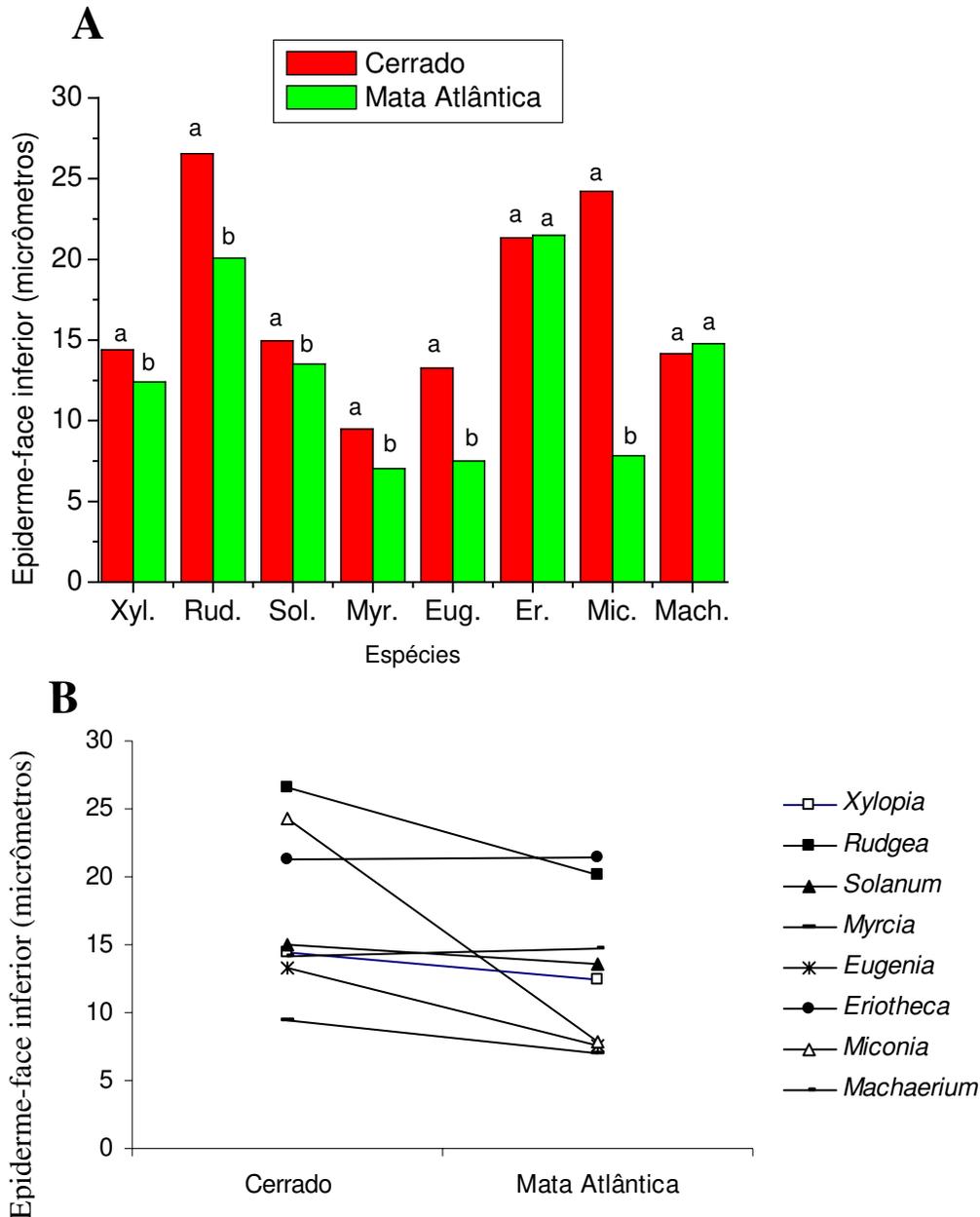


Figura 36: A) Comparação da espessura da face inferior da epiderme nos diferentes pares estudados, Xyl (*Xylopi aromatica*; *Xylopi braziliensis*) Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*) Sol. (*Solanum pseudoquina*, *Solanum lycocarpum*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Myr. (I); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação da espessura da face inferior da epiderme entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t=2,15; gl=7, p=0,034$

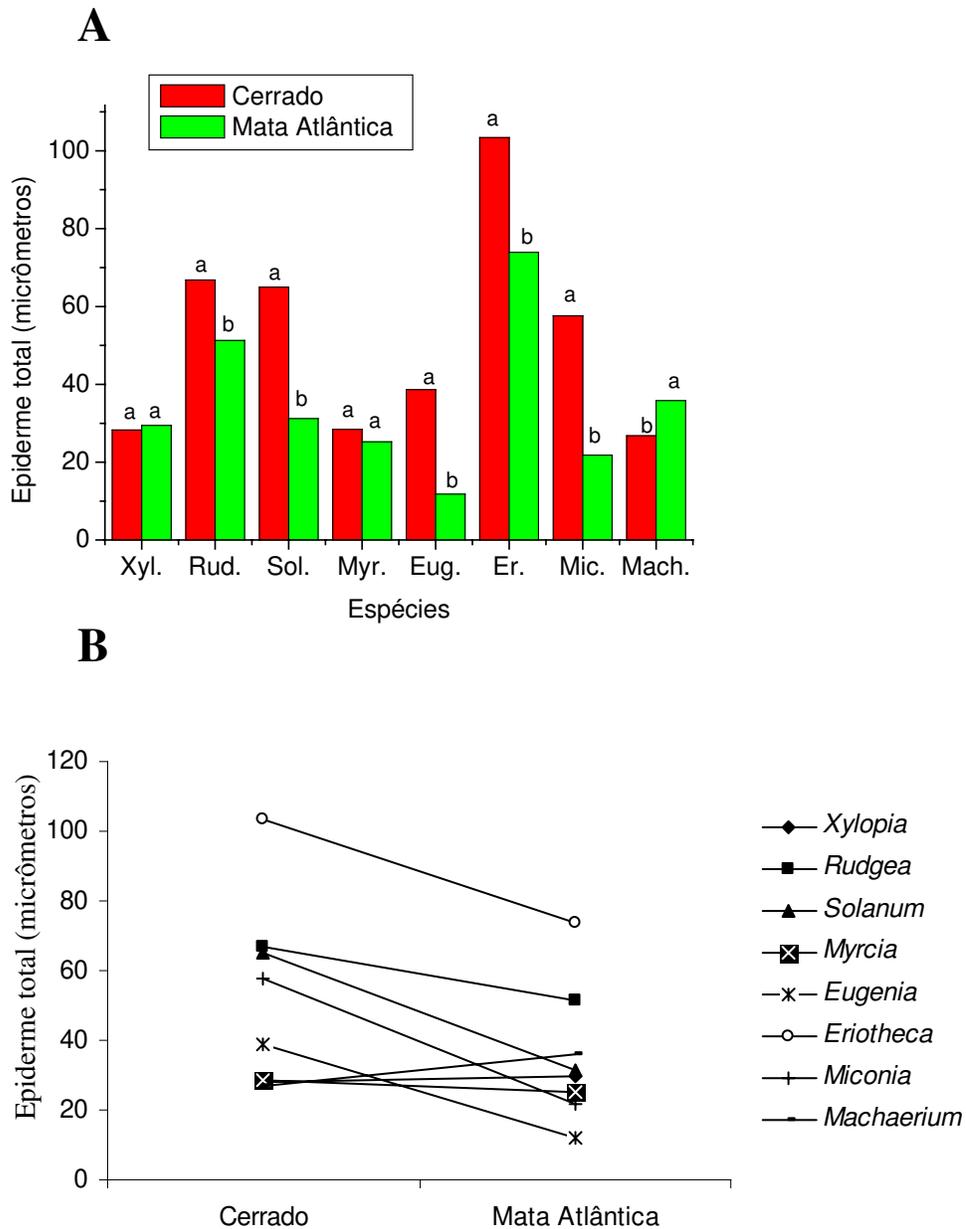


Figura 37: A) Comparação da espessura da epiderme nos diferentes pares estudados, Xyl (*Xylophia aromatica*; *Xylophia braziliensis*) Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*) Sol. (*Solanum pseudoquina*, *Solanum lycocarpum*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Myr. (I); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação da espessura da epiderme total entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t=2,75$; $gl=7$; $p=0,014$.

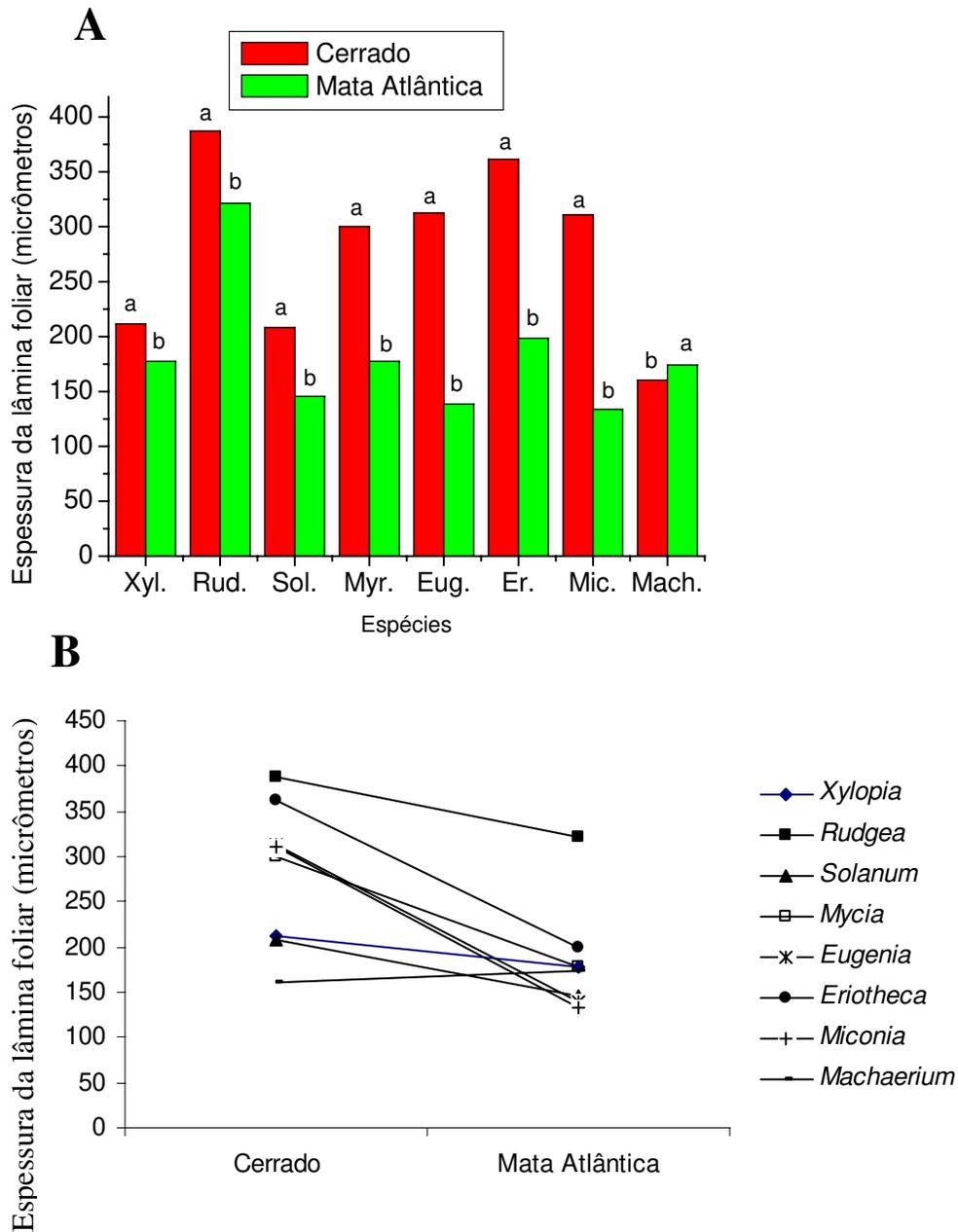


Figura 38: A) Comparação da espessura da lâmina foliar nos diferentes pares estudados, Xyl (*Xylopiia aromatica*; *Xylopiia braziliensis*) Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*) Sol. (*Solanum pseudoquina*, *Solanum lycocarpum*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nycitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Myr. (I); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação da espessura da lâmina foliar entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t=3,89$; $gl=7$; $p=0,003$

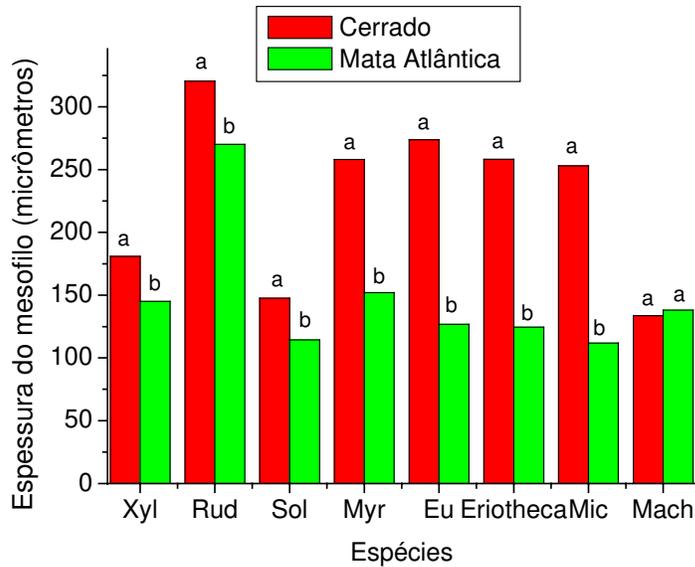
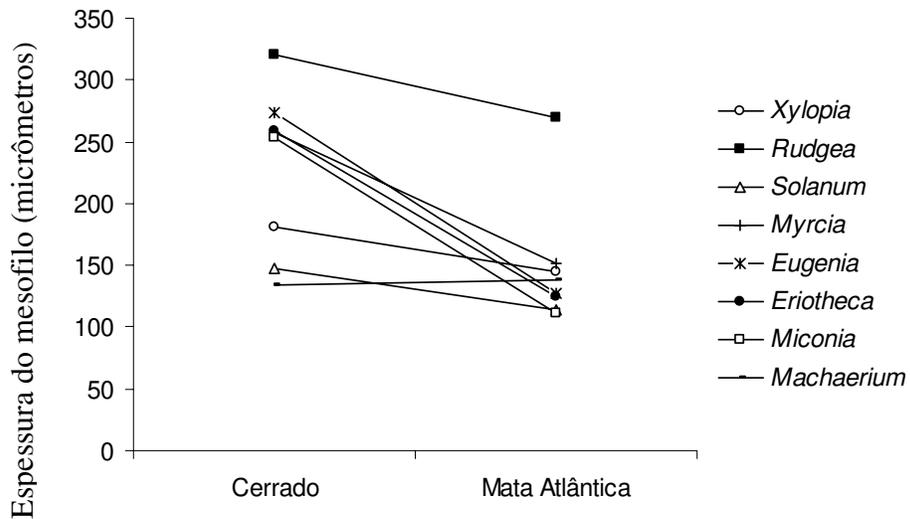
A**B**

Figura 39: A) Comparação da espessura do mesofilo nos diferentes pares estudados, Xyl (*Xylophia aromatica*; *Xylophia braziliensis*) Mic. (*Miconia rubiginosa*, *Miconia latecrenata*); Rud. (*Rudgea virbunoides*; *Rudgea jasminoides*) Sol. (*Solanum pseudoquina*, *Solanum lycocarpum*); Mac. (*Machaerium acutifolium*, *Machaerium nyctitans*); Er. (*Eriotheca gracilipes*, *Eriotheca candolleana*); Myr. (I); Eu. (*Eugenia bimarginata*, *Eugenia cerasiflora*); letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação da espessura do mesofilo entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t=3,8$; $gl=7$; $p=0,0031$.

