



NAYARA CRISTINA DE MELO

**ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DE *Vochysia*
thyrsoidea POHL. EM CERRADO RUPESTRE NO
SUL DE MINAS GERAIS**

**LAVRAS-MG
2015**

NAYARA CRISTINA DE MELO

**ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DE *Vochysia thyrsoidea* POHL. EM
CERRADO RUPESTRE NO SUL DE MINAS GERAIS**

Orientador

Dr. João Paulo Rodrigues Alves Delfino Barbosa

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de doutora

**LAVRAS-MG
2015**

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

Melo, Nayara Cristina de.

Aspectos ecofisiológicos de *Vochysia thyrsoidea* POHL. em
Cerrado Rupestre no sul de Minas Gerais / Nayara Cristina de
Melo. – Lavras : UFLA, 2015.

110 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): João Paulo Rodrigues Alves Delfino Barbosa.
Bibliografia.

1. Trocas gasosas. 2. Disponibilidade hídrica. 3. Radiação. 4.
Adaptação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

NAYARA CRISTINA DE MELO

**ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DE *Vochysia thyrsoidea* POHL. EM
CERRADO RUPESTRE NO SUL DE MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de doutora

APROVADA em 24 de julho de 2015.

Dr. Marcelo Polo UNIFAL-MG

Dr. Marcelo Rodrigues UFTM-MG

Dra. Ana Carolina Maioli Campos Barbosa UFLA-MG

Dra. Grazielle Sales Teodoro UFLA-MG

Dr. João Paulo Rodrigues Alves Delfino Barbosa
Orientador

**LAVRAS-MG
2015**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar, proteger e amparar nos momentos difíceis.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada pela oportunidade oferecida para a realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Programa de Botânica Aplicada pelos ensinamentos transmitidos.

Ao meu orientador, Dr. João Paulo, pelo apoio e ótima orientação durante todo o desenvolvimento da pesquisa, pelos ensinamentos e oportunidades oferecidas para meu crescimento profissional. Muito obrigada.

Agradeço aos meus pais, Lucas e Fátima, aos meus irmãos, Danny e Allan e a minha cunhada, Danyelle, que apesar dos momentos difíceis sempre estiveram comigo. Obrigada pelo incentivo e torcida por meu sucesso.

Aos amigos do laboratório de Ecofisiologia Vegetal e Funcionamento de Ecossistemas, pela boa convivência, ajuda nos trabalhos de campo e conhecimentos compartilhados.

A todos os amigos do Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada, em especial Raquel, João, Luiz e Márcio, pelos bons momentos juntos, ajuda nos trabalhos durante as disciplinas e pelo aprendizado, tanto científico quanto pessoal.

As minhas amigas Ane Marcela, Vanessa e Suelen que participaram diretamente durante todo o desenvolvimento da pesquisa. A ajuda de vocês foi fundamental!

Ao meu noivo Cecílio, pela ajuda, sugestões e paciência, principalmente nos momentos mais difíceis.

A todos os funcionários do Departamento de Biologia e do Setor de Fisiologia Vegetal que sempre me acolheram bem.

Aos responsáveis pelas Unidades de Conservação que permitiram a realização da pesquisa.

A todos que diretamente ou indiretamente colaboraram para a execução deste trabalho.

RESUMO

O domínio do Cerrado abrangia uma área de aproximadamente 2 milhões de Km² na porção central do Brasil. Entretanto, devido à intensa conversão de áreas naturais em áreas antropizadas é caracterizado como um hotspots para a conservação da biodiversidade. O Cerrado é marcado por uma estação seca bem definida, solos ácidos e pobres em nutrientes. Além disso, o fogo é um evento comum podendo afetar o crescimento e a distribuição das espécies. Dentre as diferentes fitofisionomias do domínio se encontra o cerrado rupestre, caracterizado por longos períodos de baixa disponibilidade hídrica, alta intensidade luminosa, altitudes elevadas e vegetação sobre afloramentos rochosos. Dentre as espécies, *Vochysia thyrsoidea* se destaca por sua alta capacidade de adaptação ao ambiente. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar as respostas fisiológicas e de crescimento de indivíduos de *V. thyrsoidea* em duas áreas de cerrado rupestre localizadas: no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB) e na Reserva Biológica Unilavras-Boqueirão (RBUB). Em cada área foram selecionados 30 indivíduos de porte médio e alto (> 2,50 m e DAP ≥ 5 cm) e 30 indivíduos de porte baixo (< 1,70 m e DAS < 3 cm). Avaliou-se o crescimento radial, em altura, crescimento de ramos, emissão de folhas novas e características morfofisiológicas. Foi realizada a caracterização ambiental das áreas e o conteúdo de água no solo foi obtido através do cálculo de balanço hídrico climatológico. Os anos que compreenderam o estudo foram marcados por baixa precipitação pluviométrica e mesmo durante a estação seca foi possível notar que os indivíduos de *V. thyrsoidea* demonstraram aumento da fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração. Na RBUB foram observadas maiores taxas de crescimento radial em períodos de maior precipitação, demonstrando clara sazonalidade. Os resultados indicam que existe uma diferenciação em relação ao crescimento dos indivíduos de *V. thyrsoidea* das duas áreas. Os indivíduos de pequeno porte do PEQRB investiram mais no crescimento em altura e emissão de folhas, enquanto que nos indivíduos da RBUB observou-se maior alocação de carbono para o crescimento de ramos (cm), área foliar e diâmetro do caule. Mesmo com eventos de fogo na área da RBUB e chuva de granizo no PEQRB durante o período do estudo, a espécie demonstrou grande capacidade de recuperação. As diferentes estratégias morfofisiológicas apresentadas por *V. thyrsoidea* mostram que a espécie apresenta facilidade em colonizar o ambiente e se destaca por sua capacidade de ajuste ao meio, possuindo estratégias de adaptação para crescer e desenvolver frente às condições adversas que caracterizam o domínio do Cerrado.

Palavras-chave: Afloramentos rochosos. Disponibilidade hídrica. Radiação. Trocas gasosas. Adaptação.

ABSTRACT

The Cerrado domain covered an area of approximately 2 million km² in the center of Brazil. However, due to the severe conversion of natural areas into anthropic areas it has been described as a hotspot for the conservation of the biodiversity. Cerrado is characterized by a well-defined dry season with acidic and nutrient-poor soils. Moreover, fire is a common disturbance affecting the growth and distribution of species. Within the different domain phytophysiologicals, there is the rocky cerrado, defined by long periods with low water availability, high luminous intensity, high altitudes, and vegetation on rocky outcrops. Among species, *Vochysia thyrsoidea* stands out for its high ability to adapt to the environment. Thus, this work aimed to evaluate the physiological and growth responses of *V. thyrsoidea* individuals in two rocky cerrado areas located in Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB) and in Reserva Biológica Unilavras-Boqueirão (RBUB). In each area, we selected 30 medium to high individuals (>2.50 m and DAP ≥ 5 cm) and 30 short individuals (<1.70 m and DAS < 3 cm). The radial growth, height, growth of branches, new-leaf sprouting, and morphophysiological characteristics were evaluated. The environmental characterization of areas was performed and the water content in soil was obtained using the climatological water balance calculation. The years comprising the study were marked by low rainfall and even during the dry season it was possible to notice that *V. thyrsoidea* demonstrated increased net photosynthesis, stomatal conductance, and transpiration. In RBUB, higher radial growth rates were observed in periods with higher rainfall, showing a clear seasonality. Results indicate that there is a differentiation regarding the growth of *V. thyrsoidea* individuals from the two areas. Small PEQRB individuals invested more in height growth and leaf sprouting whereas RBUB individuals had a higher allocation of carbon to the growth of branches (cm), leaf area, and stem diameter. Even with fire episodes in RBUB area and hailstorm in PEQRB during the study, the species exhibited a great recoverability. The different morphophysiological strategies exhibited by *V. thyrsoidea* demonstrate that this species may easily colonize the environment and stands out for its easy adjustment to the environment, and it has some adaptation strategies to grow and develop to face the adverse conditions which characterize the Cerrado domain.

Keyword: Rocky outcrops. Water availability. Radiation. Gas exchange. Adaptation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Cerrado: A savana brasileira	12
2.2	Fogo: Influência na adaptação das plantas	16
2.3	Aspectos ecofisiológicos de plantas do Cerrado	19
2.4	Avaliação de crescimento e desenvolvimento de espécies lenhosas em campo	22
2.5	Características da espécie <i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl - Família Vochysiaceae A.St.-Hil	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1	Local de Estudo	27
3.2	Caracterização e delimitação do estudo	28
3.3	Características Ambientais	31
3.4	Análises de crescimento	33
3.4.1	Avaliação do crescimento radial de indivíduos de porte médio e alto de <i>Vochysia thyrsoidea</i>	33
3.4.2	Avaliação do crescimento de indivíduos de porte baixo de <i>Vochysia thyrsoidea</i>	34
3.5	Crescimento de Ramos e Emissão de Folhas	35
3.6	Análise do Teor de Clorofila Total e Área Foliar	35
3.7	Análise do NDVI (Índice da Vegetação por Diferença Normalizada)	36
3.8	Trocas gasosas	36
3.9	Análise de dados	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Caracterização climatológica do período experimental	38

4.2	Caracterização microclimática das áreas de estudo	42
4.3	Caracterização do solo.....	46
4.4	Incremento radial dos indivíduos de porte médio e alto.....	46
4.5	Taxa de incremento em altura e diâmetro dos indivíduos de porte baixo	51
4.6	Crescimento de ramos e emissão de folhas de <i>Vochysia thyrsoidea</i> de porte baixo.....	58
4.7	Teor de clorofila total e Área foliar.....	73
4.8	NDVI (Índice de vegetação por diferença normalizada)	77
4.9	Trocas gasosas.....	80
4.10	Trade off	86
5	CONCLUSÃO	87
	REFERÊNCIAS	89

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o domínio do Cerrado é considerado a segunda maior formação vegetal, sendo caracterizada por grande diversidade fisionômica e florística. Porém, grande parte de sua área não possui mais a cobertura vegetal original devido à intensa ocupação por áreas de pastagem e agricultura (SILVA et al., 2002), o que caracteriza o Cerrado como um dos principais *hotspots* para a conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000).