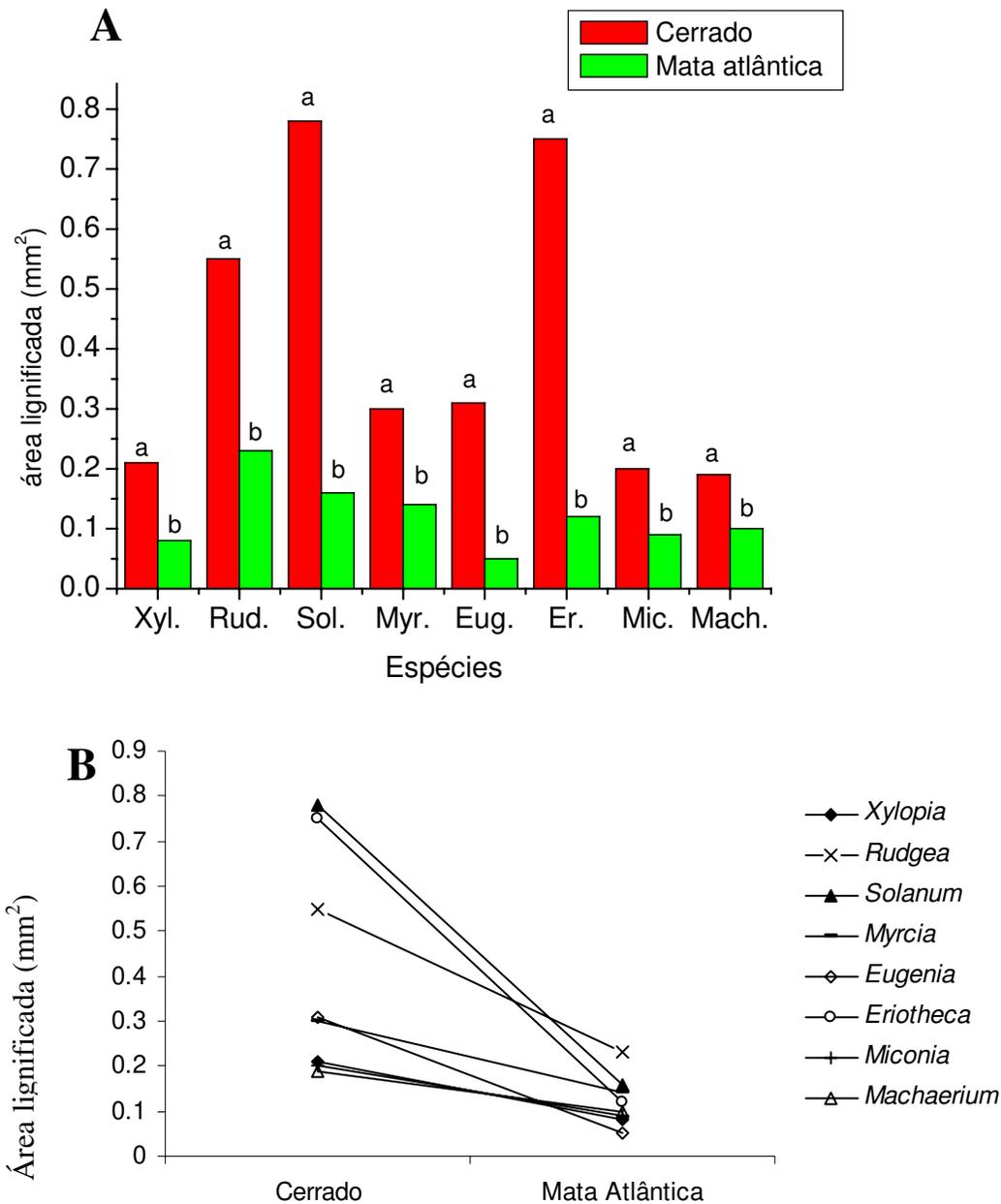


Figura 40: A) Comparação da área foliar lignificada nos diferentes pares estudados, Xyl (*Xylopi* *aromatica*; *Xylopi* *braziliensis*) Mic. (*Miconia* *rubiginosa*, *Miconia* *latecrenata*); Rud. (*Rudgea* *virbunoides*; *Rudgea* *jasminoides*) Sol. (*Solanum* *pseudoquina*, *Solanum* *lycocarpum*); Mac. (*Machaerium* *acutifolium*, *Machaerium* *nyctitans*); Er. (*Eriotheca* *gracilipes*, *Eriotheca* *candolleana*); Myr. (I); Eu. (*Eugenia* *bimarginata*, *Eugenia* *cerasiflora*); letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$). B) Comparação da área foliar lignificada entre espécies do cerrado e da mata atlântica. $t=6,55$; $gl=7$; $p < 0,0001$.

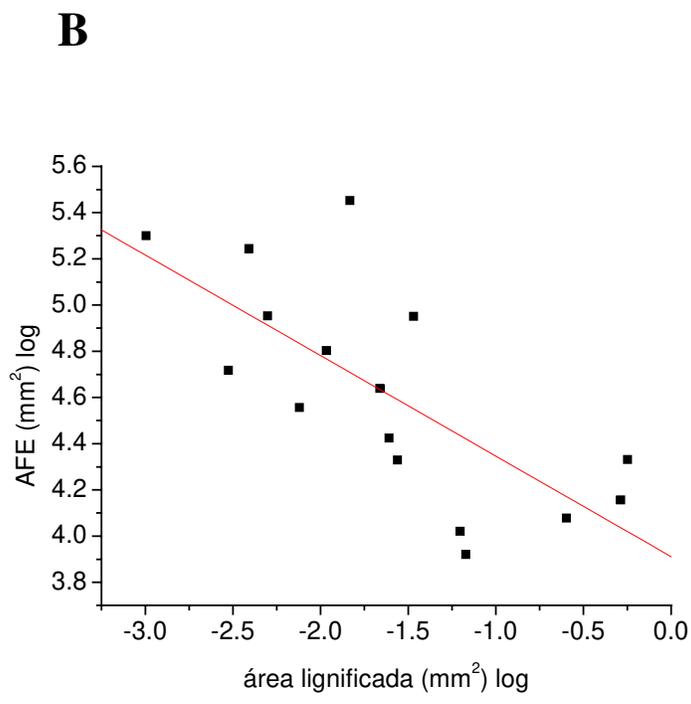
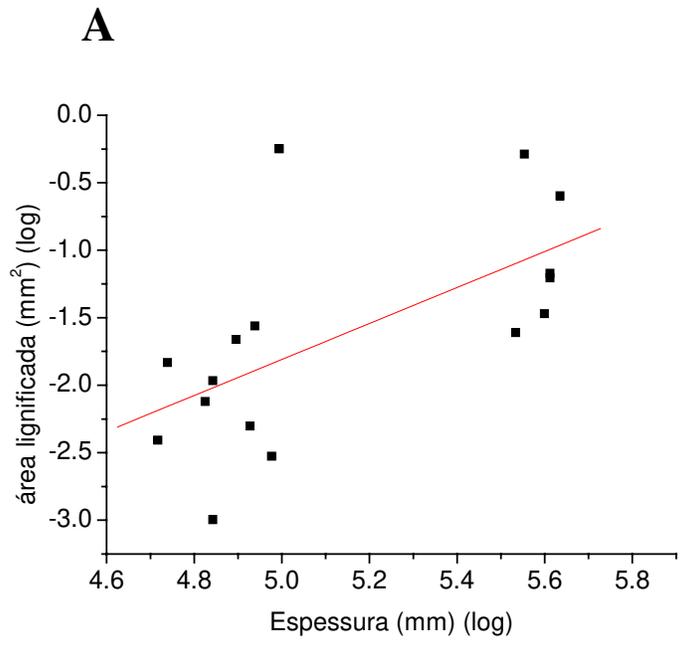


Figura 41: A) Relação entre a área foliar específica e a espessura foliar. $n=16$; $r=0,62$; $p<0,009$. B) Relação entre a AFE e a área lignificada. $N=16$; $r=-0,72$; $p<0,0015$

Figura 42: Cortes foliares transversais da região do mesófilo A, C) *Eriotheca gracilipes*. B, D) *Eriotheca candolleana*. C, D) Detalhe da cutícula. E,F) Cortes foliares transversais na região da nervura principal. E) *E. gracilipes*. F) *E. candolleana*.

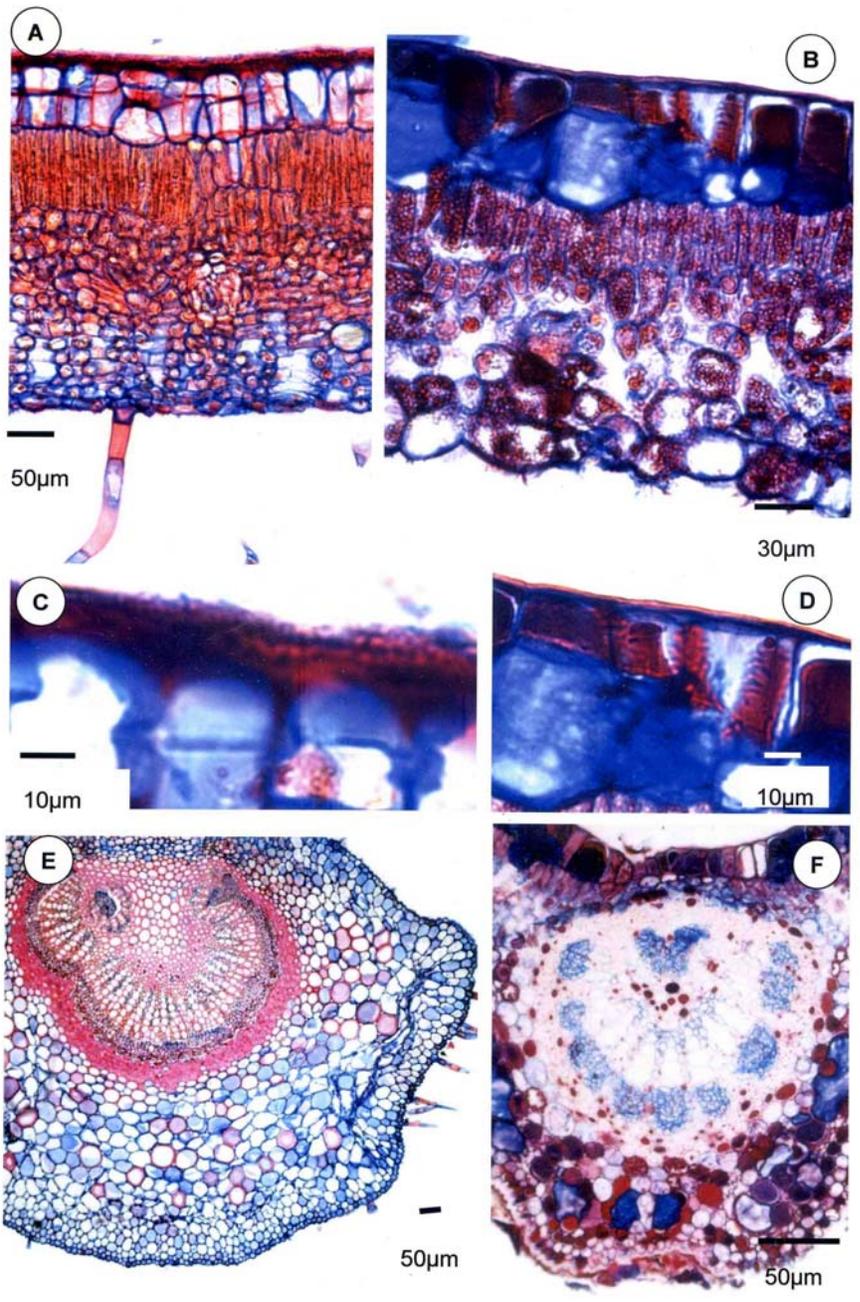


Figura 43: Cortes foliares transversais da região do mesofilo A,C) *Machaerium acutifolium*. B,D) *Machaerium nyctitans*. C,D) Detalhe da cutícula. E,F) Cortes foliares transversais na região da nervura principal. E) *M.acutifolium*. F) *M.nyctitans*.

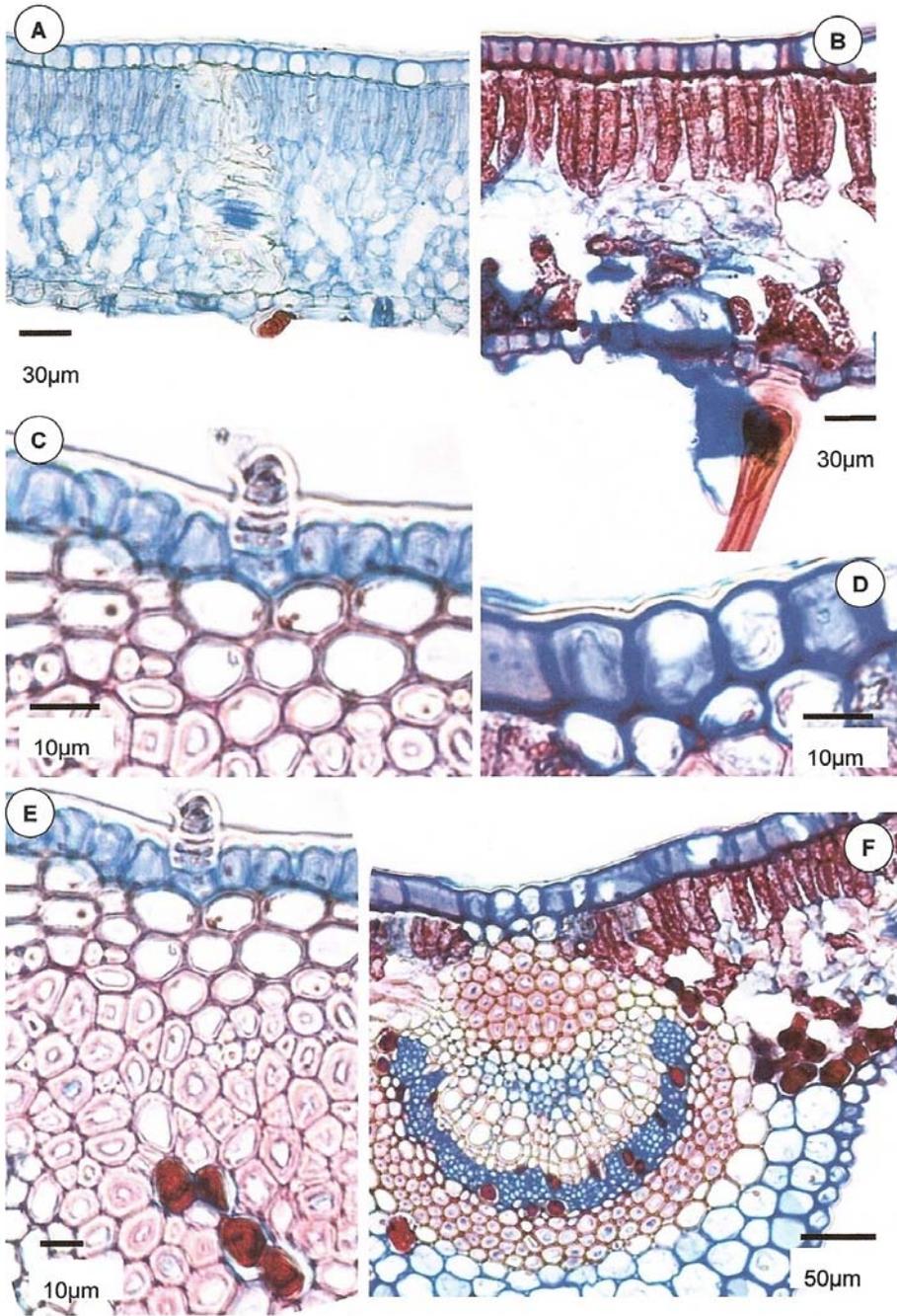


Figura 44: Cortes foliares transversais da região do mesofilo A,C) *Solanum lycocarpum*. B,D) *Solanum pseudoquina*. C,D) Detalhe da cutícula. E,F) Cortes foliares transversais na região da nervura principal. E) *S.lycocarpum*. F) *S.pseudoquina*.

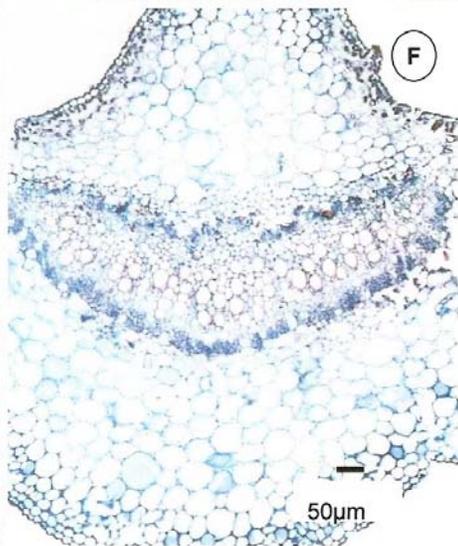
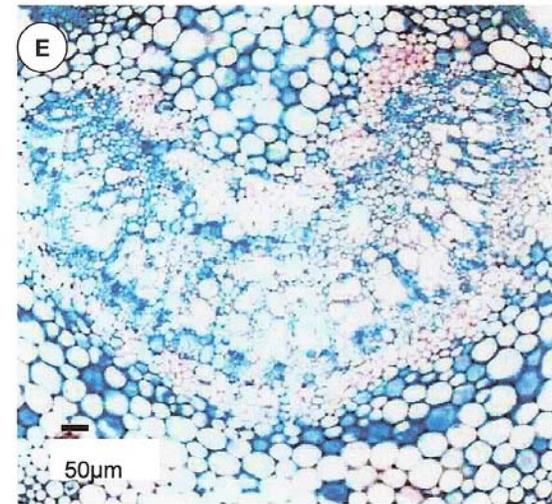
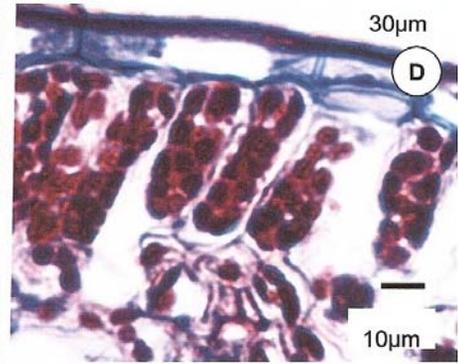
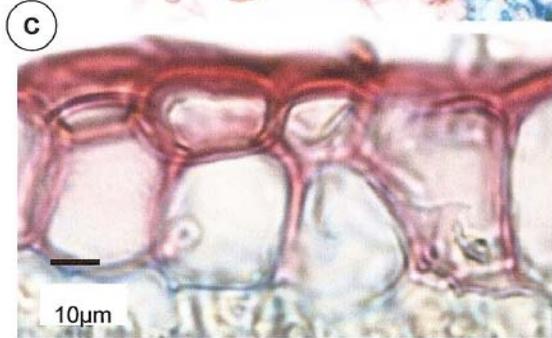
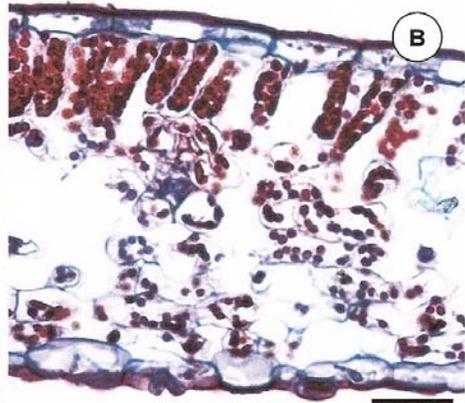
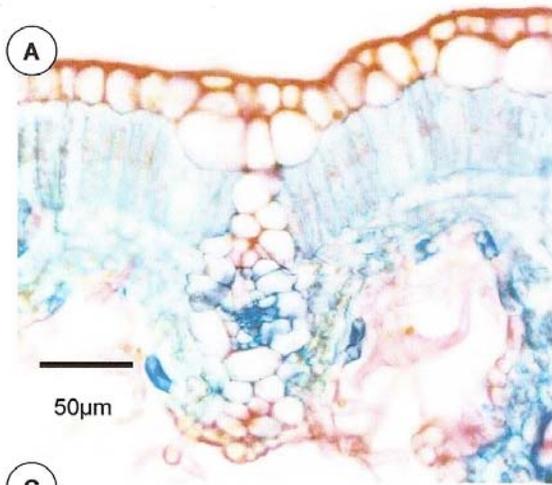


Figura 45: Cortes foliares transversais da região do mesofilo A) *Miconia rubiginosa*. B, C) *Miconia latecrenata*. C) Detalhe de epiderme em *M.latecrenata*. Cortes foliares transversais na região da nervura principal. D) *M.rubiginosa*. E) *M.latecrenata*.

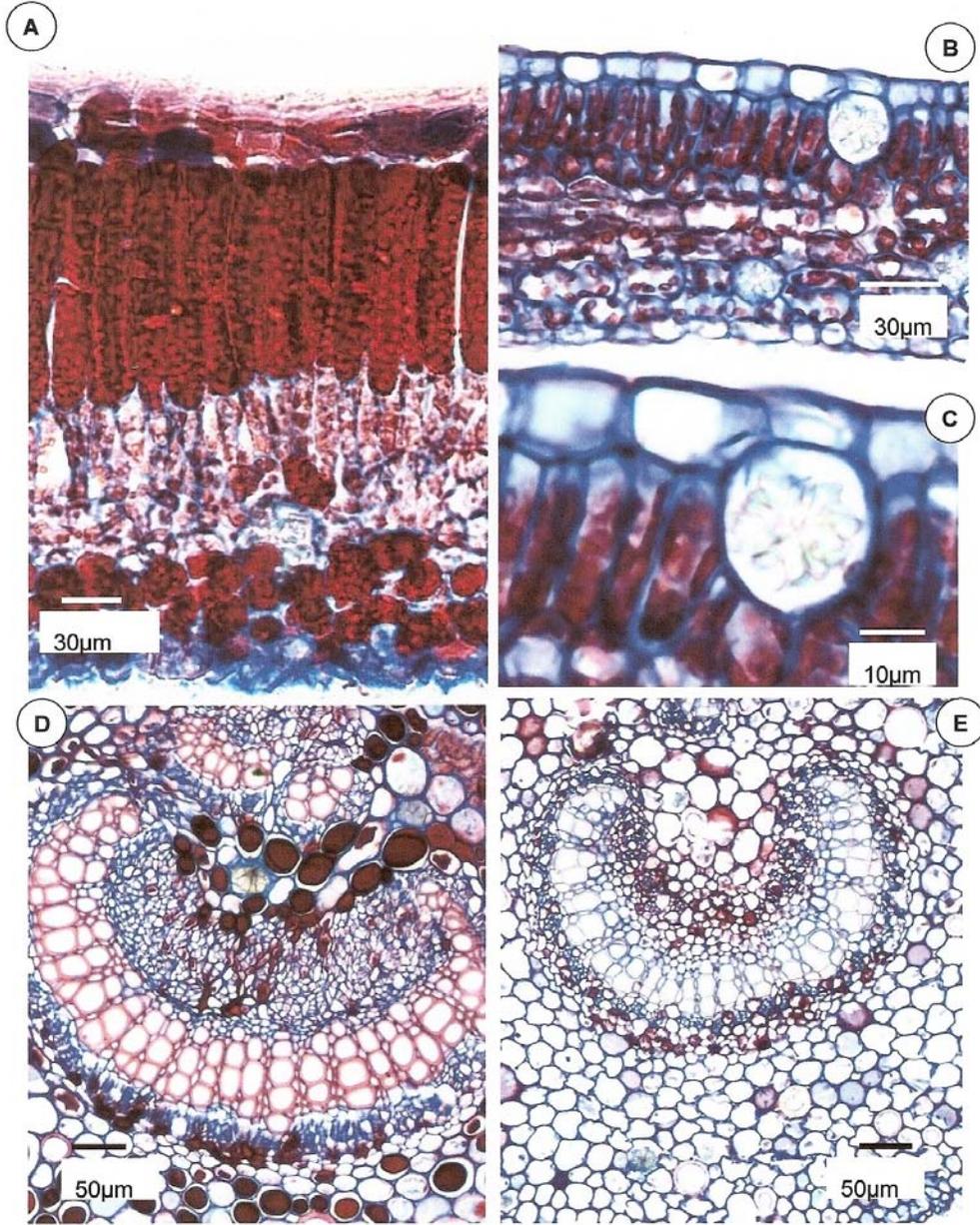


Figura 46: Cortes foliares transversais da região do mesofilo A,C) *Myrcia albo-tomentosa*.
B, D) *Myrcia tenuivenosa*. C, D) Detalhe da epiderme com cutícula. Cortes foliares
transversais na região da nervura principal: E) *M.albo-tomentosa* F) *M.tenuivenosa*.

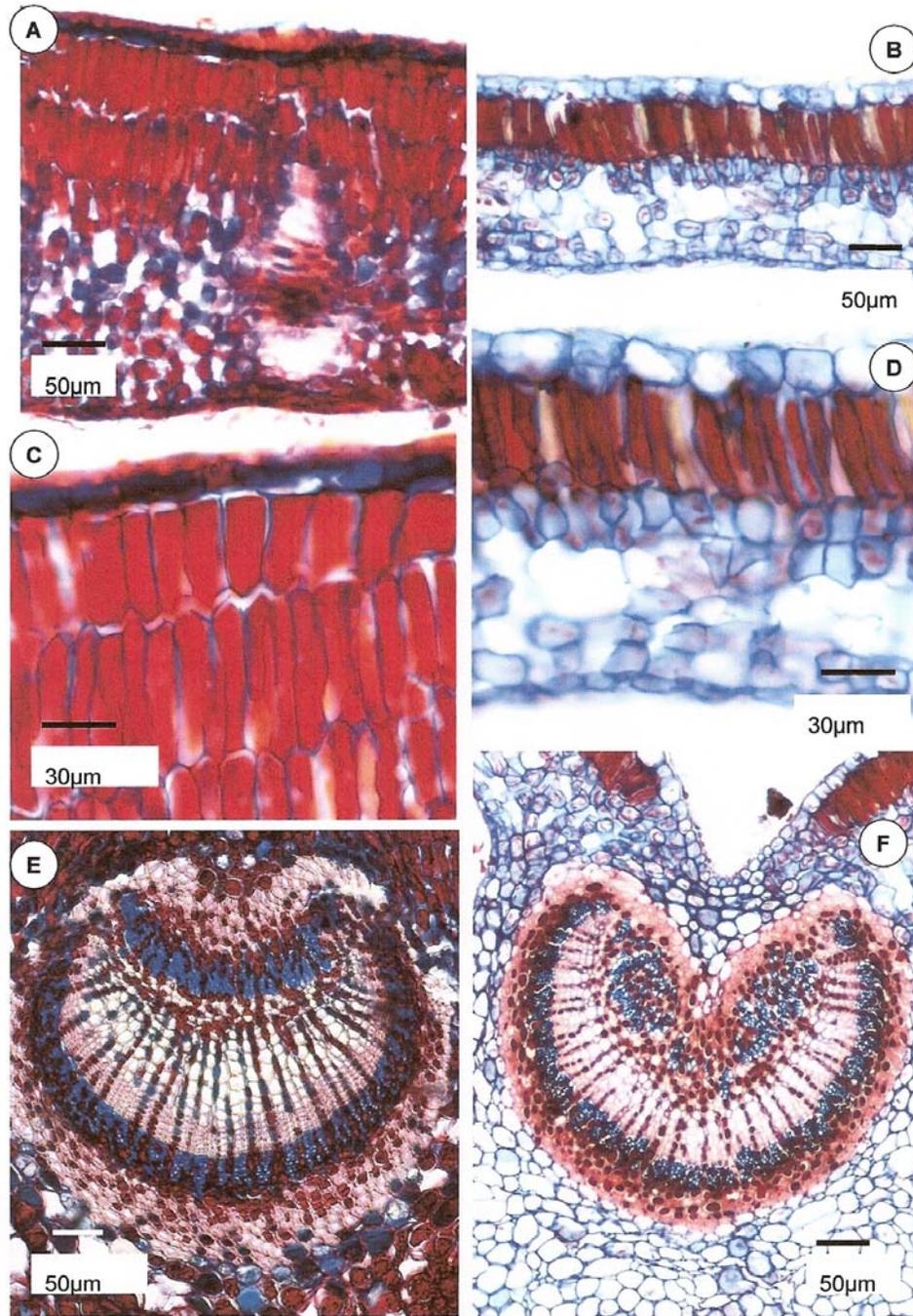


Figura 47: Cortes foliares transversais da região do mesófilo A, C) *Eugenia bimarginata*.
B, D) *Eugenia cuprea*. C, D) Detalhe da epiderme com cutícula. Cortes foliares transversais
na região da nervura principal: E) *E.bimarginata* F) *E.cuprea*