As diferentes fitofisionomias que compõem o Cerrado podem variar em função da altura, cobertura e densidade de árvores (DALMAGRO et al., 2014). Segundo o modelo de classificação proposto por Ribeiro e Walter (1998), é composto por: formações campestres, caracterizadas pela presença principalmente de espécies herbáceas; formações florestais, onde o porte arbóreo dos indivíduos é bem desenvolvido; e as formações savânicas, com a presença de um estrato herbáceo-arbustivo bem desenvolvido além de um estrato arbóreo esparso.

O clima é marcado por um período de seca, um dos principais fatores determinantes da estrutura e função das plantas do Cerrado (EITEN, 1972, OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002; FRANCO et al., 2014). Durante a estação seca, que se estende de maio a setembro, fatores como baixa pluviosidade, elevadas intensidades luminosas e alta demanda evaporativa associadas a solos ácidos e pobres em nutrientes podem resultar em estresse hídrico e limitações de nutrientes (FRANCO et al., 2005; BUCCI et al., 2008; DALMAGRO et al., 2014) afetando os padrões de trocas gasosas e crescimento das plantas (BEDETTI, et al., 2011). Soma-se a tais condições adversas a ocorrência de queimadas ao longo da estação seca, eventos comuns que também podem afetar os padrões normais de crescimento e reprodução das plantas (FIEDLER et al., 2004).

Diante dessas condições bastante limitantes, as árvores típicas do Cerrado são dotadas de um conjunto de características morfológicas e fisiológicas que são interpretadas como adaptações ao ambiente (RATNAN et al., 2011). Segundo Medeiros e Miranda (2005), dentre as estratégias adaptativas estão a forte suberização de troncos, raízes profundas, frutos com capacidade de proteção das sementes, presença de catáfilos em algumas espécies como forma de proteção das gemas apicais e grande capacidade de rebrota da copa e de outras estruturas como caules e raízes, que são importantes para lidar tanto com a seca quanto com o fogo.

Dentre as espécies que crescem no Cerrado, destaca-se *Vochysia thyrsoidea* Pohl. uma espécie sempre-verde pertencente à família Vochysiaceae, sendo essa família botânica um importante componente da flora do Cerrado (ANDRADE et al., 2011). Possui capacidade de acumular alumínio em seus tecidos, apresentando baixo crescimento na ausência desse elemento (HARIDASAN, 2000; CAMPOS et al., 2011; BARBOSA et al., 2014). Conhecida popularmente por gomeira pelo fato de exudar uma goma semelhante à goma arábica (PAVIANI; HARIDASAN, 1988), *V. thyrsoidea* apresenta capacidade de crescer em ambiente de baixa disponibilidade hídrica e propenso à ação do fogo. Devido as suas características morfofisiológicas e ampla distribuição geográfica no domínio Cerrado, *V. thyrsoidea* apresenta-se como um bom modelo para estudos ecofisiológicos em campo.

As respostas de espécies lenhosas do Cerrado quanto ao seu crescimento, desenvolvimento e padrões de trocas gasosas, em condições naturais de campo, são ainda mal elucidadas, especialmente pela necessidade de estudos a longo prazo. Contudo, o estudo das características fisiológicas associadas às variações dos padrões sazonais é de grande importância para a compreensão das possíveis adaptações das espécies frente às adversidades impostas pelo ambiente.

Diante disso, objetivou-se avaliar as respostas fisiológicas e de crescimento de indivíduos de *Vochysia thyrsoidea*. Através de avaliações de crescimento em altura e diâmetro, incremento de folhas e características de trocas gasosas dessa espécie, buscou-se investigar seus mecanismos funcionais de ocupação em duas áreas de cerrado rupestre localizadas no Sul de Minas Gerais. Nós testamos as seguintes hipóteses: (1) os indivíduos expostos na face leste, que recebem radiação durante o período da manhã, podem apresentar maiores respostas de crescimento e trocas gasosas em relação aos indivíduos expostos na face oeste; (2) as duas áreas de cerrado rupestre apresentam diferentes características microclimáticas que podem influenciar em diferentes estratégias de sobrevivência de *V. thyrsoidea*; e (3) as características morfofisiológicas que *V. thyrsoidea* apresenta estariam relacionadas à sua capacidade de adaptação frente a possíveis variações climáticas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cerrado: A savana brasileira

A Savana é considerada um dos maiores biomas terrestres, compreendendo uma mistura dinâmica de árvores e gramíneas altamente inflamáveis (FRANCO et al., 2014). É caracterizada por um sub-bosque contínuo de gramíneas e um estrato arbóreo descontínuo, podendo ser visto como um ecossistema intermediário entre pastagem (dominância de gramas) e floresta (dominância de árvores). Essa relação árvore-grama pode variar amplamente em savanas, embora o aumento da precipitação possa resultar numa camada mais densa de árvores, ainda assim, pode ser considerada descontínua quando comparada a uma floresta (SANKARAN et al., 2005; MOUSTAKAS et al., 2010). As propriedades do solo e especialmente o regime de água no solo desempenham um papel importante na regulação da composição de espécies e dos seus aspectos funcionais (HARIDASSAN, 2008).

Em escala global, as savanas cobrem cerca de 19 milhões de Km² (RAMANKUTTY; FOLEY 1999; FRANCO et al., 2014). A distribuição geográfica das savanas tropicais mostra que esse ecossistema representa cerca de 50% do continente africano e significativa percentagem da América do Sul, Ásia e Oceania (GOEDERT; WAGNER; BARCELLOS, 2008). A savana brasileira, localmente conhecida como Cerrado, representa cerca de 10% das savanas tropicais, sendo (GOEDERT; WAGNER; BARCELLOS, 2008) composta de distintas fisionomias que variam em função da altura, cobertura e densidade de árvores (DALMAGRO et al., 2014).

O domínio do Cerrado originalmente abrangia uma área de aproximadamente 2 milhões de Km² no planalto central do Brasil, cerca de 21% da área total do país (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002), representando a

segunda maior província fitogeográfica que compartilha transições com outros domínios: Floresta Amazônica, Caatinga, Pantanal e Mata Atlântica (BUSTAMANTE, et al., 2012). É caracterizado como uma das mais diversas savanas do mundo e vem sendo submetido a uma extensa perda de habitats pelas mudanças nos regimes de fogo e a intensa conversão de áreas nativas em áreas para agricultura (HOFFMANN et al., 2002; BUSTAMANTE, et al., 2012). Por isso, o Cerrado é caracterizado como um dos principais *hotspots* (MYERS et al., 2000), significando, a nível mundial, o reconhecimento de sua rica biodiversidade. Por outro lado, também mostra que ele está sendo considerado um ambiente bastante ameaçado e que a sobrevivência de suas espécies depende de sua conservação e preservação (FIEDLER et al., 2004).

A vegetação do Cerrado é composta por um mosaico de formações florestais, savânicas e campestres. Dentre as formações florestais, as mais representativas são as matas de galeria, que se caracterizam como faixas estreitas de vegetação florestal margeando os rios, conhecidas também por matas ciliares, quando as copas das árvores não se tocam devido à largura dos rios (RIBEIRO; WALTER, 1998; ROSSATTO et al., 2010).

As fitofisionomias savânicas são compostas por árvores e arbustos esparsos sem a formação de dossel contínuo sendo divididas em quatro tipos fitofisionômicos principais: cerrado *stricto sensu* (subdividido em cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre), parque cerrado, palmeiral e vereda (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Os cerrados denso, típico e ralo são diferenciados pela densidade do estrato lenhoso (RIBEIRO; WALTER, 2008). Existem poucas diferenças quanto à comparação entre a estrutura e a composição florística da vegetação arbustiva-arbórea entre cerrado típico e cerrado rupestre, a não ser pela presença de espécies endêmicas e restritas ao cerrado rupestre (RIBEIRO; WALTER, 2008; PINTO et al., 2009; LIMA et al., 2010; GOMES et al., 2011). Essa característica

da vegetação rupestre faz com que esse ambiente se torne de grande importância para conservação da flora lenhosa do domínio Cerrado (PINTO et al., 2009; GOMES et al., 2011).

Além desses, ainda podem ser encontradas fitofisionomias campestres que englobam o campo sujo, campo limpo e o campo rupestre (RIBEIRO; WALTER, 2008). Segundo Coutinho (1978), o campo limpo é dominado por plantas herbáceas ao passo que no campo sujo predominam árvores e arbustos isolados ao longo da paisagem.

A vegetação dos campos rupestres é constituída basicamente por um estrato herbáceo, entremeado por pequenos arbustos perenifólios e esclerofilos. Apesar dessa caracterização, que confere uma aparência semelhante às várias áreas de campo rupestre, esse tipo de vegetação não é homogênea, podendo ser caracterizada como um mosaico de comunidades relacionadas e determinada pela topografia, microclima e natureza do substrato (MOURÃO; STEHMANN, 2007). Os campos rupestres ocorrem geralmente em altitudes acima de 900m (POREMBSKI, 2007) e são áreas propensas às queimadas anuais (RIBEIRO; FIGUEIRA, 2011) e como em muitas áreas do globo terrestre, o fogo desempenha papel importante na dinâmica de uma variedade de espécies (NEVES; CONCEIÇÃO, 2010).