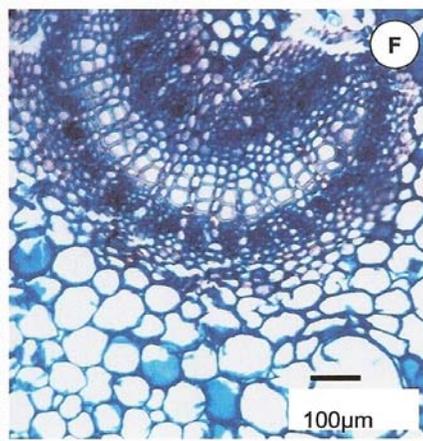
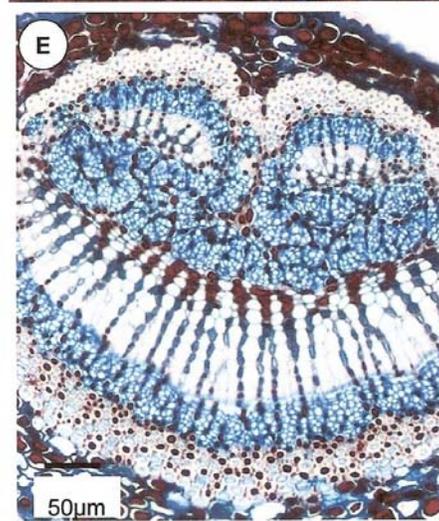
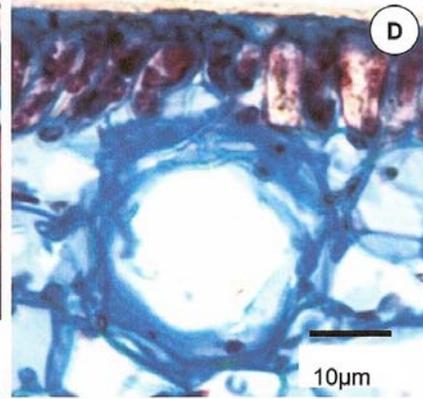
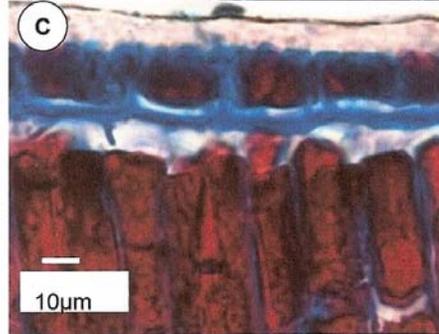
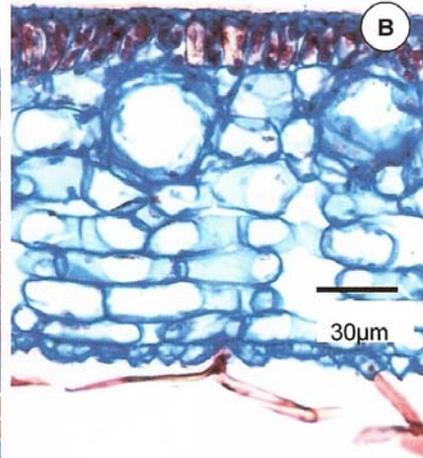
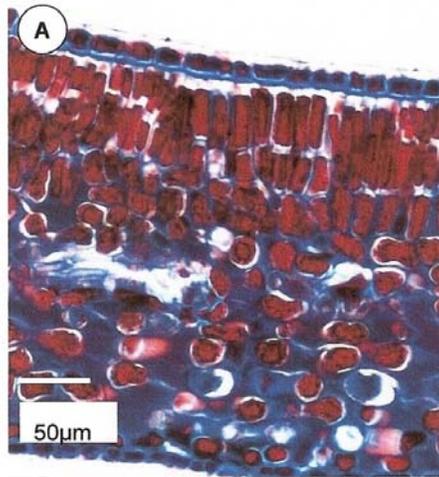
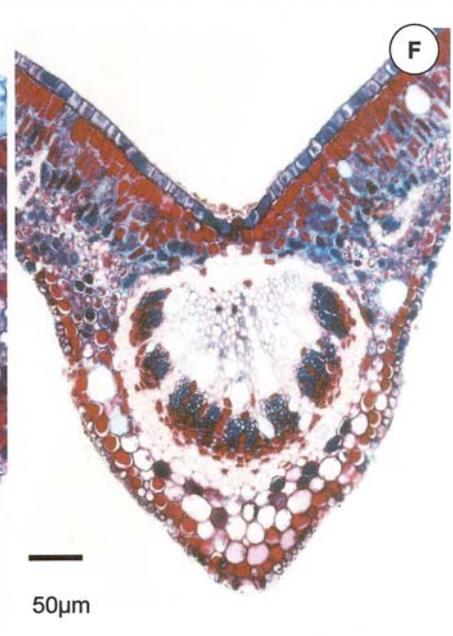
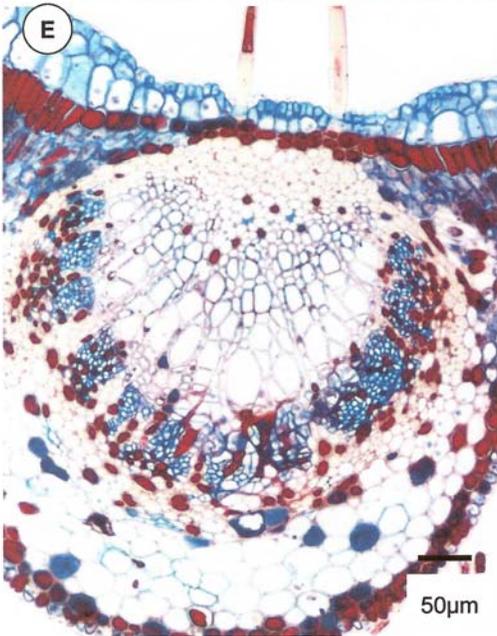
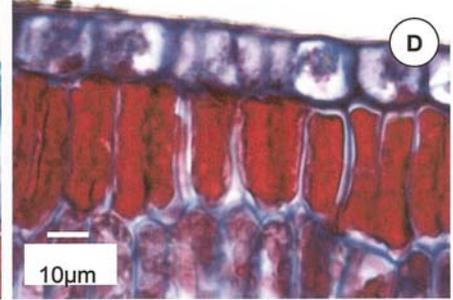
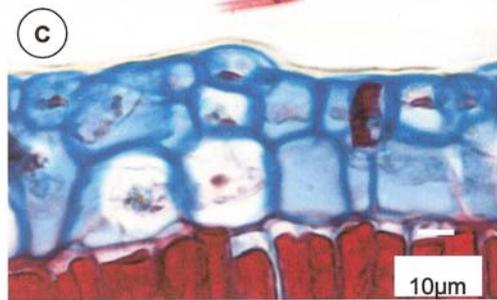
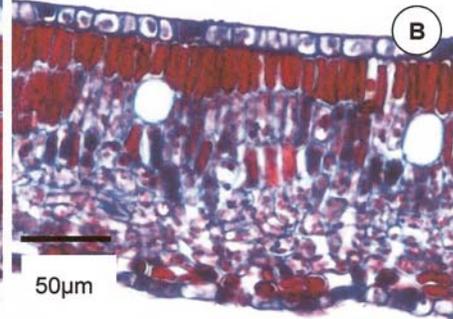
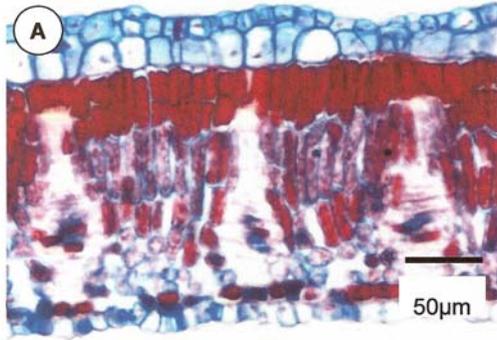


Figura 48: Cortes foliares transversais da região do mesofilo A, C) *Xylopi*a aromática. B, D) *Xylopi*a brasiliensis. C, D) Detalhe da epiderme com cutícula. Cortes foliares transversais na região da nervura principal: E) *X.aromatica* F) *X.brasiliensis*.



-

Figura 49: Cortes foliares transversais da região do mesofilo A, C) *Rudgea viburnoides*. B, D) *Rudgea jasminoides*. C, D) Detalhe da epiderme com cutícula. Cortes foliares transversais na região da nervura principal: E) *R.viburnoides* F) *R.jasminoides*.

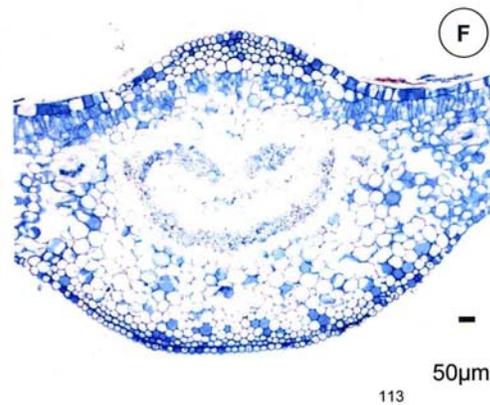
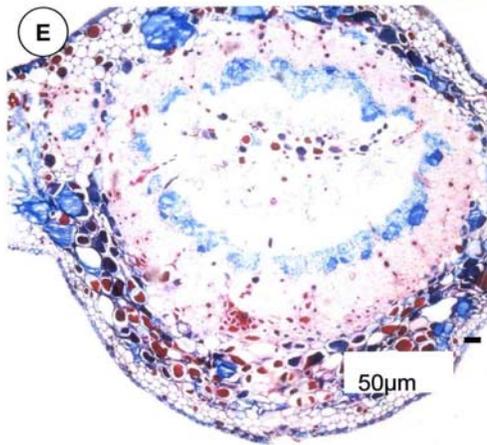
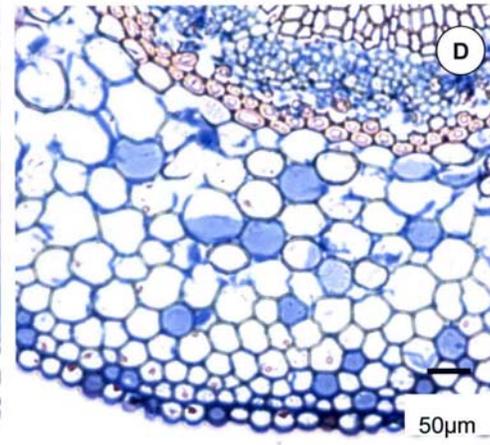
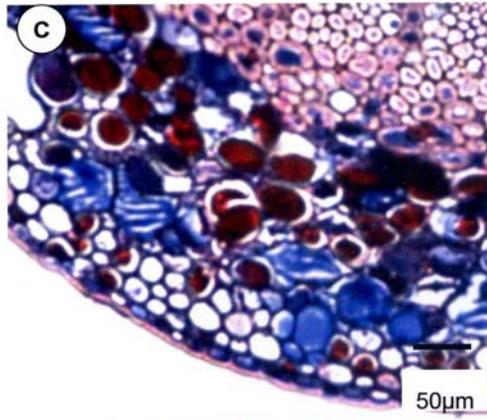
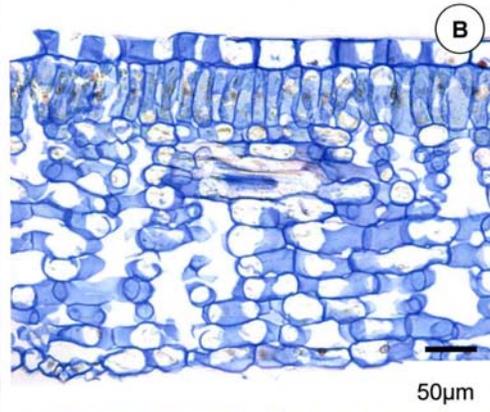
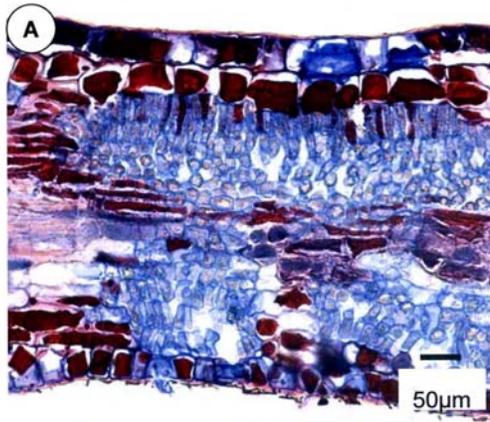
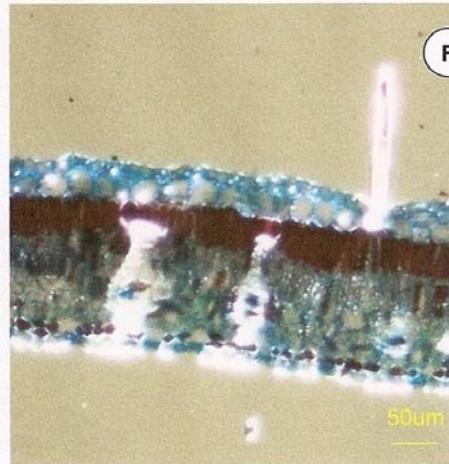
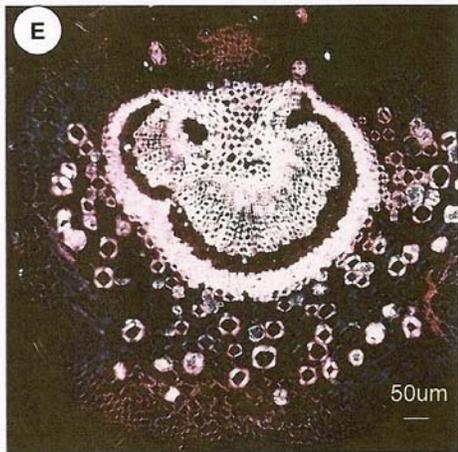
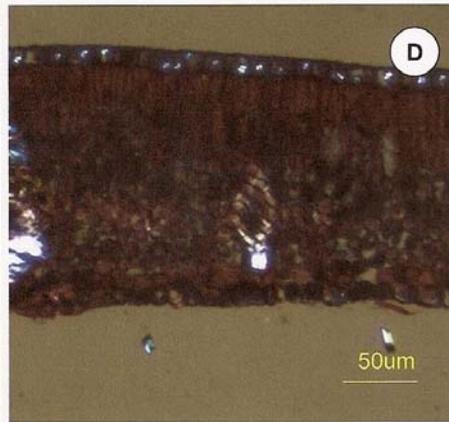
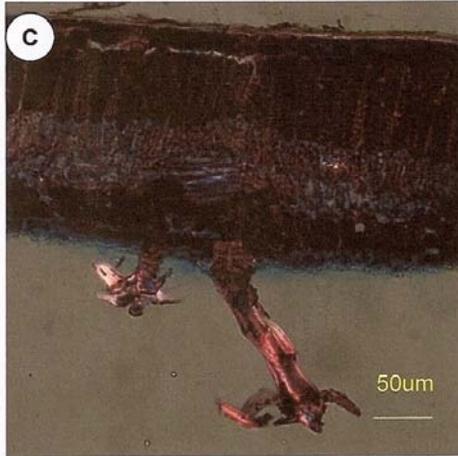
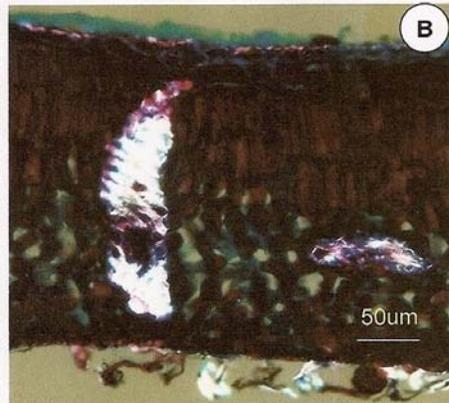
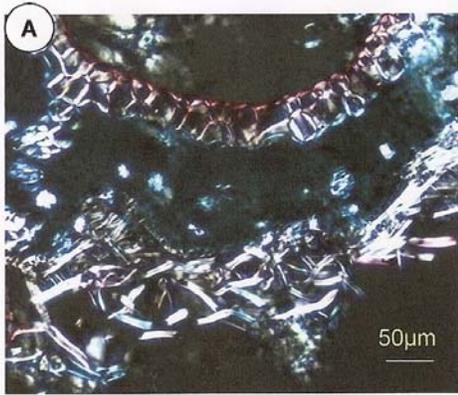


Figura 50: A) Corte transversal da região do mesofilo utilizando-se luz polarizada: A) *Solanum lycocarpum*. B) *Myrcia albo-tomentosa*. C) *Miconia rubiginosa*, D) *Xylopia braziliensis* E) *Xylopia aromática*. F) Corte transversal da região da nervura principal de *Eriotheca gracilipes*, utilizando-se luz polarizada



4. Discussão:

4.1. Sobre os solos das áreas florestais e de cerrado:

Admite-se que o solo seja um fator importante na distribuição geográfica das espécies. Solos florestais são supostamente mais ricos em nutrientes e apresentam maior disponibilidade hídrica que os solos do cerrado (Ruggiero et al., 2002; Hoffman et al. 2004). A análise química de macronutrientes dos solos das três áreas, Parque Estadual de Carlos Botelho (floresta ombrófila densa), Mata de Santa Genebra (floresta semidecídua) e Reserva Legal da International Paper do Brasil (Cerrado), de fato mostra que os solos das formações florestais são mais férteis que os solos do cerrado, apresentando maior concentração de macronutrientes (Ca, K, Mg e P) e maior coeficiente de troca catiônica (CTC). Na formação de cerrado onde as amostras de solo foram coletadas, a análise física revelou um solo arenoso, o que deve estar relacionado ao menor CTC encontrado já que os nutrientes são lixiviados com facilidade. Além disso, esses solos são mais drenados, havendo menor retenção hídrica. Joly & Crawford (1988) mostraram que algumas espécies do cerrado são intolerantes ao alagamento, o que poderia limitar seu crescimento em solos florestais que são geralmente menos drenados que os solos do cerrado (Hoffman et al. 2004).