Tanto cerrado rupestre quanto campo rupestre, segundo o modelo de classificação proposto por Ribeiro e Walter (1998), são denominados ambientes rupestres e encontram-se situados em altitudes elevadas e sobre afloramentos rochosos. Entretanto, o campo rupestre faz parte das formações campestres do domínio com menos de 5% da cobertura arbórea, enquanto o cerrado rupestre pertence às formações savânicas onde a cobertura arbórea pode variar de 5 a 70%. A vegetação lenhosa nesses ambientes rupestres se estabelece nas fendas e nos degraus formados entre as rochas onde há acúmulo de solo para o

estabelecimento das plantas (GIULIETTI et al., 2000; RIBEIRO; WALTER, 2008).

O Cerrado rupestre é caracterizado por uma flora que apresenta alto grau de endemismo com muitas espécies ameaçadas de extinção e ocorrências de espécies típicas de formações savânicas (PINTO et al., 2009, LIMA et al., 2010, ALVES; KOLBEK, 2010).

Essa diversidade fitofisionômica encontrada no Cerrado tem sido relacionada às modificações edafoclimáticas, tais como diferenças nos regimes de precipitação entre as estações chuvosa e seca, capacidade de retenção de água do solo, aspectos nutricionais e topografia (ROSSATO et al., 2012; HARIDASAN, 2008; RUGGIERO et al., 2006).

O clima do Cerrado é marcado por um período previsível de seca que se estende dos meses de Maio a Setembro e que atua como um dos principais determinantes da sua estrutura e função (EITEN, 1972; OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002; FRANCO et al., 2014). É caracterizado como sazonal úmido, com precipitação variando de 800 a 1800mm, sendo que 90% da precipitação anual ocorre durante a estação chuvosa (BUSTAMANTE et al., 2012). A temperatura média anual está entre 20 e 26°C, sendo comum temperatura de 20°C durante o inverno (estação seca) (EITEN, 1972; FRANCO et al., 2014). Entretanto, temperaturas extremas podendo atingir médias negativas(-4°C) podem ser encontradas na região sul do Cerrado e, por outro lado, na porção norte a temperatura mínima pode chegar a 14°C (BUSTAMANTE et al., 2012).

Embora a precipitação média anual possa variar muito ao longo das savanas tropicais, na estação seca, a baixa pluviosidade e alta demanda evaporativa são determinantes como barreiras potenciais para espécies não adaptadas a essas condições (GOTSCH et al., 2010). De acordo com a classificação de Köppen (1948), o clima é do tipo Aw (tropical sazonal com inverno seco). Em áreas de clima mais ameno, que ocorrem ao sul do domínio, é

caracterizado como Cwa (clima subtropical com inverno seco e verão quente) (RIBEIRO; WALTER, 2008).

O Cerrado se desenvolve em uma diversidade de solos, dentre eles, predominam os Latossolos que cobrem cerca de 48% da área do domínio. Além dos Latossolos, são encontrados também os Neossolos Quartzarênicos (14,4%), Argilosos (13,6%) e os Neossolos Litólicos (7,4%). O restante (16,6%) está distribuído em outras classes de solos em menores proporções (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Os solos variam de rasos e pedregosos a latossolos argilosos profundos, são ácidos e distróficos, apresentando baixa disponibilidade de nutrientes (HARIDASAN, 2008; LOPES et al., 2012). Segundo Tatenó, Hishi e Takeda (2004), solos menos férteis com baixo conteúdo de matéria orgânica e nutrientes podem estar relacionados a uma maior biomassa radicular aumentando a captação de nutrientes.

Além disso, os solos são altamente saturados em alumínio (Al^{+3}), apresentando baixo pH e alta capacidade de fixação de fósforo (P) (LOPES et al., 2012). Alguns estudos sugerem efeitos benéficos ao desenvolvimento de algumas espécies como *Miconia albicans* (Melastomataceae), *Qualea multiflora* e *Vochysia thyrsoidea* (Vochysiaceae) em solos com elevada concentração de Al (ANDRADE et al., 2011). Esses efeitos incluem estimulação do crescimento e aumento da captação de nutrientes na presença de Al (HARIDASAN, 2008).

2.2 Fogo: Influência na adaptação das plantas

O fogo historicamente tem sido um regulador da estrutura da comunidade de árvores em diversos ecossistemas (PAUSAS; KEELEY, 2009). Segundo Simon et al. (2009), o fogo tem sido um importante agente de evolução no Cerrado por pelo menos 4 milhões de anos. A maioria das espécies do

Cerrado é, portanto, susceptível de ter evoluído com um longo histórico de períodos de queima, devido ao fato de incêndios naturais ocorrerem em ambientes savânicos muito antes de serem induzidos pelo homem. Porém, desde o final do século XX, a expansão da ocupação humana no Cerrado alterou o regime natural do fogo com consequências importantes para a comunidade de plantas (MIRANDA; BUSTAMANTE; MIRANDA, 2002).

A estrutura das comunidades vegetais exerce influência na frequência e comportamento do fogo. Por outro lado, as características do fogo influenciam a regeneração e a estrutura de comunidades pós-fogo resultando em um processo de *feedback* entre o fogo e a comunidade de plantas (MIRANDA et al., 2009).

Em ambientes savânicos, como o Cerrado, o papel do fogo na dinâmica de árvores se distingue de outros ecossistemas inflamáveis, devido principalmente à presença de uma camada de gramíneas contínua que recupera rapidamente sua inflamabilidade após submetida a queima. Devido à alta frequência de incêndios, plantas lenhosas juvenis submetem-se à perda completa de sua parte aérea dependendo assim de sua capacidade de rebrotar para se manter no ambiente (BOND; MIDGLEY, 2001; HOFFMANN et al., 2012). Após um incêndio, para que as espécies lenhosas consigam rebrotar elas necessitam de meristemas axilares que foram preservados após a passagem do fogo, além de um estoque de carbono para sustentar seu crescimento (BARBOSA et al., 2014).

Tanto a presença quanto a ausência do fogo podem ocasionar mudanças na estrutura e composição da vegetação, apesar da grande resiliência apresentada por esse domínio frente aos distúrbios (HOFFMANN, et al., 2009). Na ausência de fogo, o aumento da densidade de árvores é um processo gradual que envolve o recrutamento de novas plantas, bem como o crescimento dos caules existentes. O fogo interrompe esse processo, reduzindo o tamanho das árvores existentes,

através da perda de biomassa acima do solo, combinado com baixa taxa de mortalidade de plantas inteiras (HOFFMANN et al., 2012).

Segundo Ratnan et al. (2011) um conjunto de características morfológicas e fisiológicas de árvores típicas de ambientes savânicos são melhor interpretadas como adaptações ao fogo. Várias espécies são capazes de sobreviver a esse evento devido ao alto investimento em biomassa radicular indicando maior disponibilidade de carboidratos, o que é muito importante para o estabelecimento e rebrota em um ambiente propenso ao fogo. Além disso, muitas espécies possuem casca grossa que protege o câmbio interior, fornecendo proteção térmica e minimizando os danos provocados pelo fogo (HOFFMANN, 2005; RATNAN et al., 2011; HOFFMANN et al., 2012).

As espécies desses ambientes ainda apresentam folhas rígidas e coriáceas com padrão de crescimento inicial sem muitas ramificações, órgãos subterrâneos bem desenvolvidos como, por exemplo, xilopódios, e baixa demanda nutricional (RATNAN et al., 2011). Por fim, muitas árvores de ambientes típicos savânicos como o Cerrado têm a capacidade de recuperar seu dossel através de brotações epicórmicas e /ou através de gemas apicais preservadas após a queima das folhas pelo fogo (WILLIAMS, 2009). Barbosa et al. (2014), estudando a capacidade de rebrotamento pós-distúrbio de espécies lenhosas de campo rupestre, verificaram que *Vochysia thyrsoidea* apresentou um modelo de rebrotamento através de gemas epicórmicas localizadas ao longo do tronco e de gemas axilares.

Segundo Dantas et al. (2013), uma estratégia relacionada à proteção da planta é a espessura da sua casca, pois quando seus ramos são queimados, as gemas laterais são protegidas o que garante o rebrotamento. Mesmo na presença de eventos de queimadas, as plantas jovens de espécies de savana tendem a possuir menores taxas de mortalidade (HOFFMANN; FRANCO, 2003; HOFFMANN; ORTHEN; FRANCO, 2004).

2.3 Aspectos ecofisiológicos de plantas do Cerrado

As plantas apresentam estratégias de sobrevivência diante de condições adversas impostas pelo meio, além disso, interagem com o ambiente respondendo fisiologicamente e morfológicamente de forma distinta (VALE et al., 2009). Segundo Baron et al. (2015), estudos envolvendo avaliações ecofisiológicas são necessários para a compreensão de como as plantas se comportam diante dos diferentes estados de degradação ou conservação do ambiente. Ainda de acordo com Bedetti et al. (2011), entender a variação das características da planta em habitats heterogêneos é importante para prever respostas as mudanças ambientais.

Em regiões caracterizadas como savânicas, a disponibilidade de água é um importante fator governante da sobrevivência das plantas e, provavelmente, exerceu forte seleção nas características das espécies (GOTSCH et al., 2010). Segundo Durigan (2010), as espécies que compõem o domínio do Cerrado são de extrema importância na regulação da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, retirando menores quantidades de água do solo e prevenindo perdas por escoamento.

Nesse tipo de ambiente, as espécies arbóreas conseguem evitar perdas excessivas de água podendo atrasar o estresse imposto pela seca através de três mecanismos: (1) redução da perda de água através de um rigoroso controle estomático e, em última análise, pela queda de folhas; (2) desenvolvimento de raízes profundas permitindo acesso à camada mais úmida do solo; (3) utilização de água armazenada em caules, raízes e folhas, mantendo o transporte de água no xilema e reduzidos níveis de desidratação de tecidos (PAZ; PINEDA-GARCÍA; PINZÓN-PÉREZ, 2015). Essas características permitem que as espécies evitem redução do potencial hídrico durante a estação seca apesar de manter elevadas taxas de transpiração (BUCCI et al., 2005).