Outro ponto a ser considerado em termos de características do solo é o pH, que se mostra bastante ácido no cerrado, havendo disponibilidade de alumínio, o que limitaria o crescimento de muitas espécies. Por outro lado, na mata atlântica, o pH do solo mostra-se muitas vezes rico em carbonato de cálcio, o que o torna alcalino, impossibilitando o estabelecimento de algumas espécies do cerrado (Haridassan, 1988). A análise comparativa das três áreas no entanto mostrou que

nos solos florestais em questão (floresta ombrófila densa e floresta semidecídua), a disponibilidade de alumínio foi maior que nas amostras do cerrado e que não houve diferença com relação ao pH, muito baixo em todas as amostras.

Portanto, as diferenças em termos de disponibilidade de nutrientes e granulometria do solo parecem ser mais importantes para explicar a distribuição das espécies que o pH e a disponibilidade de alumínio.

4.2 Quanto ao crescimento de plântulas:

Dentre todos os atributos foliares estudados no crescimento de plântulas, a área foliar específica (AFE) foi o único que permitiu generalização, já que todas as espécies de cerrado estudadas apresentaram menor área foliar específica que as espécies da mata atlântica nas duas condições (em solo do cerrado e em vermiculita). O padrão foi encontrado em todos os 10 pares de contrastes estudados quando as comparações foram feitas dentro de cada par e entre os conjuntos de espécies do cerrado e da mata atlântica. Um padrão muito claro emergiu, o que demonstra um alto valor, em termos adaptativos, para a distribuição geográfica das espécies. Esse índice é a razão da área pela massa das folhas e reflete a interceptação de recurso luminoso por unidade de área foliar. Quanto maior o seu valor, maior será portanto a interceptação de luz, havendo assim grande influência desse atributo em processos fisiológicos, como as taxas fotossintéticas e a incorporação de biomassa por unidade de tempo ou taxa de crescimento relativo (TCR). Desse modo, frequentemente encontra-se uma associação positiva entre a AFE e a TCR (Cornelissen et.al.1996; Wright & Westoby, 1999; Antúnez et.al.2001). Como há grande investimento em massa foliar em folhas com baixa AFE, existe um alto custo de construção nessas folhas

(Poorter & Villar, 1997; Villar & Merino, 2001), de maneira que apresentam grande longevidade (Wright et al. 2002), já que há uma maior demanda de tempo para a sua formação. As concentrações de proteína e nitrogênio são geralmente mais baixas (Villar et al. 1995; Cornelissen 1997; Reich; 1998) e há altas concentrações de compostos químicos do metabolismo secundário (Colley, 1992), o que se relaciona fortemente com a diminuição do ataque por herbívoros e com baixa assimilação de carbono. Em espécies expostas à seca duradoura e/ou baixa fertilidade do solo (como é o caso das vegetações de cerrado), a maior parte do carbono fixado durante o processo fotossintético é alocado não para o crescimento, mas para a formação de compostos químicos do metabolismo secundário (taninos, fenóis totais e alcalóides) e para a construção das folhas, o que deve explicar tanto os baixos valores de AFE quanto as baixas taxas de crescimento (TCR) encontradas nas espécies do cerrado. No entanto, com relação à taxa de crescimento relativo (TCR), o mesmo padrão de AFE em termos de generalização não foi encontrado, já que o par *Jacaranda cuspidifolia* (da mata atlântica) e *Jacaranda caroba* (do cerrado) apresentou maior taxa de crescimento para a espécie de cerrado quando o experimento foi conduzido em solo do cerrado e não houve diferença significativa quando o experimento foi conduzido em vermiculita. A variação do substrato promoveu diferentes resultados neste caso. O par *Kielmeyera coriacea* e *Kielmeyera lathrophyton* também apresentou um comportamento de crescimento que não se encaixou no padrão pois não mostrou diferença significativa nem nas coletas realizadas em solo do cerrado, nem nas realizadas em vermiculita. Nesses casos, os resultados obtidos estão de acordo com Hoffman & Franco (2003) que, estudando o crescimento de espécies

de 9 pares congêneros do cerrado e de mata de galeria não encontraram diferença significativa em termos de TCR em sete pares congêneros de espécies, mas mostraram que em 2 pares, os valores foram maiores nas espécies de cerrado. Neste trabalho, embora não se possa fazer uma generalização em termos de TCR, parece haver uma tendência às espécies do cerrado a crescerem mais lentamente, já que houve diferença significativa quando comparou-se os dois grupos de espécies. Vários autores têm relacionado baixos valores de TCR a ocupação de ambientes pobres em recursos hídricos e nutricionais e altos valores onde há recursos em disponibilidade (Grime, 1977; Chapin, 1980; Chapin et.al.1993; Cornelissen, 1996; Lortie & Aarssen,1996; Wright & westoby, 1999; Antúñez et.al. 2001).

Quando às variáveis TCR e AFE foram analisadas através de regressão linear, obteve-se uma relação positiva, o que demonstra a importância da característica morfológica AFE como uma importante componente da TCR, já que quanto maior o seu valor, mais finas são as folhas (Castro Díez et.al. 2000) e maior a área relativa a massa em termos de superfície para otimizar a captação da energia luminosa.

Um outro atributo morfológico que também está associado à interceptação luminosa é a razão de área foliar (RAF), que é a razão de área foliar pela massa total da plântula. Quanto maior o seu valor, maior a quantidade de luz interceptada e maiores as taxas de crescimento esperadas. Quando este atributo foi comparado dentro de cada par estudado, percebeu-se que à exceção de um par (pertencente ao gênero *Gochnatia*), todos os demais pares apresentaram maior

valor para as espécies da mata atlântica. Notou-se também uma tendência em que as espécies do cerrado tendem a apresentar menores valores de RAF.

Quando as variáveis RAF e AFE foram analisadas por meio de uma regressão linear observou-se uma relação positiva muito forte e altamente significativa, de maneira que quanto maior a AFE de uma espécie, maior o valor de RAF. A RAF também geralmente relaciona-se positivamente à TCR, já que também é uma característica morfológica que está fortemente associada a papéis fisiológicos, de maneira que quanto maior a luz interceptada maiores são as taxas de crescimento (Cornelissen, 1996). Relações semelhantes foram encontradas em diferentes ecossistemas por Huante et al.(1995) em florestas tropicais da América Central; por Cornelissen, (1996), em 80 espécies lenhosas da Grã-Bretanha e do mediterrâneo; Reich et al. (1998), em espécies de floresta boreal; Wright & Westoby, (1999) em 33 espécies arbóreas e arbustivas no continente australiano e Antúnez et al. (2001) comparando 16 espécies perenifólias e decíduas na região do mediterrâneo.

De maneira geral, a partição de biomassa para caule, folha e raiz nos dois grupos de espécies não evidenciou nenhuma tendência com relação aos seus respectivos ambientes de ocorrência.

Em ambientes florestais, onde existe intensa competição pela luz, espera-se maior alocação em termos de biomassa para os órgãos diretamente envolvidos na sua captação. Dessa maneira, espera-se um grande investimento em alocação para o caule e para as folhas (Hoffman & Franco 2003). No entanto, contrariando as expectativas, não houve uma tendência a um maior investimento proporcional em estruturas aéreas. Houve maior investimento em folhas para espécies da

floresta em 4 pares de espécies e o investimento proporcional em caule foi maior para espécies da floresta em 5 pares.

Ao contrário das formações florestais, nas formações savânicas a luz existe em disponibilidade, mas os nutrientes são escassos e existe uma estação seca muito marcante que pode durar muitos meses. Portanto, de maneira a aumentar a superfície de absorção hídrica e nutricional, deve haver um investimento proporcional em raiz, superior para espécies do cerrado (Paulilo & Felipe, 1998; Hoffman & Franco, 2003). No entanto, contrariando as expectativas, não houve tendência a um maior investimento proporcional em raiz (RMR) para espécies do cerrado. Em 5 pares, houve maior investimento em sistema subterrâneo para as espécies do cerrado. A razão raiz parte aérea (R/PA) para espécies do cerrado foi maior em 4 pares. No tratamento com vermiculita também não houve tendência das espécies do cerrado a apresentarem maiores valores de razão R/PA. Apenas 4 pares apresentaram maior massa da raiz em relação a parte aérea nesta condição. Tais resultados estão de acordo com Wright & Westoby 1999, que comparando experimentalmente o crescimento de plantas de ambientes contrastantes em termos hídricos e nutricionais no continente australiano não encontraram um investimento proporcional em sistema radicular para as espécies de ambientes pobres nesses recursos.

4.3 Quanto à germinação das sementes e à tolerância ao sombreamento no par congênico *Eriotheca candolleana* (da mata atlântica) e *Eriotheca gracilipes* (do cerrado):

Alguns autores têm demonstrado que espécies de vegetação aberta apresentam grande sensibilidade à luz (Thanos et.al.1991;Bell 1993). Vazquez

Yanes & Orozco-Segovia, 1990 comparando a germinação de sementes de espécies de uma floresta tropical no México ao comportamento germinativo de espécies de campo de altitude, notaram que as espécies de vegetação aberta eram mais sensíveis a intensidade luminosa, de maneira que a germinação de sementes enterradas poderia ocorrer ao menor contato com a luz. Outros estudos demonstraram a grande importância do fogo e das flutuações térmicas na germinação das sementes de espécies das vegetações savânicas (Choinski & Tuohy, 1991; Williams et.al.2003; Williams et.al.2004).

Os resultados obtidos com a germinação das sementes das espécies *Eriotheca gracilipes* (do cerrado) e *Eriotheca candolleana* (da mata atlântica) não mostraram qualquer diferença em termos de sensibilidade à luz. Ambas as espécies apresentaram percentuais equivalentes de germinação na luz e no escuro. No entanto, o percentual de sementes germinadas para *E.gracilipes* aumentou significativamente com a flutuação térmica, o que demonstra clara influência da amplitude de temperaturas, comuns nas vegetações de savana (Williams et al. 2004). Já em ambientes de densa vegetação, a flutuação térmica é menor (Válio & Scarpa, 2001), o que explica a ausência de diferença em termos de percentual final de germinação em luz e escuro tanto em temperatura constante quanto em temperatura alternada para *E. candolleana*.

Em espécies do cerrado e em ambientes propensos à seca, a dormência de sementes é frequentemente encontrada (Rizzini, 1973; Jurado & Westoby, 1992; Williams 2003; Williams, 2004). No entanto, com relação aos pares estudados, um elevado percentual de sementes germinadas foi observado após um período de 20 dias. Além disso, a germinação iniciou-se sempre nos primeiros dias de

experimento em ambas as espécies e apresentaram mais de 50% das sementes germinando após 10 dias, de maneira que parece não haver processo de dormência em nenhuma das espécies, contrariando as expectativas.

Quanto ao crescimento de plântulas, uma nítida divergência foi encontrada com relação às respostas morfológicas e fisiológicas de crescimento, tanto na luz quanto no sombreamento artificial. Os valores de AFE e RAF foram significativamente mais baixos na espécie do cerrado, *E.gracilipes*, em condição de alta luminosidade (50% da luz solar total) em relação à espécie da floresta, *E.candolleana*. Tais diferenças refletem uma maior intersecção de luz para a espécie da mata atlântica, havendo um menor custo para a construção das folhas e provavelmente uma menor longevidade foliar em relação às folhas da espécie savânica, já que há uma diferença marcante em termos de disponibilidade luminosa, hídrica e nutricional entre os dois ambientes. Os resultados obtidos para estas espécies estão de acordo com outros trabalhos já realizados que comparam espécies de ambientes contrastantes em termos de disponibilidade de recursos (Wright & Westoby, 1999; Antúnez et.al. 2001). No entanto, em condição de baixa luminosidade, os valores de AFE e RAF da espécie do cerrado foram significativamente mais elevados que os obtidos para a espécie da mata atlântica. Percebe-se então que para esta resposta morfológica há uma plasticidade fenotípica maior que para a espécie da floresta. Tais resultados sugerem que a luz deve ter sido um importante fator de seleção, de maneira que embora os aumentos de AFE e RAF tenham ocorridos em ambas as espécies, de maneira a otimizar o aproveitamento da luz para o crescimento, a resposta foi muito mais acentuada na espécie de cerrado. Hoffman & Franco 2003, estudando o

crescimento de plântulas de espécies do cerrado e da mata atlântica também observaram maior plasticidade para as espécies do cerrado quanto à AFE e RAF e sugeriram adaptações a ambientes tão contrastantes em termos luminosos.

Com relação a RAF foi encontrada uma resposta bastante semelhante à encontrada para AFE, o que corresponde às expectativas já que RAF é uma componente importante da AFE e também reflete a interceptação de luz pelas folhas, mas em razão da massa total da plântula. Seu valor foi significativamente menor na espécie do cerrado sob 50% da luz solar total e houve maior plasticidade para *E. gracilipes* com grande aumento do valor de RAF no sombreamento, havendo mais uma vez maior plasticidade para a espécie do cerrado.

Quanto à alocação de biomassa para caule (RMC) e folhas (RMF), embora ambas as espécies tenham apresentado maiores valores no tratamento com baixa intensidade luminosa, a espécie da mata atlântica apresentou maiores valores nos dois tratamentos o que sugere uma adaptação da espécie *E.candolleana* à ocupação de um ambiente onde o fator luz é bastante limitante, havendo então maior investimento em estruturas que aumentem a captação de luz (Souza, 1995; Reich et al 1998; Hoffman & Franco 2003).

O investimento proporcional em sistema radicular (RMR) foi sempre maior na espécie de cerrado nas duas intensidade luminosas. Em ambientes onde água e nutrientes são recursos bastante limitantes, um maior investimento proporcional em raiz deve estar associado à uma maior superfície de absorção desses recursos (Crawley, 1996; Hoffman et.al. 2004). O valor da razão de comprimento da raiz (RCR) foi sempre menor na espécie *Eriotheca gracilipes*, sugerindo raízes mais

espessas para esta espécie e provavelmente com maior reserva de carboidratos. Característica importante já que o cerrado é uma vegetação propensa ao fogo e um sistema subterrâneo com maior reserva nutritiva seria importante para a rebrota das plântulas após perturbação. A resposta fisiológica taxa de crescimento relativo (TCR) também sugere uma adaptação a ambientes distintos. Em todas as coletas realizadas, após 30, 60 e 90 dias, nos tratamentos com alta e baixa irradiância, sempre houve maiores valores de incorporação de biomassa por unidade de tempo para a espécie da mata atlântica. Mesmo sob baixa irradiância, *E. candolleana* continuou a exibir taxas positivas de crescimento, ao passo que a espécie *E.gracilipes* apresentou perda de biomassa por unidade de tempo. Portanto, o fator luz parece limitar o crescimento da espécie do cerrado, que talvez não persista sob essa deficiência luminosa por muito tempo, demonstrando assim intolerância ao sombreamento.

Quanto à taxa de assimilação líquida, outra resposta fisiológica, os valores encontrados mostram que o sombreamento imposto também limitou drasticamente a incorporação de biomassa por unidade de área foliar para por unidade de tempo para *E.gracilipes*, já que os valores encontrados foram negativos, evidenciando-se uma vez mais a adaptação a ambientes tão contrastantes em termos de luminosidade (Hoffman & Franco 2003).

Os maiores valores de AFE e RAF encontrados em *E.candolleana* devem estar relacionados aos maiores valores de TCR obtidos em relação à espécie *E.gracilipes*, já que a associação entre tais variáveis tem sido frequentemente relatada na literatura (Cornelissen, 1996,1998; Wright & Westoby, 1999; Antúnez et.al. 2001). Quanto maiores os valores dessas características morfológicas

foliares, maior a captação de luz por unidade de área foliar e maiores são as taxas de crescimento, assim como maiores são as taxas fotossintéticas (Reich et.al. 1998; Antúnez et al.2001).

Uma outra resposta morfológica que apresentou maiores valores para a espécie da mata atlântica foi a razão de comprimento da raiz (RCR). Alguns autores mostraram que essa característica associa-se fortemente a maiores taxas de crescimento, já que há maior exploração de recursos por unidade de raiz (Reich et al. 1998; Wright & Westoby, 1999), o que de fato foi notado na espécie *E. candolleana*.