Para superar o déficit hídrico sazonal, as espécies do estrato lenhoso possuem diferentes estratégias fenológicas. As espécies sempre verdes se mantêm com folhas na copa durante o ano todo, enquanto que espécies brevidecíduas e decíduas perdem completamente as folhas durante o período de seca. A renovação da folhagem e a floração nesses grupos de plantas estão normalmente associadas ao período seco (LENZA; KLINK, 2006). Segundo Franco et al. (2005), esses são indícios de que tanto a reprodução quanto a produção de folhas não são limitadas pela redução de água no solo. De acordo com Gouveia, Felfili (1998), as plantas do Cerrado caracterizam-se por queda gradual e emissão concomitante de folhas novas de forma mais acentuada no período da estação seca.

Diante das condições adversas que caracterizam o domínio do Cerrado, as altas intensidades luminosas nas horas de maior insolação podem comumente exceder ao necessário para a fotossíntese, gerando um estado de superexcitação dos fotossistemas, podendo ser prejudicial caso o excesso de energia absorvido não seja adequadamente dissipado (PALHARES, FRANCO, ZAIDAN, 2010). As folhas das espécies devem possuir estratégias de adaptação para crescer e se desenvolver, apresentando, portanto, mecanismos de dissipação de energia mais eficientes e maior espessura dos tecidos do limbo foliar de modo a evitar danos aos fotossistemas (ROSSATO et al., 2010). Nessa condição ambiental, há uma tendência em se atingir a saturação para as taxas máximas de fotossíntese em intensidades mais elevadas de radiação fotossinteticamente ativas quando comparadas as folhas de espécies de fitofisionomias florestais (HOFFMANN; FRANCO, 2003).

A taxa de assimilação de carbono pode ser reduzida em até 50% durante a estação seca, principalmente entre 12 e 14 horas, período de maior irradiância solar, temperaturas mais altas e menor umidade relativa do ar. Por outro lado, algumas espécies podem manter a taxa de assimilação inalterada,

enquanto outras podem reduzir a assimilação de carbono ao meio-dia, mesmo durante o período chuvoso (FRANCO et al., 2007). O comportamento mais comum das espécies sempre-verdes é o de apresentar diminuição da área foliar total durante períodos mais secos. Embora a taxa de assimilação de carbono por unidade de área foliar seja mantida, é possível que essas plantas sofram redução na capacidade diurna de assimilação de carbono (PALHARES; FRANCO; ZAIDAN, 2010).

Aliado ao déficit hídrico e altas intensidades luminosas, a ação do fogo pode afetar diretamente os processos de sobrevivência, crescimento e reprodução das plantas. Entretanto, as respostas da vegetação podem variar de acordo com a intensidade, frequência e duração das queimadas (FIEDLER et al., 2004). A passagem do fogo pode induzir a brotação em algumas espécies e dependendo da frequência as novas folhas tornam-se vigorosas e com alto potencial de assimilação de carbono (FURLEY, 2002). Dependendo da espécie, após a exposição ao fogo, podem ser observadas maiores taxas fotossintéticas, de condutância estomática e concentração de nitrogênio nas folhas, podendo apresentar melhor aproveitamento de água em períodos de déficit hídrico devido ao menor potencial osmótico (PAULA et al., 2015).

Segundo Palhares, Franco e Zaidan (2010), o Cerrado além de ser um ambiente rico em espécies e endemismo apresenta uma grande variedade de respostas adaptativas aos estresses ambientais. Podendo apresentar desde características como decíduidade (estresse hídrico significativo) e aumento da área foliar durante períodos de maior estiagem (demonstrando captação de água no solo). Muitas das adaptações citadas acima mostram que o Cerrado é bastante dinâmico e as características do ambiente são determinadas pelo domínio da vegetação.

2.4 Avaliação de crescimento e desenvolvimento de espécies lenhosas em campo

A abordagem observacional do crescimento e desenvolvimento de espécies lenhosas permite avaliar a trajetória do sistema vegetal em um determinado intervalo de tempo. Através de medidas lineares como: incremento em diâmetro e altura, medidas pontuais obtidas através de equipamentos e fenologia pode-se avaliar o crescimento e desenvolvimento das espécies (MONTEIRO, 2014).

O crescimento depende de diversos fatores climáticos (temperatura, precipitação, vento, insolação e disponibilidade de nutrientes), além de características edáficas, topográficas e fatores de competição pela intervenção de outras espécies. Somando-se a isso, o crescimento está diretamente relacionado ao tamanho e constituição genética do indivíduo bem como seu histórico de desenvolvimento (ZANON; FINGER, 2010).

Em muitas espécies florestais o crescimento em diâmetro é um dos fenômenos biológicos que se repete com periodicidade anual, tal crescimento deve-se principalmente a atividade do câmbio vascular (LOJAN, 1968). O desenvolvimento radial varia expressivamente entre e dentro das espécies arbóreas, com relação à idade, estações do ano e condições microclimáticas (ZANON; FINGER, 2010). Resultados de estudos de incremento em diâmetro têm mostrado correlações positivas entre o crescimento e a precipitação, com períodos de intenso crescimento radial seguidos de períodos sem crescimento, além da diminuição do incremento em períodos de seca (SILVA et al., 2002). Medições periódicas de incremento em caules possibilitam, a médio e longo prazo, uma determinação indireta do ritmo de crescimento, periodicidade da atividade cambial e influência de fatores climáticos (HENNENBERG et al., 2005).

Dentre as técnicas disponíveis para o monitoramento do crescimento do tronco das árvores, destacam-se as bandas (cintas) dendrométricas, pela facilidade de montagem, instalação, manutenção em condições de campo, execução da leitura e precisão, além do baixo custo (GOMES et al., 2008). Entretanto, o tempo de ajuste das bandas pode ser um fator desfavorável. Segundo alguns autores (BOWER; BLOCKER, 1966; CAMERON; LEA, 1980) as bandas dendrométricas necessitam de um tempo de ajuste antes que seja feita a primeira medição, já que elas tendem a subestimar o crescimento diamétrico. Diversos fatores podem influenciar no tempo de ajuste incluindo a espécie, espessura da casca e umidade do solo (KEELAND; YOUNG, 2012).

Além da análise do crescimento, os estudos de padrões de fenologia foliar são de grande importância principalmente para o conhecimento do comportamento sazonal das espécies, utilizado para estimar os fluxos anuais de carbono e também para entender o uso dos recursos hídricos nesse tipo de ecossistema (EAMUS, 1999). Segundo Damascos et al. (2005), para maximizar a sobrevivência e a produtividade, as espécies que se desenvolvem em ambientes sazonais como o Cerrado devem ajustar a atividade de renovação de folhas e ramos. O estudo da fenologia vegetativa, abordando o processo de expansão foliar e de crescimento de ramos está intimamente relacionado a processos fisiológicos de crescimento, status hídrico e trocas gasosas (REICH, 1995). Rossatto e Franco (2008), estudando o crescimento e mortalidade de ramos de dez espécies lenhosas no Cerrado, encontraram que *Miconia pohliana* e *Vochysia thyrsoidea* foram as espécies com maior crescimento de ramos e a mortalidade dos ramos ocorreu em sua maioria na estação seca.

Compreender como o desempenho fisiológico é afetado por variações ambientais pode ajudar a elucidar possíveis mecanismos de sobrevivência em ambientes potencialmente desfavoráveis. Para esse efeito, a medição de mecanismos de trocas gasosas tem sido usada para quantificar as influências

ambientais e genéticas nas características da planta (DALMAGRO et al., 2013). O monitoramento periódico das variações sazonais de características ambientais em associação com medições de condutância estomática são importantes ferramentas para o conhecimento de como as espécies utilizam os recursos disponíveis no ambiente (JÚNIOR et al., 2010).

O crescimento e a adaptação das espécies em diferentes condições ambientais estão relacionados à sua eficiência fotossintética que, por sua vez, está associada aos teores de clorofila presentes nas folhas (ALMEIDA et al., 2004). O crescimento é o maior componente de alocação de C em plantas lenhosas e reflete as diferenças genéticas e fenotípicas (MITCHELL et al., 2014). Sua análise está baseada no fato de que 90% da matéria seca são provenientes da atividade fotossintética, sendo a fotossíntese o componente de avaliação fisiológica de maior importância ao longo do crescimento da planta (BENINCASA, 2003).

As avaliações de trocas gasosas associadas às análises de crescimento podem elucidar a maneira como as espécies respondem às variações ambientais que podem ocorrer em ambientes sazonais como o Cerrado. Plantas mais eficientes na conversão de energia radiante em energia química, consequentemente apresentarão maiores índices de crescimento (ALVARENGA et al., 2003). Em condições de Cerrado, nas espécies arbóreas, os fluxos característicos de crescimento vegetativo ocorrem em função da estação do ano e estão associados possivelmente com variações na taxa de fotossíntese (JÚNIOR et al., 2010).

Entretanto, Costa e Marenco (2007) afirmam que a taxa de crescimento de uma espécie pode não estar relacionada apenas a eficiência fotossintética, ou seja, assimilação de carbono, mas a uma grande variedade de fatores que incluem a transpiração, a eficiência na translocação de fotoassimilados e as características foliares que interagem de forma complexa, resultando no acúmulo

de biomassa. A compreensão das características adaptativas é crucial para identificar as estratégias ecológicas das plantas na assimilação de carbono e no uso de recursos hídricos diante de restrições ambientais (ROSSATTO, 2009).

2.5 Características da espécie *Vochysia thyrsoidea* Pohl - Família Vochysiaceae A.St.-Hil

A família Vochysiaceae A.St.-Hil. compreende seis gêneros e cerca de 200 espécies, neotropicais, com poucas espécies subtropicais (VIANA, 2006), dividida em duas tribos: Vochysieae Dumort. que compreende os gêneros *Callisthene* Mart., *Qualea* Aubl., *Salvertia* A. St.-Hil. E *Vochysia* Aubl. e Erismeeae Dumort. com os gêneros *Erisma* Rudge e *Erismadelphus* Mildbr. (KAWASAKI, 1998). Distribuída principalmente nas florestas tropicais e savanas, especialmente do Brasil, essa família está representada por 162 espécies (FRANÇA, 2015), composta por plantas lenhosas, de folhas simples e geralmente opostas ou verticiladas (GONÇALVES; YAMAMOTO, 2013). As flores são zigomorfas, possuindo um único estame fértil e, na maioria das vezes, um número reduzido de pétalas (LITT; STEVENSON, 2003; GONÇALVES; YAMAMOTO, 2013). O ovário é tricarpelar ou trilocular, sendo o fruto uma cápsula loculicida ou sâmara, apresentando sementes aladas (SOUZA; LORENZI, 2008; GONÇALVES; YAMAMOTO, 2013).

De acordo com França (2015), *Vochysia* é considerado o gênero mais numeroso da família e com muitas espécies endêmicas, incluindo *Vochysia thyrsoidea* Pohl., espécie nativa do Brasil. Conhecida popularmente como “gomeira” e “vinheiro do campo” devido ao fato de exudar uma goma semelhante à goma arábica (PAVIANI; HARIDASAN, 1988; BARBOSA et al., 2014).

A espécie *V. thyrsoidea* ocorre no Brasil nos estados da Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e no Distrito Federal (GONÇALVES; YAMAMOTO, 2013) em fitofisionomias abertas associadas a terrenos pedregosos, em altitudes que variam de 800 a 1000 m (LORENZI, 2002). Apresenta folhas coriáceas com margem fortemente revoluta, sendo que no campo é facilmente reconhecida pelos ramos abertos e voltados para cima (GONÇALVES; YAMAMOTO, 2013). É considerada uma das árvores mais altas do Cerrado, com tronco grosso revestido de ritidoma espesso e rimoso, com casca escura, fendida longitudinalmente e seu diâmetro pode chegar a 40cm de espessura (LORENZI, 1998).

É uma espécie sempre-verde e seu período de floração se estende de janeiro a abril e de setembro a dezembro, sendo a inflorescência em ráceros terminais com flores amarelas (LORENZI, 1998; BARBOSA et al., 2014). A frutificação ocorre entre os meses de janeiro e novembro (BARBOSA et al., 2014) e os frutos podem atingir até quatro centímetros de comprimento, sendo lenhosos e de cor castanha (ALMEIDA et al., 1998).

Apresenta como característica peculiar, a capacidade de acumular alumínio em seus tecidos e a ausência desse elemento pode limitar o desempenho da espécie. Essa característica é importante no seu estabelecimento em solos distróficos, limitando sua distribuição e permitindo sua dominância em ambientes de Cerrado (HARIDASAN, 2000; CAMPOS et al., 2011; BARBOSA et al., 2014). A espécie é considerada uma das principais hospedeiras de *Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) (TEODORO et al., 2010) uma hemiparasita conhecida como erva-de-passarinho e que coloniza espécies de Vochysiaceae no Cerrado (MONTEIRO; MARTINS; YAMAMOTO, 1992).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de Estudo

O estudo foi realizado em duas áreas de Cerrado Rupestre dentro de Unidades de Conservação situadas na região de abrangência da bacia hidrográfica do Alto do Rio Grande, no sul de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil (Figura 1).

A área que se encontra no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB) localiza-se ao sul do município de Lavras, nas coordenadas geográficas 21°19'S e 44°58'W e com altitudes variando entre 1000 e 1300 m (DANANESI; OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2004). Os solos predominantes nessa área são Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos (CURI et al., 1990), sendo a área composta por uma variedade de fisionomias vegetacionais distribuídas em 209,7 ha constituindo uma amostra bastante significativa da vegetação original da região banhada pela Bacia do Alto Rio Grande (DANANESI; OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2004; OLIVEIRA-FILHO; FLUMINHAN-FILHO, 1999).

A segunda área localiza-se na Reserva Biológica Unilavras-Boqueirão (RBUB), no município de Ingaí, nas coordenadas geográficas 21°20'S e 44°59'W e com altitudes entre 1100 e 1250 m (PEREIRA; VOLPATO, 2005). A área possui cerca de 160 ha, podendo ser encontrados diferentes trechos de campo (rupestre, limpo e sujo), cerrado *stricto sensu* e formações florestais, observando-se, em meio a essas áreas naturais, a presença de pastagens constituídas por capim-braquiária (*Brachiaria* spp.) (ALEXANRE JÚNIOR; SOARES JÚNIOR, 2009).

Segundo o Sistema de Classificação Climática de Köppen (1948), o padrão climático das duas áreas de estudo se enquadra no tipo Cwb (mesotérmico com inverno seco e verão ameno).

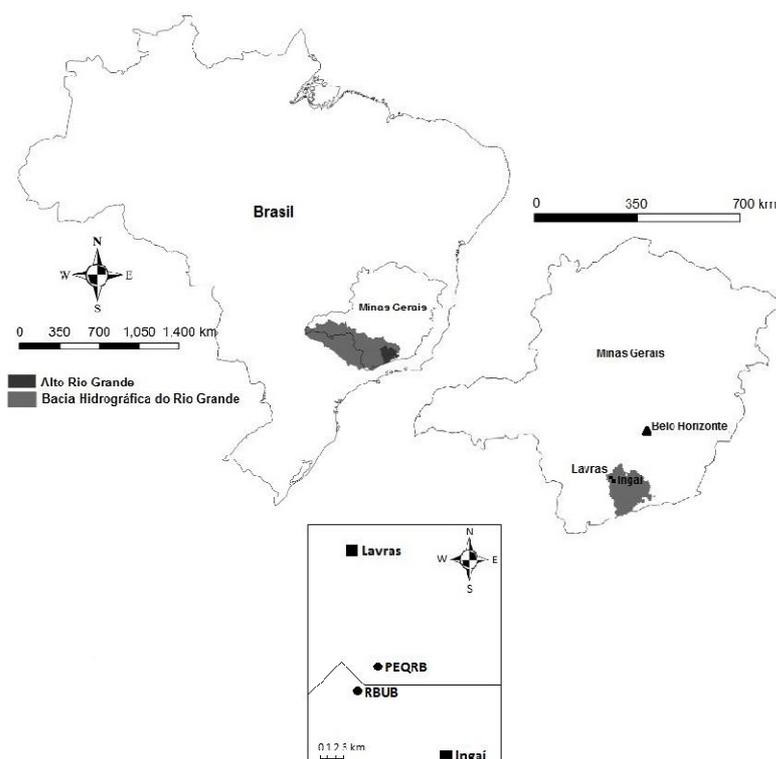


Figura 1 Localização das áreas de estudo: PEQRB (Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito) e RBUB (Reserva Biológica Unilavras-Boqueirão). Fonte: Monteiro, 2012.

3.2 Caracterização e delimitação do estudo

O estudo foi realizado com avaliações mensais no período de janeiro de 2013 a março de 2015. Em cada área foram selecionados 30 indivíduos de *Vochysia thyrsoidea* de porte baixo (< 1,70 m) com DAS < 3 cm e 30 indivíduos

de porte médio e alto ($> 2,50$ m) com $DAP \geq 5$ cm e com troncos sem bifurcação a 1,30 m do solo (Tabela 1). O diâmetro dos indivíduos de baixo porte foi medido à altura do solo devido às baixas alturas.

Tabela 1 Média e desvio padrão do diâmetro à altura do solo (DAS) e diâmetro à altura do peito (DAP) observados nos indivíduos de porte baixo, médio e alto nas duas áreas de estudo

	Ind. de porte baixo ($<1,70$m)		Ind.de porte médio e alto ($>2,50$m)	
	DAS média (cm)	Desvio padrão (cm)	DAP média (cm)	Desvio padrão (cm)
PEQRB	0,44	0,19	13,15	5,66
RBUB	2	0,41	8,28	3,18

Os indivíduos do PEQRB foram marcados entre as altitudes 1033 m e 1083 m e os da RBUB, de 1077 m a 1100 m. As figuras 2 e 3 ilustram a distribuição espacial dos indivíduos selecionados em cada área de estudo. Os 60 indivíduos selecionados no PEQRB foram distribuídos em uma área de aproximadamente 9.500 m² e os da RBUB em 6.500 m².

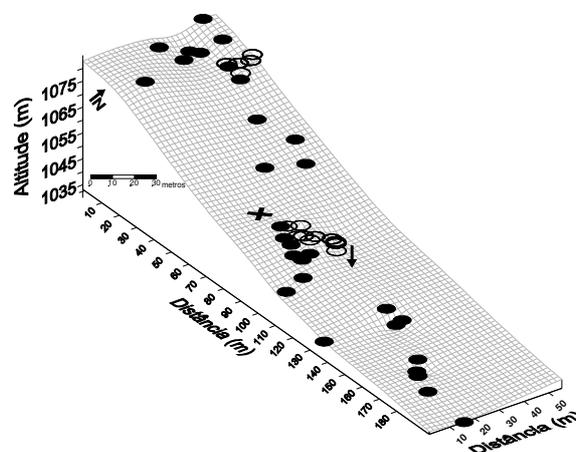


Figura 2 Distribuição espacial dos indivíduos de *Vochysia thyrsoidea* estudados no PEQRB.

Nota: Círculos fechados: indivíduos de porte médio e alto; Círculos abertos: indivíduos de porte baixo; Cruz: Termohigrômetro; Seta: centro da área de estudo, com coordenadas - 21°32'88" S e - 44°97'32" W.