4.4 Quanto a morfo-fisiologia foliar:

Os resultados evidenciam que a característica morfológica, área foliar específica (AFE), que mostrou uma nítida convergência adaptativa para plântulas de espécies do cerrado e da mata atlântica, apresentando-se mais elevada em espécies da floresta, mostrou o mesmo padrão em folhas de indivíduos adultos, o que reforça a sua importância em termos evolutivos. Todos os 14 pares de espécies estudados quanto a este atributo mostraram valores mais baixos de AFE para espécies do cerrado. A comparação entre os grupos de espécies do cerrado e da mata atlântica permitiu uma generalização em que espécies do cerrado produzem folhas com baixos valores de AFE. Considerando-se que no cerrado há forte estresse ambiental (hídrico e nutricional), folhas com menor investimento de área em razão da massa, mostram-se mais vantajosas, pois são mais duradouras (Valladares et.al.2000; Villar & Merino, 2001; Wright et.al.2002; Prior et al 2003) e possuem menor concentração de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo (Wright & Westoby, 2003). Desse modo, deve existir menor ataque por herbívoros,

tanto pela baixa concentração de nutrientes quanto pela alta concentração de compostos químicos nas folhas (Coley, 1985; Grubb, 1992; Lerdaun et al. 1994; Cunningham et al., 1999; Craine et al. 2003). Tais compostos químicos, oriundos do metabolismo secundário, apresentam muito carbono em sua constituição. Villar & Merino (2001), comparando espécies de diferentes biomas, notaram uma relação negativa entre o custo de construção das folhas (gramas de glicose.g⁻¹) e a AFE. Alguns autores sugeriram que em ambientes onde a água e os nutrientes são escassos, haveria pouca alocação de carbono para o crescimento e grande alocação para a formação de compostos secundários e compostos de reserva nutritiva (Poorter & Berkote, 1992; Bryant et al, 1983; Herns & Mattson, 1992). De fato, neste trabalho foi observada uma tendência das espécies do cerrado a apresentarem um lento crescimento. Parece então que a relação encontrada entre a AFE e as taxas de crescimento das plântulas deva manter-se nos indivíduos adultos. Uma relação positiva entre a taxa de crescimento relativo e a área foliar específica tem sido relatada na literatura (Chapin, 1980; Poorter & Remkes, 1990; Reich et al, 1992; 1997; 1998; Almeida-Cortez et. al. 2004). No entanto, a relação entre um maior investimento em certos compostos químicos e a taxa de crescimento relativo nem sempre é encontrada (Almeida-Cortez & Shipley, 2002; Almeida-Cortez & Shipley, 2004).

Os resultados obtidos com medidas de espessura foliar mostraram que, a exceção do par congênico *Machaerium nyctitans*, da mata atlântica e *Machaerium acutifolium*, do cerrado, em que a maior espessura foi encontrada na espécie da mata atlântica, todos os demais pares estudados mostraram maior valor de espessura nas espécies do cerrado. Quando os dois grupos de espécies

foi comparado foi encontrada uma tendência das espécies do cerrado a apresentarem maior espessura. Wright & Westoby, 1999 também encontraram maior espessura em espécies de ambientes de estresse hídrico e nutricional.

A análise de regressão linear entre a AFE e a espessura mostrou uma relação negativa e significativa entre essas variáveis. Tal resultado corresponde às expectativas, já que quanto menor o valor de AFE maior a esclerofilia e maior a espessura esperada, já que esta característica é uma componente importante da AFE. Folhas com pouco investimento em área em relação à massa captam luz com menor eficiência e possuem baixa concentração de nitrogênio, o que acarreta baixas taxas fotossintéticas e respiratórias. Como o nitrogênio é um componente importante tanto para a formação das moléculas de clorofila quanto para a síntese de proteínas, há menor produção enzimática. A RUBiSCo , uma enzima muito abundante, que perfaz grande parte das proteínas na folha e que tem um papel chave no processo de assimilação do carbono apresenta-se em baixa concentração, assim como as enzimas importantes no processo respiratório. Em ambientes pobres em recursos hídricos e nutricionais, como é o caso do cerrado há, dessa maneira, uma produção de folhas com baixas taxas fotossintéticas e respiratórias (Wright et.al.2001; Villar & Merino, 2001; Wright et al 2004). Por outro lado, em ambientes onde há recursos hídricos e nutricionais em disponibilidade as folhas são mais finas e portanto menos escleromorfas, havendo maior eficiência na captação de recursos luminosos. A concentração de nitrogênio nas folhas é maior e conseqüentemente, há maior produção de clorofila (Evans, 1989) e proteínas totais (enzimas). As taxas fotossintéticas são então mais elevadas assim como as taxas respiratórias (Wright et al. 2004).

Com relação aos valores de largura e área foliar, notou-se uma grande variação entre os pares estudados. Dois pares de espécies apresentaram maior largura para as espécies da mata atlântica, 8 pares apresentaram maior largura para espécies do Cerrado e não houve diferença em 3 pares de espécies. Os valores de área foliar mostraram a mesma tendência dos dados de largura quando as comparações foram feitas dentro de cada par. Quando os dois grupos (Cerrado e Mata Atlântica) foram comparados nenhuma diferença foi encontrada ($p > 0,05$). O resultado obtido é surpreendente, já que admite-se que as deficiências nutricionais e hídricas provoquem convergências em termos adaptativos.

As folhas possuem alto custo metabólico para serem formadas e mantidas, de maneira que o estresse nutricional deveria promover sua redução em termos de superfície (área) e largura. Além disso, sabe-se que as taxas transpiratórias são proporcionais à área foliar (Givnish, 1987; Chabot & Hicks, 1982), o que seria mais uma razão esperada para a redução dos valores de área e largura em espécies do cerrado.

A explicação para os resultados obtidos pode estar no fato de que mais importante que a área em valores absolutos e a largura em si, em termos adaptativos estaria na área relativa à massa (AFE), que é sempre menor para as espécies do cerrado, havendo então maior espessura, menor interceptação de luz, maior conservação e menor concentração de nutrientes, maior longevidade foliar, maior concentração de compostos químicos do metabolismo secundário, menores taxas respiratórias, fotossintéticas e transpiratórias para estas espécies. Ao passo que as espécies da mata atlântica apresentam maiores valores de AFE, menor espessura, maior aproveitamento da energia luminosa, maior concentração de

nutrientes, menores concentrações de compostos do metabolismo secundário, altas taxas, fotossintéticas, respiratórias e transpiratórias.

Sarmiento et.al. (1985) sugeriram que a presença de folhas com grande área seria uma característica marcante das savanas neotropicais. Balackman et. al. (2005), estudando o gigantismo foliar (grande largura e espessura) em espécies costeiras da Tasmânia, associaram esta característica a uma estratégia para maior armazenamento hídrico na folhas. Talvez este seja também o caso de algumas espécies do cerrado estudadas neste trabalho, que apresentaram maior área e largura que seus respectivos pares da mata atlântica.

4.5. Suculência foliar:

Os resultados evidenciaram que há um padrão geral em que as espécies do cerrado sempre apresentaram maior armazenamento de água por superfície foliar. As comparações dentro de 13 pares, dos 14 pares estudados (28 espécies) e entre os dois grupos (cerrado e mata atlântica) mostraram diferença altamente significativa. o que sugere fortemente que tenha havido grande pressão seletiva para que as espécies do cerrado armazenassem mais água por unidade de área das folhas. Apenas no caso do par pertencente ao gênero *Machaerium*, houve um maior armazenamento hídrico na espécie da mata atlântica. A suculência foliar está também negativamente relacionada à AFE e positivamente relacionada à espessura foliar.

Como no cerrado há uma estação seca que pode durar muitos meses, a suculência poderia ser um mecanismo adaptativo à esta seca estacional, que geraria grande estresse hídrico. Larcher (2000), sugeriu que a suculência é um mecanismo importante para manter um balanço positivo em plantas típicas de

hábitats propensos à seca. Desse modo, as plantas podem então manter as taxas metabólicas de respiração e fotossíntese, muito embora a produtividade vegetal seja bastante reduzida na estação de seca no cerrado (Franco 1998; Nardoto & Franco, 1998; Paulilo & Felipe, 1998). As espécies da mata atlântica, por outro lado, apresentando folhas com maior área em relação à massa das folhas, menor espessura foliar e suculência, são típicas de ambientes onde há maior disponibilidade hídrica e portanto não dispõe deste mecanismo adaptativo, havendo provavelmente maiores taxas transpiratórias e menor retenção hídrica nas folhas.

Mantovani (1999a), comparando a morfo-fisiologia de folhas de aráceas no interior e na copa de árvores de uma floresta tropical no Rio de Janeiro relatou que tanto a esclerofilia quanto a suculência foram maiores nas plantas de dossel, um ambiente com menor disponibilidade hídrica e maiores trocas de energia. Concluiu que essas características levariam a uma maior economia de recursos hídricos.

Hoffman & Franco (2004) realizaram experimentalmente a semeadura de sementes espécies do cerrado em área de mata de galeria e de espécies florestais em área de cerrado e notaram que o sucesso de estabelecimento das plântulas foi grandemente reduzido. As plântulas de espécies da mata apresentaram potencial hídrico inferior ao das espécies de cerrado e inferior inclusive ao solo, de maneira que estavam definitivamente vulneráveis àquele ambiente de grande deficiência hídrica e afirmaram que os baixos valores de razão de área foliar (RAF) nas espécies savânicas tinham relação com o balanço hídrico durante a estação seca. É possível que a baixa suculência das folhas das espécies florestais e as maiores taxas transpiracionais devam ter definitivamente

contribuído para um balanço hídrico negativo e o conseqüente insucesso no seu estabelecimento.

Kalapos (1994), estudando espécies de uma região semi-árida nos Bálcãs, notou que uma estratégia utilizada por plantas com folhas esclerificadas era a redução de seu potencial hídrico, e sugeriu que esta seria uma estratégia para manter um balanço favorável. É possível, que este mecanismo também exista em espécies do cerrado. Talvez um elevado potencial osmótico explique o maior armazenamento de água por unidade de área das folhas.

4.6 Anatomia foliar

A quantificação dos cortes transversais mostrou que as características estudadas variaram muito nos diferentes pares estudados. Apenas a porção laminar lignificada permitiu uma generalização, já que em todos os casos as espécies do cerrado mostraram maior porção laminar lignificada.

A comparação da face superior da epiderme dentro dos diferentes pares mostrou que 5 dos oito pares apresentaram maior espessura da epiderme em espécies do cerrado. Não houve diferença em um par e dois pares mostraram maior espessura em espécies da mata atlântica. A comparação entre os grupos de espécies do Cerrado e da Mata Atlântica evidenciou tendência, em termos adaptativos, para os diferentes ambientes. Já a epiderme inferior mostrou-se mais desenvolvida em 6 pares para espécies do cerrado, não havendo diferença significativa em 2 pares. A comparação entre os grupos também evidenciou tendência. Comparando-se a espessura da epiderme total dos diferentes pares, observou-se que os maiores valores foram obtidos para espécies do cerrado em 5 pares, não houve diferença em 2 pares e 1 par mostrou maior espessura para a

espécie da mata atlântica. Quando a comparação foi feita entre os grupos, encontrou-se uma tendência a maior investimento em espessura da epiderme para espécies do cerrado.

Plantas adaptadas a ambientes onde há grande intensidade luminosa apresentam grande espessura da epiderme (Schreider & Riederer, 1996), sendo que nesses ambientes são muito importantes para refletir a irradiação excessiva (Cao, 2000). Neste trabalho, a espessura da epiderme foi medida juntamente com a cutícula, que está muitas vezes associada à rigidez foliar tendo papel importante na proteção mecânica contra danos físicos, herbivoria e diminuindo as taxas de transpiração (Peeters, 2002; Cunningham, 1999, Mantovani 1999, Richardson & Berlin, 2002; Bacelar, 2004). A presença de cutícula muito desenvolvida pode ser especialmente observada nas espécies do cerrado estudadas quando comparadas com seus respectivos pares da Mata Atlântica. Epidermes desenvolvidas foram observadas nas espécies *Solanum lycocarpum*, *Miconia rubiginosa*, *Eugenia bimarginata*, *Rudgea viburnoides* e *Eriotheca gracilipes*. Sendo o cerrado uma vegetação aberta, onde há grande incidência de radiação solar, a epiderme desenvolvida nessas espécies pode ter um papel protetor importante. Além disso, epidermes desenvolvidas podem estar associadas a uma maior economia de água (Mantovani, 1999).

A presença de tricomas foi observada em algumas espécies do cerrado, como *Eriotheca gracilipes*, *Solanum lycocarpum*, *Myrcia albo-tomentosa*, *Miconia rubiginosa* e *Xylopia aromatica*. Os tricomas podem aumentar a reflexão da luz, diminuir as perdas de água por transpiração e aumentar a resistência ao ataque por herbívoros (Cunningham, 1999; Cao 2000). Em alguns casos, como *Solanum*

lycocarpum, *Miconia rubiginosa* e *Myrcia albo-tomentosa* e *Xylopia aromatica* uma epiderme constituída por células lignificadas foi observada, o que pode representar uma importante proteção contra o ataque por herbívoros. Estas espécies (especialmente *Solanum lycocarpum*) apresentam uma grande quantidade de tricomas lignificados. Além disso, pode-se observar a presença de estômatos em criptas em *Solanum lycocarpum*, o que deve ter grande relação com a diminuição das taxas transpiratórias.

As características acima apresentadas podem portanto ser de grande importância como adaptação ao ambiente de ocorrência dessas espécies (Cao, 2000).

Quanto à espessura do mesofilo, 7 pares mostraram maior mesofilo para espécies do cerrado quando as comparações foram feitas dentro dos pares e quando a comparação foi feita entre os grupos do cerrado e floresta houve diferença significativa, de maneira que parece haver uma tendência das espécies do cerrado a apresentarem uma maior espessura do mesofilo. Em outros trabalhos, foi notada uma maior espessura do mesofilo em folhas expostas a intensa irradiação (Brooks et.al., 1996; Rôças et.al. 1997). Além disso, um parênquima paliçádico muito desenvolvido, com células em formato colunar foi geralmente observado nas espécies do cerrado. Um parênquima paliçádico muito desenvolvido tem sido associado com um maior aproveitamento da luz, havendo maior penetração para o parênquima lacunoso (Vogelmann & Martin, 1993; Rôças et.al., 2001). Folhas expostas ao sol devem maximizar o processo fotossintético de maneira a diminuir os riscos do processo de fotoinibição (Rôças et.al. 2001). Os cortes trasversais evidenciam mesofilo bastante desenvolvido especialmente

nas espécies *Eriotheca gracilipes*, *Solanum lycocarpum*, *Miconia rubiginosa*, *Myrcia albo-tomentosa*, *Eugenia bimarginata*, e *Rudgea viburnoides*. Nessas espécies, um parênquima paliçádico bastante desenvolvido foi observado, em alguns casos sendo constituído por duas ou mais camadas. Um parênquima geralmente mais compactado foi observado nas espécies do cerrado. A presença de maiores espaços intercelulares nas espécies da mata atlântica levaria a uma maior eficiência na troca de gases, acarretando maiores taxas fotossintéticas e maiores taxas de crescimento (Bacelar et al. 2004).

A espessura da lâmina foliar, a exceção de um único par (*Machaerium*), foi sempre maior nas espécies do cerrado, sugerindo assim uma forte tendência das espécies do cerrado a apresentarem maior espessura, já que a comparação entre os grupos mostrou diferença altamente significativa. As medidas de espessura laminar mostraram o mesmo padrão obtido nas medidas de folhas no campo. Tal atributo está intimamente associado à AFE e concentração de clorofila (Poorter & Evans, 1998; Reich et.al.1997), estando fortemente associado portanto às taxas fotossintéticas e ao crescimento das plântulas (Reich et.al.1997; Poorter & Evans, 1998; Cao 2000).