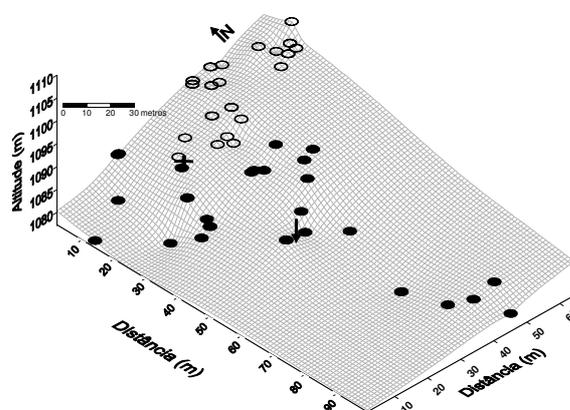


Figura 3 Distribuição espacial dos indivíduos de *Vochysia thyrsoidea* estudados na RBUB.

Nota: Círculos fechados: indivíduos de porte médio e alto; Círculos abertos: indivíduos de porte baixo; Cruz: Termohigrômetro; Seta: centro da área de estudo, com coordenadas -21°34'75" S e - 44°98'99" W.

3.3 Características Ambientais

Durante o período de estudo, a temperatura (T - °C) e a umidade relativa do ar (UR - %) de cada área foram monitoradas a cada 30 minutos, utilizando dois termohigrômetros RHT10 (*Extechinstruments*), instalados nas posições indicadas nas figuras 2 e 3, a 1,30 m do nível do solo em abrigos meteorológicos.

A partir desses dados, calculou-se o déficit de pressão de vapor do ar (DPV- kPa) conforme o método proposto por Jones (1992), expresso através das equações 1, 2 e 3:

$$DPV = es - ea(1)$$

Em que *es* é a pressão de saturação de vapor e *ea*, pressão parcial de vapor, estimados em função da temperatura do ar por:

$$es = 0,61078e^{\left[\frac{(17,269Ta)}{(Ta+237,3)}\right]} \quad (2)$$

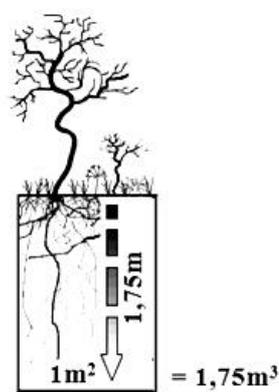
$$ea = \frac{UR.es}{100} \quad (3)$$

Sendo *Ta* a temperatura média do ar (°C) e UR umidade relativa do ar (%)

O conteúdo de água no solo foi obtido através do cálculo de balanço hídrico climatológico (BHC) baseado na profundidade do sistema radicular de *Vochysia thyrsoidea*. Na literatura, esse dado não foi encontrado, então se tomou como base *Vochysia elliptica* Mart., que possui um sistema radicular de 3 a 4 m (MOREIRA et al., 2003; SCHOLZ et al., 2002). Para o cálculo, considerou-se

exploração de 1,75 m em um modelo retangular (50% de 3,50 m). A partir desses dados e os de capacidade de campo (CC) obtidos em cada área, estimou-se a capacidade máxima de água disponível no solo (CAD) (Figura 4). Com os dados de temperatura obtidos em cada área de estudo e precipitação pluviométrica obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foram efetuados cálculos de evapotranspiração sendo possível estimar a quantidade de água disponível no solo.

A capacidade de campo (CC) do solo foi determinada a partir de duas amostras de substratos que foram secas em estufa de circulação forçada a 70°C, pelo período de 72 horas. Decorrido esse tempo, determinou-se a massa do solo seco e, em seguida, foi feita saturação do substrato com água, deixando transcorrer mais 48 horas para que a água pudesse percolar, restando somente a quantidade que ficasse aderida às partículas do solo.



	PEQRB	RBUB
CC	0,14m ³	0,18m ³
CAD/2013	245mm	315mm
CAD/2014	204mm	272mm

Figura 4 Capacidade de campo (CC) e Capacidade máxima de água disponível no solo (CAD) em 2013, 2014 e início de 2015 para as duas áreas de estudo, de acordo com o cálculo de balanço hídrico efetuado.

Para a verificação de anomalias no clima ao longo do período amostral, foram coletados dados de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, e quantidade de água armazenada no solo na camada de 0-1 m para o município de Lavras em 2013, 2014 e início de 2015 e dados das normais climatológicas (1961-1990). Esses dados foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Além desses dados, os solos obtidos em cada área de estudo foram submetidos à análise de parâmetros químicos para a caracterização da fertilidade. Essa análise foi realizada pelo Laboratório de Análises do Solo do Departamento de Ciência do Solo - UFLA.

3.4 Análises de crescimento

Ao longo do período de estudo, realizaram-se avaliações de crescimento nos indivíduos de porte alto, médio e baixo de *Vochysia thyrsoidea*, como segue:

3.4.1 Avaliação do crescimento radial de indivíduos de porte médio e alto de *Vochysia thyrsoidea*

Para avaliar o incremento radial mensal de indivíduos de porte médio e alto de *V. thyrsoidea*, foram confeccionadas bandas dendrométricas conforme a metodologia descrita por Keeland; Young (2012): cada banda dendrométrica foi feita a partir de uma fita de aço inoxidável (15 mm de largura e 0,1 mm de espessura) ajustada ao redor do tronco da árvore (1,30 do solo) emantida sob tração por uma mola de aço inoxidável (38 mm de alcance, 6,35 mm de diâmetro externo e 0,65 mm de diâmetro do arame). Após a montagem, uma marca foi feita na fita de aço indicando o ponto inicial. À medida que o tronco expande ou contrai, a marca se move, permitindo medições de pequenas variações no comprimento da banda obtidas com paquímetro digital IP54 (INSIZE)

(resolução 0,01 mm). Como *V. thyrsoidea* possui casca grossa e fissurada longitudinalmente, foi preciso raspar um pouco da casca no local da instalação da banda dendrométrica para eliminar os pontos irregulares. Antes da raspagem, mediu-se a casca a 1,30 m do solo com o auxílio de um medidor de espessura de casca de árvore MCA-100 (*SoilControl*). A espessura da casca foi semelhante para as duas áreas de estudo, variando de 1,4 a 3,7 cm para os indivíduos do PEQRB e de 1,1 a 3,2 cm para os presentes na RBUB.

No PEQRB, as bandas dendrométricas foram instaladas em outubro de 2012, as medições se iniciaram em janeiro de 2013 e foram avaliadas até janeiro de 2015, porém descartaram-se as medidas de janeiro de 2013, pois o crescimento registrado nesse mês estava acumulado desde outubro, o que prejudicaria a escala temporal da análise. Já na Reserva Biológica Unilavras-Boqueirão, a instalação foi realizada em janeiro de 2013 e as medidas foram avaliadas de abril de 2013 a janeiro de 2015, desprezando-se as medidas de fevereiro e março de 2013.

3.4.2 Avaliação do crescimento de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea*

Foram realizadas, mensalmente, medidas de altura e diâmetro à altura do solo (DAS) em 30 indivíduos de *V. thyrsoidea* em cada área de estudo. Utilizou-se uma trena graduada em milímetros para a realização de medidas de altura e um paquímetro digital IP54 (resolução 0,01 mm) (*Insize*) para o diâmetro. A partir desses dados, calcularam-se as taxas médias de incremento mensal em altura e diâmetro.

No PEQRB, as medidas foram realizadas durante os meses de janeiro de 2013 a janeiro de 2015 e, na RBUB, as medições ocorreram no período de fevereiro de 2013 a fevereiro de 2015.

3.5 Crescimento de Ramos e Emissão de Folhas

Para avaliar o crescimento de ramos e a emissão de folhas por esses ramos, os 30 indivíduos de porte baixo de *V. thyrsoidea* das duas áreas de estudo tiveram seus ramos marcados com arame recapado. O número de ramos marcados variou entre 1 a 4 por indivíduo, já que a estrutura de ramificação dos indivíduos era diferente.

Para os indivíduos do PEQRB foram marcados 105 ramos e para os indivíduos da RBUB o total de ramos marcados foi de 97. O crescimento dos ramos foi medido com um paquímetro digital IP54 (resolução 0,01 mm) (*Insize*) e as folhas emitidas nos ramos em crescimento foram contadas e marcadas utilizando um marcador permanente. Os ramos foram marcados no mês de março de 2014 e as medidas e contagem das folhas foram realizadas mensalmente a partir de abril de 2014 a março de 2015.

3.6 Análise do Teor de Clorofila Total e Área Foliar

As análises do teor de clorofila e área foliar foram realizadas nos 30 indivíduos de porte baixo em cada área de estudo. As medições foram realizadas mensalmente durante o período de fevereiro de 2014 a março de 2015. Essas medidas foram realizadas em quatro folhas completamente expandidas de cada indivíduo.

O teor de clorofila total foi determinado com o auxílio de um clorofilômetro portátil atLEAF+, sendo os valores convertidos em mg.cm^{-2} . A área foliar foi determinada por análise não destrutiva utilizando-se um medidor laser de área foliar (modelo CI-203- CID, INC.USA).

3.7 Análise do NDVI (Índice da Vegetação por Diferença Normalizada)

O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) foi proposto por Rouse et al. (1973) para a quantificação do crescimento da vegetação. Sendo esse índice dado por:

$$\text{NDVI} = \frac{(pnir - pr)}{(pnir + pr)} \quad (4)$$

Onde:

$pnir$ = reflectância do infravermelho próximo (770nm)

pr = reflectância do vermelho (650nm)

O NDVI pode variar de -1 a +1, sendo que valores maiores que zero representam a vegetação, quanto maior o valor do NDVI maior o vigor de crescimento da vegetação (LIU, 2006).

Para as medições, que foram realizadas nos 30 indivíduos de porte baixo em cada área de estudo, utilizou-se um sensor portátil (Green Seeker HandHeld). O aparelho foi posicionado à altura entre 0,8 e 1,0m acima de cada indivíduo e paralelamente à superfície do solo. Após o acionamento do sensor, ocorreu uma leitura de cada indivíduo, sendo geradas em cada área de estudo 30 medições de NDVI por mês, durante o período de fevereiro de 2014 a março de 2015.