Parece haver, de maneira geral, maior investimento em densidade de tecido para espécies do cerrado (baixos valores de AFE), havendo maior volume e / ou número de células, o que acarretaria maior retenção hídrica nos tecidos foliares (Bacelar et.al. 2004; Gardnier & Laurent 1994)

Uma característica marcante e que parece contribuir para a AFE é a área lignificada da lâmina foliar, já que houve uma relação positiva quando as variáveis foram analisadas por regressão linear.

Não houve exceção, todos os pares estudados mostraram maior valor de área lignificada em espécies do cerrado. A comparação entre as espécies do Cerrado e da Mata atlântica mostrou um padrão geral, em que as espécies do Cerrado apresentaram maior porção da lâmina ocupada por tecido lignificado. A presença de grande quantidade de tecido lignificado é importante tanto para a maior rigidez foliar quanto para a maior retenção hídrica nas folhas (Bacelar et.al. 2004; Richardson & Berllyn, 2002). Esta característica é muito importante por aumentar a rigidez foliar das espécies do cerrado, diminuindo assim a chance de ataque por herbívoros e os riscos de danos físicos (Cunningham et al. 1999).

A maior área lignificada em espécies do cerrado parece evidenciar uma maior produção de compostos fenólicos, que são compostos químicos frequentemente utilizados na defesa contra herbívoros. Estes compostos podem também ter um papel importante na fotoproteção. Os cortes transversais das espécies do cerrado frequentemente evidenciaram uma intensa coloração, sugestiva da presença de compostos químicos do metabolismo secundário. Observando-se as pranchas dos cortes anatômicos da região do mesófilo e da nervura central das espécies *Rudgea virbunoides*, *Eugenia bimarginata*, *Myrcia albo – tomentosa*, *Miconia rubiginosa* e *Solanum lycocarpum*, percebe-se que estas espécies apresentam coloração mais intensa que a de seus respectivos pares da mata atlântica, o que sugere maior presença de compostos químicos do metabolismo secundário. Tais compostos podem ficar armazenados em um tecido interno localizado logo abaixo da epiderme, chamado de hipoderme. Este tecido foi provavelmente encontrado em 2 espécies, *Xylopia aromatica* e *Rudgea virbunoides*, ambas do cerrado. As características morfológicas celulares indicam

tratar-se de uma hipoderme. No entanto, apenas um estudo ontogenético poderia tornar possível a afirmação sobre a existência de tal tecido nessas espécies. No caso da *Xylopia aromatica*, sua função pode ser de armazenamento hídrico, o que já foi algumas vezes evidenciado na literatura para alguns casos (Madison, 1977). Dessa maneira, a presença da hipoderme poderia relaciona-se à maior suculência foliar no caso dessas espécies. No caso da espécie *Rudgea viburnoides*, a hipoderme tem função nitidamente secretora, podendo estar relacionada à proteção contra herbívoros ou também pode apresentar um papel fotoprotetor, já que no cerrado existe um excesso de radiação solar (Barp et.al. 2006; Shaefer & Wilkinson, 2004).

5. Conclusões Gerais:

A) A AFE mostrou um nítido padrão em plântulas em que as espécies do cerrado apresentaram menores valores. Os valores de taxa de crescimento relativo e taxa de assimilação líquida tenderam a ser menores em plântulas do cerrado, o que parece estar intimamente relacionado aos baixos valores de AFE. Havendo baixa interceptação de luz, as taxas fotossintéticas são mais baixas, assim como as taxas de crescimento. Não houve maior investimento em biomassa da raiz para a espécie do cerrado, ao contrário das expectativas.

B) A luz não foi um fator importante na germinação das sementes de *Eriotheca candolleana* (da mata atlântica) e *Eriotheca gracilipes* (do cerrado), mas mostrou grande relevância quanto ao crescimento das plântulas. Sob condição de irradiação de 50% uma menor AFE e menor RAF foram observadas na espécie de cerrado, assim como menor TCR. Sob 2% de irradiância houve grande

plasticidade para a espécie do cerrado em termos das respostas morfológicas (AFE e RAF), sendo que os valores chegaram a ser maiores que os obtidos na espécie da mata atlântica. Houve maior investimento em sistema radicular (R/A) e menor valor de RCR na espécie do cerrado. Para esse par congênico, a luz parece ter sido um importante fator de seleção.

C) As espécies da mata atlântica apresentaram maiores valores de AFE, menor espessura e menor suculência que as espécies do cerrado. Em termos ecofisiológicos parece haver adaptações relacionadas à grande economia de recursos hídricos e nutricionais por parte das folhas das espécies do cerrado. O mesmo padrão encontrado com relação a AFE nas plântulas foi verificado nas folhas adultas, de maneira que a generalização quanto a este atributo se mantém na vida adulta das plantas.

D) A anatomia foliar evidenciou maior espessura da epiderme para algumas espécies do cerrado e permitiu a observação de tendência em termos adaptativos. A espessura da lâmina foliar foi maior em espécies do cerrado e houve tendência a uma maior espessura do mesofilo. Houve maior porção laminar ocupada por lignina em espécies do cerrado. Os atributos anatômicos parecem então estar relacionados aos atributos morfológicos (espessura e AFE) e à suculência foliar. Como foi observado um padrão do atributo AFE em plântulas e em indivíduos adultos e como os atributos anatômicos parecem estar relacionados à morfologia foliar, parece bastante provável que um mesmo padrão em termos anatômicos seja observado, mesmo em folhas muito jovens.

6. Referências bibliográficas:

- ANTÚNEZ, I.; REMATOZA, E.C.; VILLAR, R. (2001). Relative Growth Rate in Phylogenetically related deciduous and evergreen woody species. **Oecologia**. 128:172-180.
- ADEJUWON, J.O. & ADESINA, F.A. (1992). The nature and dynamics of the forest-savanna boundary in south-western Nigéria. Nature and dynamics of the Forest-Savanna Boundaries (eds. P.A.Furley, J. Procter & J.A. Ratter), pp.331-351. Chapman & Hall, London.
- ALMEIDA-CORTEZ, J.S. ; SHIPLEY, W. (2002). No significant relationship exists between seedling relative growth rate under nutrient limitation and potential tissue toxicity. **Functional Ecology**. 16 (1)122-127.
- ALMEIDA-CORTEZ, J.S. ; SHIPLEY, B. ; ARNASON, J. T. (2004). Growth and chemical defense in relation to resource availability: tradeoffs or common responses to environmental stress?. **Brazilian Journal of Biology**, 64,187-194.
- ALVIN, P.T., SANTANA, C.J. & MIRANDA, E.R. (1968). Avaliação da fertilidade em alguns solos de cerrado em Brasília por meio de ensaios de microparcelas. **Ciência e Cultura** 20: 613-619.
- ARENS, K. (1958). O cerrado como vegetação oligotrófica. **Boletim da faculdade de filosofia, ciências e letras da Universidade de São Paulo** 15: 59-77.
- BACELAR, E.A.; CORREIA, C.M.; MOUTINHO-PEREIRA, J.M.; GONÇALVES, B.C.; LOPES, J.I.; TORRES-PEREIRA, J.M.G. (2004). Sclerophylly and leaf anatomical traits of five field-grown olive cultivars growing under drought conditions. **Tree physiology**. 24: 233-239.

- BARBOUR, M.G. & BILLINGS, W.D. (EDS.) (1988). **North American Terrestrial Vegetation**. Cambridge University Press, Cambridge
- BARP, E.A.; SOARES, G.L.G.; GOSMANN, G.; MACHADO, A.M.; VECCHI, C.; MOREIRA, G.R.P. (2006). Phenotypic plasticity in *Passiflora suberosa* L. (Passifloraceae): Induction and reversion of two morphs by variation in light intensity. **Brazilian Journal of Biology**. 66 (3): 853-862.
- BARKER, M.G.; PRESS, M.C.; BROWN, N.D. (1997). Photosynthetic characteristics of dipterocarp seedlings in three tropical rain forest light environments: a basis for niche partitioning? **Oecologia**. 112: 453-463.
- BEDFORD, B.L.; WALBIDGE, M.R.; ALDOUS, A. (1999). Patterns in nutrient availability and plant diversity of temperate North American Wetlands. **Ecology** 80(7):2151-2169
- BELL, D.T. (1993) The Effect of Light Quality on the Germination of Eight Species from sandy habitats in Western Australia. **Australian Journal of Botany**. 41(3) 321-326
- BERENDSE, F. (1985). Effect of grazing on the outcome of the competition between plant species with different nutrient requirements. **Oikos**, 44:35-39
- BLACKMAN, C.J.; JORDAN, G.J.; WILTSHIRE, R.J.E. (2005). Leaf gigantism in coastal areas: morphological and physiological variation in four species of the Tasman Peninsula, Tasmânia. **Australian Journal of Botany**. 53: 91-100.
- BRAZ, M.I.G. (2002) Comparação de atributos foliares em espécies de cerrado e restinga. Tese de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. pp.96
- BRIDGE, S.R.J. & JOHNSON, E.A. (2000). Geomorphic principles of terrain organization and vegetation gradients. **Journal of Vegetation Science**, 11:57-70.

- BROOKS, J.R., SPRUGEL, D.G., HINCKLEY, T.M. (1996). The effects of light acclimation during and after foliage expansion on photosynthesis of *Abies amabilis* foliage within the canopy. **Oecologia**. 81: 124-131.
- BRYANT, J.P., CHAPIN, F.S.; KLEIN, D.R. (1983) Carbon / Nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. **OIKOS** 40:357-368.
- BROOKS, JR.; SPRUGEL, DG, HINCKLEY, TM. (1996). The effects of light acclimation during and after foliage expansion on photosynthesis of *Abies amabilis* foliage within the canopy. **Oecologia** 107 (1): 21-32 JUL 1996
- BROWN, J.H., DAVIDSON, D.W., MUNGER, J.C., INOUE, R.S. (1986). Experimental community ecology: the desert granivore system. In: Community Ecology (eds. J. Diamond & T. Case), pp. 41-61 Harper & Row, New York.
- CALDAS, L.S., BRAVO, C., PICCOLO, H., RACHEL, C., FARIA, S.M. (1992). Measurement of leaf area with a hand-scanner linked to a microcomputer. **Revista brasileira de fisiologia Vegetal**. 4(1): 17-20
- CAO, K.F. (2000). Leaf anatomy and chlorophyll content of 12 woody species in contrasting light conditions in a Bornean heath forest. **Canadian Journal of Botany** 78:1245-1253.
- CASTRO-DÍEZ, P., PUYRAVAUD, J.P., CORNELISSEN, J.H.C. (2000). Leaf structure and anatomy as related to leaf mass per area variation in seedlings of a wide range of woody plant species and types. **Oecologia**. 124 (4): 476-486
- CHABOT, B.F. & HICKS, D.J. (1982) The ecology of leaf life spans. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 13:229-259.
- CHABOT, B.F. & MOONEY, H.A. (EDS.). (1985) Physiological ecology of North American plant communities. Chapman and Hall, New York, N.Y.

- CHAPIN, F.S. (1980) The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 11:233-260.
- CHAPIN, F.S.; AUTUM, K.; PUGNAIRE, F. (1993) Evolution of suites of traits in response to environmental stress. **American Naturalist**. 142:78-92.
- CHOINSKI JS & TUOHY JM (1991). Effect of water potential and temperature on the germination of 4 species of African savanna trees. **Annals of Botany**. 68(3): 227-233
- CLAY, K. (1990) The impact of parasitic and mutualistic fungi on competitive interactions among plants. In: Perspectives on plant competition (Eds. J. Grace, & D. Tilman), pp. 391-412. Academic Press, New York
- COLEY, P.D., BRYANT, J.P. & CHAPIN, F.S. (1985). Resource availability and plant antiherbivore defense. **Science**, 230:895-899
- CORNELISSEN, J.H.C.; CASTRO-DÍEZ, P.; HUNT, R. (1996). Seedling growth, allocation and leaf attributes in a wide range of woody plant species and types. **Journal of Ecology** 84:755-765.
- CORNELISSEN, JHC; WERGER, MJA, CASTRO-DÍEZ, P; VAN RHEENEN, JWA;
ROWLAND, AP (1997) Foliar nutrients in relation to growth, allocation and leaf traits in seedlings of a wide range of woody plant species and types. **Oecologia** 111:460-469
- CORNELISSEN, J.H.C.; CASTRO-DÍEZ, P; CARNELLI, A.C. (1998). Variation in Relative Growth Rate among woody species: scaling up. In: LAMBERS, H., POORTER, H.; VUUREN, M van (eds). Inherent variation in plant growth: physiological mechanisms and ecological consequences. Backhuys, Leiden, pp. 363-392.
- CORK, S.J. & CATLING, P.C. (1996). Modeling distributions of arboreal and ground-dwelling mammals in relation to climate, nutrients, plant chemical defences and

- vegetation structure in the eucalypt forests of southeastern Australia. **Forest Ecology and Management**. 85:163-175.
- CRAWLEY, M.J. (1983). *Herbivory: The dynamics of animal-plant interactions*. Blackwell Scientific Publications, Oxford
- CRAWLEY, M.J. (1996). *Plant Ecology*. 2nd. Blackwell Science. Oxford.
- CRAINE, J., BOND, W., LEE, W.G., REICH, P.B., OLLINGER, S. (2003) The resource economics of chemical and structural defenses across nitrogen supply gradients. **Oecologia**, 442:547-556
- CUNNINGHAM, S., SUMMERHAYES, & WESTOBY, M. (1999). Evolutionary divergences in leaf structure and chemistry, comparing rainfall and soil nutrient gradients. **Ecological Monographs**, 569-588.
- DIEMER, M. (1998). Life span and dynamics of leaves of herbaceous perennials in high-elevation environments – news from the elephant's leg. **Functional Ecology**, 12, 413–425.
- DIJKSTRA, P. & LAMBERS, H. (1989). A physiological analysis of genetic variation in relative growth rate within *Plantago major* L. **Functional Ecology** 3: 577-587
- EDWARDS, P.J; WRATTEN, S.D.; (1980) *Ecology of Insect Plant Interactions*. London: Edward Arnold (Publisher).
- EVANS, J.R. (1989). Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. **Oecologia**. 78:9-19
- FELFILI, J.M. & SILVA JUNIOR, M.C. (1992) Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Água limpa, Federal District, Brazil. In: FURLEY, P.A.; PROCTER, J.; RATTER, J.A. (EDS). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. Chapman & Hall, pp 393-416.

- FELSESTEIN, J.(1985) Phylogenies and the comparative method. **American Naturalist** 1-15.
- FONSECA, C. R. ; OVERTON, J. M. ; COLLINS, B. ; WESTOBY, M.(2000) . Shifts in trait combinations along rainfall and phosphorus gradients. **Journal Of Ecology** 88(6): 964-977.
- FOWLER,N.(1981). Competition and coexistence in a North Carolina grassland II. Effects of the experimental removal of species.**Journal of ecology**, 69: 843-854
- FRANCO, A.C. (1998). Seasonal patterns of gas exchange,water relations and growth of *Roupala montana*, anevergreen savanna species. **Plant Ecology**. 136: 69-76.
- GARDNIER, E. & LAURENT, G (1994). Leaf anatomy, specific mass and water content in congeneric annual and perenial grass species. **New Phytologist**, 128: 725-736
- GERLASH, D. (1969). *Botanische mikrotechnik: eine Einführung*.Stuttgart: Georg Thieme.
- GIBBS, P.E.; LEITÃO,H.D.; SHEPHERD,G.(1983). Floristic composition and community structure in an area of cerrado in SE Brasil.
- GILPIN & HANSKI,I (EDS) (1991) Metapopulation dynamics: Empirical and Theoretical investigations. Academic Press. San Diego.
- GIVNISH, T. J. (1987). Comparative studies of leaf form: assessing the relative roles of selective pressures and phylogenetic constrains. **New Phytologist** 106 (suppl.): 131-160.
- GOLD, W.G.& BLISS, L.C.(1995).Water limitations and plant-community developement in a polar desert.**Ecology** 76(5)1558-1568.
- GOLDBERG DE, NOVOPLANSKI A. (1997). On the relative importance of competition in unproductive environments. **Journal of Ecology** 85: 409-418.