3.8 Trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas mensalmente no período de fevereiro a dezembro de 2013. Não foram realizadas avaliações nos meses de abril e maio, em ambas as áreas, devido a problemas no equipamento. Em 2014, as avaliações foram realizadas a cada dois meses (fevereiro, abril, junho, agosto e outubro) além de janeiro de 2015, nas duas áreas de estudo. Foram utilizados os mesmos 30 indivíduos de porte baixo. As avaliações foram

realizadas em dias típicos, predominantemente claros, entre 8 h e 11 h, com o auxílio de um Analisador Portátil de CO₂ a infravermelho - IRGA-LC4 (*ADC Instruments*), em uma folha madura do segundo nó de cada planta (no sentido ápice-base). Foram determinados os valores de fotossíntese líquida ($A - \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), transpiração ($E - \text{mmolH}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e condutância estomática ($g_s - \text{mol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). A partir desses valores, calculou-se a eficiência do uso da água ($\text{EUA} - \mu\text{molCO}_2.\text{mmolH}_2\text{O}^{-1}$), conforme a equação 5:

$$\text{EUA} = A \cdot E^{-1} \quad (5)$$

3.9 Análise de dados

Os dados foram testados quanto à sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os valores médios das análises de crescimento (incremento radial, altura, incremento de ramos e folhas), teor de clorofila, área foliar, NDVI, trocas gasosas e ambientais (temperatura, umidade relativa do ar, déficit de pressão de vapor e precipitação) foram comparados pelo teste t (paramétrico), e pelo teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (não paramétrico) em nível de significância de 5%. Para verificar relações entre dados de crescimento, teor de clorofila, área foliar, NDVI e trocas gasosas com dados microclimáticos, foram realizadas correlações de Pearson (paramétrico) e Spearman (não paramétrico).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização climatológica do período experimental

Os dados de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura (máxima, média e mínima) observados nos anos de 2013, 2014 e início de 2015 foram comparados com os dados das normais climatológicas do período de 1961-1990 (Figura 5, 6).

Apesar de não ter sido verificada diferença significativa ($p>0,05$) observou-se que em 2013 houve redução de 10,2% na precipitação anual normal. Nos meses que compreendem o quadrimestre mais frio e seco (maio, junho, julho e agosto) a redução da precipitação foi de 20,7% ($p>0,05$) e durante o quadrimestre mais quente e chuvoso (janeiro, fevereiro, novembro e dezembro) a redução foi de 7% ($p=0,86$) em relação às normais climatológicas (Figura 5A).

Pôde-se observar em 2014 que houve redução de 24,9% da precipitação anual normal, apesar de não haver diferença significativa ($p>0,05$) e de 16,4% ($p>0,05$) da precipitação anual em relação a 2013. Além disso, nos quadrimestres mais frio ($p=0,37$) e mais quente ($p=0,3$) de 2014 a redução da precipitação foi de 33,4% e 20,9%, respectivamente, em relação às normais climatológicas. Quando comparado com o ano de 2013, a precipitação nos quadrimestres mais frio ($p=0,82$) e mais quente ($p=0,73$) de 2014 reduziu cerca de 16% e 15%, respectivamente (Figura 5A). De forma geral, pode-se afirmar que 2014 foi mais seco que o normal e do que o ano anterior, que por sua vez também foi mais seco que o normal.

Não foi verificada diferença significativa ($p>0,05$) em relação à umidade relativa do ar, para os anos de 2013 e 2014, entretanto, houve redução de 3,1% e 13,1%, respectivamente, em relação aos valores observados para as normais

climatológicas. Além dessa redução, quando se compara os anos de 2013 e 2014 a umidade relativa anual ($p < 0,05$) e no quadrimestre mais quente e chuvoso ($p = 0,20$) foi 9,7% e 11,5% menores em 2014 (Figura 5B).

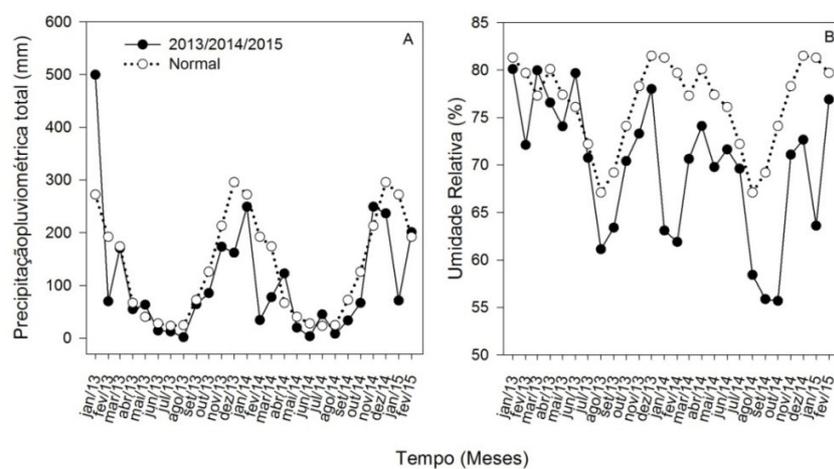


Figura 5 Dados climatológicos para Lavras/MG observados nos anos de 2013, 2014 e início de 2015 e em um período de 30 anos (normais 1961-1990). A- Precipitação pluviométrica total; B- Umidade relativa do ar. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia INMET (2015).

De maneira geral, os valores médios das temperaturas máximas, médias e mínimas foram superiores nos anos de 2013, 2014 e início de 2015 quando comparadas às temperaturas das normais climatológicas. Além disso, os valores médios das temperaturas máxima e média observadas para 2014 foram, respectivamente, 5,9% e 4,7% maiores em relação à 2013. Porém, para a temperatura mínima, foi observada uma redução de cerca de 0,6% de 2013 para 2014. A temperatura máxima observada para o quadrimestre mais quente e chuvoso aumentou, em média, 5,5% em 2014 quando comparada a 2013 (Figura 6A,B,C).

A temperatura máxima média de 2013 foi semelhante à normal climatológica, no entanto, a média da temperatura mínima foi significativamente diferente ($p=0,001$) com aumento de 1°C . Em 2014, a temperatura máxima média foi significativamente diferente ($p=0,03$) da normal, elevando em $2,3^{\circ}\text{C}$. Por outro lado, a temperatura mínima observada em 2014 foi semelhante à normal climatológica ($p=0,40$). Além desse aumento de temperatura em 2014, pode-se observar que os valores médios da umidade relativa do ar anual e do quadrimestre mais quente foram menores ($p=0,001$ e $p=0,004$, respectivamente) quando comparados às normais climatológicas. Para o início de 2015 (janeiro e fevereiro), foi possível observar que a temperatura mínima foi maior ($p=0,02$) em relação ao período correspondente às normais climatológicas (Tabela 1 Anexo).

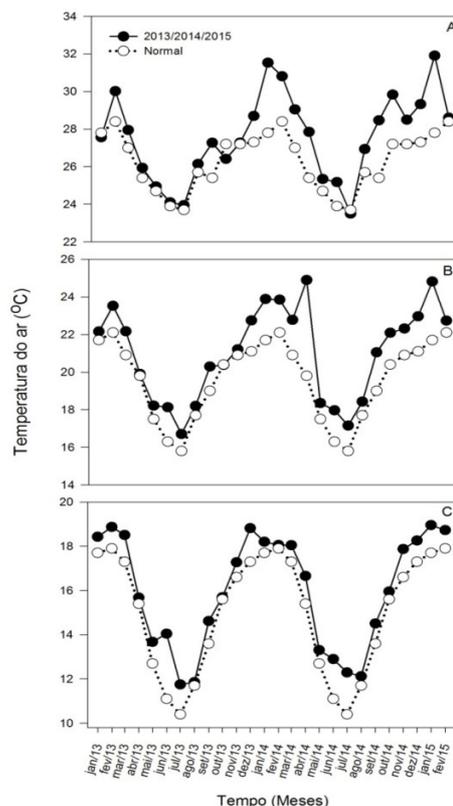


Figura 6 Valores de temperatura do ar observados para Lavras/MG nos anos de 2013, 2014 e início de 2015 e em um período de 30 anos (normais 1961-1990). A- Temperatura máxima; B- Temperatura média; C- Temperatura mínima. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia- INMET (2015).

O armazenamento de água na camada de 0-1 m do solo (Figura 7) mostrou que o ano de 2013 acumulou um déficit de 122 mm em relação ao período normal. Já o ano de 2014 passou por maiores períodos de seca e foi mais quente em relação ao período normal, acumulando um déficit de $\cong 202$ mm. Em relação a 2013, o ano de 2014 mostrou-se mais uma vez mais seco, com redução de $\cong 78,5$ mm de água armazenada no solo.

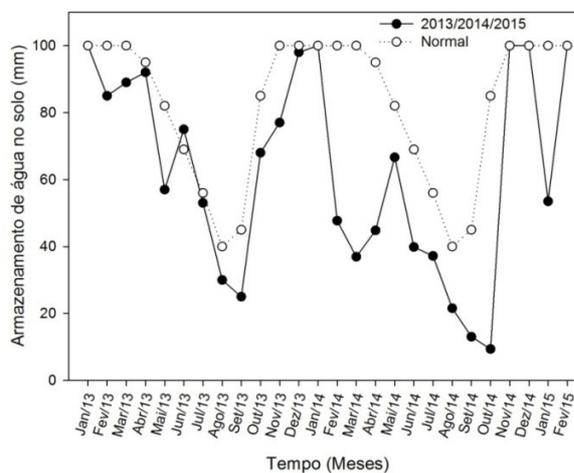


Figura 7 Armazenamento de água na camada de 0-1m de solo para Lavras observado no ano de 2013, 2014 e início de 2015e em um período de 30 anos (normais climatológicas 1961-1990)

4.2 Caracterização microclimática das áreas de estudo

Em relação aos dados ambientais obtidos em cada área, pode-se observar que tanto para o PEQRB quanto para a RBUB a temperatura média foi maior em janeiro de 2015 quando comparada aos demais meses ao longo do período de experimento (Figura 8A, C). Os maiores valores de déficit de pressão de vapor (DPV) registrados no PEQRB foram observados para outubro de 2014 e janeiro de 2015 e na RBUB em outubro de 2014 (Figura 8B, D). Pode-se observar grande variação para esses dados ao longo dos meses dentro de cada área de estudo, entretanto, quando se compara as duas áreas ao longo do período experimental, esses valores foram semelhantes.