- GOULD, W.A.& WALKER, M.D. (1999) Plant communities and landscape diversity along a Canadian arctic river. **Journal of Vegetation Science** 10 (4) 537-548.
- GRIME, J.P. (1977). Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist*. 111: 1169-1194
- GRUBB, P.J.(1992). A positive distrust in simplicity-lessons from plant defences and from competition among plants and among animals. **Journal of ecology** 80: 585-610
- HARIDASSAN, M. (1988). Performance of *Miconia albicans* (SW) Triana, an aluminium-accumulating species, in acidic and calcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. 19: 1091-1103.
- HARIDASSAN, M. (2000). Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 12:54-64.
- HERMS, D.A. & MATTSON, J.M. (1992). The dilemma of plants: to grow or defend. **The Quarterly Review of Biology**. 67(3): 283-317
- HOFFMAN, W.A. & FRANCO, A.C.(2003). Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. **Journal of Ecology** 91: 475-484.
- HOFFMAN, W.A.; ORTHEN, B.; FRANCO, A.C.(2004). Constraints to seedling success of savanna and forest trees across the savanna-forest boundary. **Oecologia** 140: 252-260.
- HOFFMANN, W. A, FRANCO, A. C.; MOREIRA, M.Z.; HARIDASAN, M.(2005). Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology**, 19: 932-94

- HUANTE , P; RINCÓN, E., ACOSTA I. (1995) Nutrient availability and growth rate of 34 woody species from a tropical deciduous forest in Mexico. **Functional Ecology** 9:849–858.
- HUBBLE, S.P.(1980). Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests.**Oikos**,35:214-229
- HULBERT (1984). Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. **Ecological Monographs** 54(2) 187-211.
- HUNT,R (1982). Plant Growth Curves. Cambridge University Press
- HUNTLY,N.J. (1991). Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. **Annual Review of ecology and systematics**.22:477-503
- JACKSON,P.C.,MEINZER,F.C.,BUSTAMANTE,M.GOLDSTEIN,G.FRANCO,A
 RUNDELL,P.W.,CALDAS,L.IGLER,E.& CAUSIN, F.(1999). Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian cerrado ecosystem. **Tree Physiology** 19:717-724.
- JANSEN,D.H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist** 104: 501-508
- JOHANSEN,D.A. (1940). Plant mycrotechnique.New York,McgrawHill
- JOLY, C.A; CRAWFORD, R.M.M. (1982). Variation in tolerance and metabolic responses to flooding in some tropical trees. **Journal of experimental botany**, 33: 799-809.
- JURADO, E. & WESTOBY, M. (1992). Seedling growth in relation to seed size among species of arid Australia. **Journal of Ecology** 80:407-416.
- KALAPOPOS, T. (1994). Leaf water potential- leaf water deficit relationship for ten species of a semiarid grassland community. **Plant and soil**. 160: 105-112.

- LAMBERS, H. & POORTER, H. (1992). Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research** 23:187-261.
- LARCHER, W. (2000). Ecofisiologia vegetal. Rima artes e texto, São Carlos, SP. pp.531.
- LEE, D.W.; OBERBAUER, S.F.; JOHNSON, P.; KRISHNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S.K.(2000). Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of southeast Asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. **American Journal of Botany** 87(4): 447-455.
- LERDAU, M.; LITVAK, M., MONSON, R.. (1994). Plant chemical: monoterpenes and the growth-differentiation balance hypothesis. **Trends in ecology and evolution** 9(2):58-61.
- LORTIE, C.J. & AARSSSEN, L.W.(1996). The specialization hypothesis for phenotypic plasticity in plants. **International Journal of Plant Sciences**. 157:484-487.
- LULLI,L.;BRAGATO,G.;GARDIN,L. Occurrence of Tuber melanosporum in relation to soil surface layer properties and soil differentiation. **Plant and soil** 214 (1-2) 85-92.
- MADISON, M. (1977). Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana** 2:1-13
- MANTOVANI, A. (1999a). Leaf morpho-physiology and distribution of epiphytic aroids along a vertical gradient in a Brazilian rain forest. **Selbyana** 20(2)241-249.
- MANTOVANI,A. (1999b). A Method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. 42(1) 9-14.
- MCDONALD, P.G.; FONSECA, C.R.; OVERTON, J.M.; WESTOBY, M.(2003). **Functional Ecology**. 17(1)50-57.

- MCLUNG, A.C., FREITAS, L.M., GALOO, J.R., QUINN, L.R. & MOTT, G.O. (1958). Alguns estudos preliminares sobre os possíveis problemas de fertilidade dos solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. **Bragantia** 17:29-44
- MCNAUGHTON, S.J. (1979). Grazing as an optimization process: grass-ungulate relationships in the Serengeti. **American Naturalist** 113:691-793
- MCNAUGHTON, S.J. (1986). On plants and herbivores. **American Naturalist** 128:765-770.
- MEDINA, E & SILVA, J.F. (1990). Savannas of northern South America: a steady-state regulated by water – fire interaction on a background of low nutrient availability. **Journal of Biogeography** 17:403-413.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- NARDOTO, G.B., SOUZA, M.P. & FRANCO, A.C. (1998) Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do planalto central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. **Revista Brasileira de Botânica** 21:313-319.
- NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. (1973). Determination of the total nitrogen in plant material. **Agronomy Journal**, 65:109-112
- NIINEMETS, Ü (1999). Research review. Components of leaf dry mass per area- thickness and density- alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants. **New Phytol.** 144 : 35–47.
- OLIVEIRA, R.S., BEZERRA, L., DAVIDSON, E.A., PINTO, F., KLINK, C.A., NEPSTAD, D.C., MOREIRA, A. (2005). Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. **Functional Ecology**, 19: 574-581.

- ONYEKWELU, S.S.C (1972). The Vegetation of Dune Slacks at Newborough Warren: III. *Plantago coronopus* **The Journal of Ecology**, 60 (3), 907-915
- OSUNKOYA, O.O, ASH,J.E., HOPKINS, M.S. GRAHAM, A. W.(1994). Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain forest tree species in northern Queensland. **Journal of Ecology** 82: 149-163.
- PARKHURST, D.F. (1994). Diffusion of CO₂ and other gases inside leaves. **New Phytologist** 169:449-479.
- PAULILO,M.T.S.& FELIPPE,G.M.(1998). Growth of the shrub-tree flora of the brazilian cerrados-a review. **Tropical Ecology** 39(2)165-174.
- PEETERS, P.J.(2002). Correlations between leaf structural traits and the densities of herbivorous insect guilds. *Botanical Journal of the Linnean Society* 77(1):43-65
- POORTER, H; EVANS, JR. (1998). Photosynthetic nitrogen-use efficiency of species that differ inherently in specific leaf area. **Oecologia**. 116 (1-2): 26-37
- POORTER, H. & REMKES, C. (1990). Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate. **Oecologia**. 83: 553-559.
- POORTER, H. & VILLAR, R. (1997). The fate of acquired carbon in plants: chemical composition and construction costs. In: BAZZAZ, F.A.; GRACE, J.(EDS). Resource allocation in plants. San Diego, CA, USA: Academic press, 39-72.
- POORTER, H. & BERGKOTTE, M. (1992). Chemical composition of 24 wild species differing in relative growth rate. **Plant, Cell and Environment**. 15: 221-229
- PRIOR, L.D., Eamus, D, Bowman D. M. J. S. (2003). Leaf attributes in the seasonally dry tropics: a comparison of four habitats in northern Australia. 17(4)504-515

- 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. de Almeida, eds.). EMBRAPA, Planaltina, p.45-86.
- REICH, P. B., WALTERS, M. B. & ELLSWORTH, D. S. (1997) From tropics to tundra: global convergence in plant functioning. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 94, 13730–13734.
- REICH, P.B.; WALTERS, M.B.; VANDERKLEIN, D.W.; BUSCHENA, C. (1998). Photosynthesis and respiration rates depend on leaf and root morphology and nitrogen concentration in nine boreal tree species differing in relative growth rate. **Functional ecology**. 12: 395-405.
- REICH, P. B. et al. (1999) Generality of leaf trait relationships: a test across six biomes. **Ecology** 80, 1955–1969.
- RICHARDSON, A.; BERLYN, G. (2002). Changes in foliar spectral reflectance and chlorophyll fluorescence of four temperate species following branch cutting. **Tree Physiology**. 22: 499-506.
- RIZZINI, C.T. (1970). Efeito tegumentar na germinação de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Biologia** 30:381-402.
- RIZZINI, C.T. (1973). Dormancy in seeds of *Anona crassiflora* Mart. **Journal of Experimental Botany** 24 (78) 117-123.
- RIZZINI, C.T. (1976). Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos. vol.1. São Paulo. Hucitec/Edusp. 327pp.
- RÔÇAS, G., BARROS, C.F., SCARANO, F.R. (1997). Leaf anatomy plasticity of *Alchornea triplinervea* (Euphorbiaceae) under distinct light regimes in a Brazilian montane Atlantic rain forest. **Trees structure and Function**. 11(8): 469-473.

- RÔÇAS, G. & SCARANO, F.R. (2001). Leaf anatomical variation in *Alchornea triplinervea* (Spreng) Mull.Arg. (euphorbiaceae) under distinct light and soil water regimes. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 231-238.
- RUGGIERO, P.G.C., BATALHA, M.A., PIVELLO, V.R. ' MEIRELLES, S.T. (2002) Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology**. 160 (1) 1-16
- SARMIENTO, G., GOLDSTEN, G., MENZER, F. (1985). Adaptive strategies of woody species in neotropical savannas. **Biological Review**. 60: 315-355.
- SCHAEFER, W; WILKINSON, D.M. (2004). Red leaves, Insects and coevolution: a red herring? **Trends in Ecology and evolution** 19 (12) 616-618.
- SCHAFFERS, A.P.(2002). Soil,biomass, and management of semi-natural vegetation Part II- Factors controlling species diversity. **Plant Ecology**.163 (1)63-75.
- SHIPLEY,B.(1995) Structured interspecific determinants of specific leaf area in 34 species of herbaceous angiosperms. **Functional Ecology**. 9:312-319.
- SCHOENER, T.W. (1983) Field experiments on interespecific competition. **American Naturalist** 122:240-285
- SCHOENER (1985). Some comments on Connell's and my reviews of field experiments on interespecific competition. **American Naturalist**,125:730-740
- SCHREIDER, L. & RIEDERER, M. (1996). Ecophysiology of cuticular transpiration: comparative investigation of cuticular water permeability of plant species from different habitats. **Oecologia** 107:426-432
- SCUDELER,V.V. (2002). Análise Fitogeográfica da Mata Atlântica-Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

- SOLLIS,P.(1998). Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest:
Does soil matter? **Ecology** 79(1):23-30
- SOUZA, R.P. (1995). Germinação, Crescimento, Atividade fotossintética e translocação de compostos de carbono em espécies arbóreas tropicais: Estudo comparativo e influência de sombreamento natural. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas .pp.300.
- TAUK-TORNISIELO, S.M.; GARLIPP, A.; RUEGER, M., ATTILI, D.S.; MALAGUTTI, E. (2005). Soilborne filamentous fungi in Brazil. **Journal of Basic Microbiology** 45 (1): 72-82.
- THANOS, C.A.; GEORGHIOU K, DOUMA DJ, MARANGAKI CJ; Photoinhibition of seed germination in Mediterranean maritime plants. **Annals of Botany** 68(5): 469-475.
- TILMAN, D.(1982) Resource Competition and Community Structure. Princeton University Press, Princeton
- TURNER, I.M. (1994). Sclerophylly: primarily protective? **Functional Ecology** 8: 669-675
- VALLADARES, F.; MARTINEZ-FERRI, E.; BALAGUER, L.; PEREZ-CORONA, E.; MANRIQUE, E. (2000). Low leaf level response to light and nutrients in Mediterranean evergreen oaks: a conservative resource-use strategy? **New Phytologist** 148: 79-91.
- VÁLIO, I.F.M. & SCARPA, F.M. (2001). Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and alternating temperatures. **Revista Brasileira de Botânica.** 24 (1) 69-74.
- VAN ARENDONK, J.J.C.M. & POORTER, H. (1994). The chemical composition and anatomical structure of leaves of grass species differing in relative growth rate. *Plant, cell and environment* 17: 963-970.

- VÁZQUEZ-YANES, C. & OROZCO-SEGOVIA, A. (1990). Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. **Oecologia**. 83:171-175.
- VÁZQUEZ-YANES, C. & OROZCO-SEGOVIA, A. (1993). Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 24: 69-87.
- VILLAR, R.; HELD, A.A.; MERINO, J.A. (1995). Dark leaf respiration in light and darkness of an evergreen and a deciduous plant species. **Plant Physiology**. 107:421-427.
- VILLAR, R. & MERINO, J. (2001). Comparison of leaf construction costs in woody species with differing leaf life-spans in contrasting ecosystems. **New Phytologist**, 151:213-226.
- VINTON, M.A. & BURKE, I.C. (1995). Interactions between individual plant species and soil nutrient status in short grass steppe. **Ecology** 76: 1116-1133.
- VOGELMAN, T.C., MARTIN, G. (1993). The functional significance of palisade tissue: penetration of directional versus diffuse light. **Plant Cell and Environment**. 16: 65-72.
- WARMING, E (1909) Lagoa Santa e a vegetação dos cerrados brasileiros. Edusp, São Paulo.
- WILLIAMS, P.R; CONGDON, R.A.; GRICE A.C., CLARKE, P.J. (2003). Fire-related cues break seed dormancy of six legumes of tropical eucalypt savannas in north-eastern Australia. **Austral Ecology** 28: 5, 507-514.
- WILLIAMS, P.R; CONGDON, R.A. GRICE A.C., CLARKE, P.J. (2004) Soil temperature and depth of legume germination during early and late dry season fires in a tropical eucalypt savanna of north-eastern Australia. **Austral Ecology**, 29 (3) 258-263

- WILLIAMS, P.R; CONGDON, R.A. GRICE² A.C., CLARKE, P.J. (2005). Effect of season of burning and removal of herbaceous cover on seedling emergence in a eucalypt savanna of north-eastern Australia. **Austral Ecology** **30**:5, 491-496
- WRIGHT, I.J. & WESTOBY, M. (1999). Differences in seedling growth behaviour among species: trait correlations across species, and trait shifts along nutrient compared to rainfall gradients. **Journal of Ecology** **87**, 85-97.
- WRIGHT, I.J.; WESTOBY, M.; REICH, P.B. (2002). Convergence towards higher leaf mass per area in dry and nutrient-poor habitats has different consequences for leaf life span. **Journal of Ecology**, **90**:534-543.
- WRIGHT, I.J. & WESTOBY, M. (2003). Nutrient concentration, resorption and lifespan: leaf traits of Australian sclerophyll species. **Functional Ecology** **17**:10-19
- WRIGHT, I.J.; REICH, P.B, WESTOBY, M.; ACKERLY, D.D.; BARUCH, Z.; BONGERS, F.; CAVENDER-BARES, J. CHAPIN, T.; CORNELISSEN, J.H.C.; DIEMER, M.; FLEXAS, J.; GARDNIER, E., GROOM, P.K., GULIAS, J.; HIKOSAKA, K.; LAMONT, B.B.; LEE, T; LEE, W, LUSK, C., MIDGLEY, J.J.; NAVAS, M.L., NIINEMETS, U; OLEKSYN, J.; OSADA, N., POORTER, H., POOT, P., PRIOR, L. PYANKOV, VI; ROUMET, C.; THOMAS, S.C.; TJOELKER, M.G.; VENEKLAAS, E.J., VILLAR, R. (2004). The worldwide leaf economics spectrum. **Nature** **428** (6985): 821-827.
- ZAR, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*, Prentice Hall, New Jersey