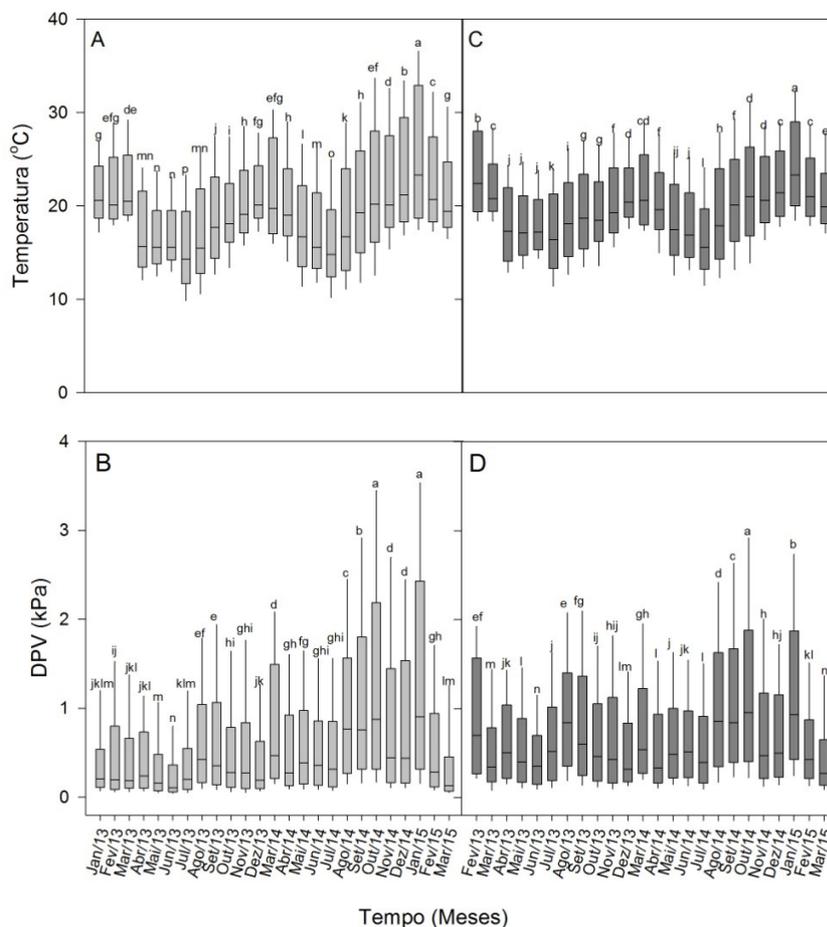


Figura 8 Gráficos em “boxplot” representando a distribuição mensal da Temperatura (°C) e Déficit de pressão de vapor (kPa) nas duas áreas de estudo. PEQRB (A,B) e RBUB (C, D). Letras minúsculas são comparações entre os meses ao longo do período de avaliação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$).

Em cada área de estudo foi possível observar o comportamento das variáveis ambientais e verificou-se que no ano de 2013 a temperatura máxima anual foi semelhante para as duas áreas de estudo, no entanto, a temperatura mínima e média foram mais baixas ($p < 0,01$) no PEQRB, com média de $14,5^{\circ}\text{C}$ e

19,5°C, respectivamente. Na RBUB, obteve-se média de 15,6°C para a temperatura mínima e 20,5°C para a média (Tabela 2, Anexo). Entretanto, para 2014, a temperatura máxima anual foi significativamente diferente ($p=0,04$) para as duas áreas sendo a maior média (30,7°C) observada para o PEQRB. Não houve diferença significativa em relação à temperatura média e mínima entre as duas áreas (Tabela 3, Anexo).

Quanto aos valores sazonais, verificou-se que, no período seco e frio de 2013 e 2014, a temperatura mínima apresentou diferença ($p<0,01$) entre as duas áreas, com média de 11,6°C para o PEQRB e de 13,5°C para a RBUB em 2013 e de 11,4°C no PEQRB e 12,7°C na RBUB em 2014 (Tabelas 2 e 3, Anexo). Para o período quente e chuvoso (novembro e dezembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2015), foi registrada maior média ($p=0,03$) de temperatura máxima (33,8°C) na área do PEQRB (Tabela 3, Anexo).

Em 2013, os valores de umidade relativa anual e sazonal foram diferentes entre as duas áreas, sendo os maiores valores registrados na área do PEQRB (Tabela 1, Anexo). Em 2014, somente a umidade relativa máxima foi diferente ($p=0,08$) entre as duas áreas, sendo a maior média (91,9%) observada no PEQRB (Tabela 3, Anexo).

O déficit de pressão de vapor (DPV) máximo anual e sazonal (período seco e frio) de 2013 foi maior para a RBUB, enquanto que o mínimo foi semelhante para as duas áreas (Tabela 2, Anexo). O DPV mínimo anual e sazonal (períodos seco e frio e quente e chuvoso) foram significativamente diferentes ($p<0,05$) para as duas áreas de estudo em 2014 sendo as maiores médias observadas na área da RBUB (Tabela 3, Anexo).

Apesar das diferenças de temperatura, umidade relativa do ar e déficit de pressão de vapor entre as áreas, o armazenamento de água na camada de 0-1,75 m de solo foi bastante similar durante o ano de 2013, com variações de disponibilidade hídrica durante todo o ano. Setembro foi o mês que sofreu o

maior déficit hídrico, apresentando média de 132,3 mm de água disponível no PEQRB e de 163,8 mm na RBUB, correspondendo assim à redução de $\cong 47\%$ de água no solo nas duas áreas (Figura 9). Durante o ano de 2014, a variação da disponibilidade hídrica também foi bastante similar entre as áreas, porém o déficit hídrico foi bastante expressivo para duas áreas nos meses de setembro, outubro e novembro, com redução de $\cong 90\%$ no PEQRB e de $93,3\%$ na RBUB (Figura 9). Deve-se ressaltar que, além do déficit hídrico observado durante o mês de outubro de 2014, a área da RBUB foi atingida por incêndio, não sabendo ao certo se foi de causa natural ou provocada. Algumas plantas foram atingidas, entretanto, o fogo não foi suficiente para causar a morte dos indivíduos (Figura 1, 2 Anexo). No geral, os meses da estação chuvosa tiveram maior quantidade de água disponível no solo e os meses da estação seca, quantidades menores (Figura 9).

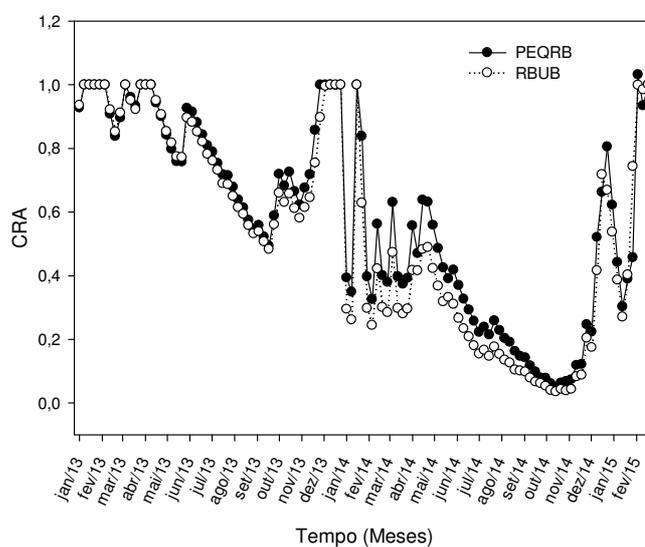


Figura 9 Valores do conteúdo relativo de água na camada de 0-1,75 m de solo observado nas áreas de estudo de janeiro de 2013 a fevereiro de 2015.

4.3 Caracterização do solo

Em relação à fertilidade do solo, os parâmetros químicos foram semelhantes para as duas áreas de estudo, mostrando que os solos são ácidos e de baixa fertilidade, como já é de se esperar no Cerrado brasileiro. No entanto, o solo da RBUB apresentou maior teor de Alumínio (Tabela 2).

Tabela 2 Parâmetros químicos de análise da fertilidade do solo das duas áreas de estudo

	PEQRB	RBUB
pH	4,9	4,7
K (mg.dm ⁻³)	34	24
P (mg. dm ⁻³)	0,84	0,84
Ca (cmol.dm ⁻³)	0,3	0,1
Mg (cmol.dm ⁻³)	0,1	0,1
Al (cmol.dm ⁻³)	0,7	1,1
H+Al (cmol.dm ⁻³)	4,04	4,04
SB (cmol _c .dm ⁻³)	0,49	0,26
CTC (t) (cmol _c .dm ⁻³)	1,19	1,36
V(%)	10,75	6,08
m(%)	58,82	80,88
M.O (dag. Kg ⁻¹)	2,36	2,61

H+Al: Acidez Potencial. SB: Soma de Bases Trocáveis. CTC (t): Capacidade de Troca Catiônica Efetiva. V: Índice de Saturação de Bases. m: Índice de Saturação de Alumínio. M.O: Matéria Orgânica.

4.4 Incremento radial dos indivíduos de porte médio e alto

O incremento radial acumulado no período de fevereiro de 2013 a janeiro de 2015 foi de 24,54 mm para os indivíduos do PEQRB, enquanto que na RBUB foi de 18,70 mm entre os meses de abril de 2013 a fevereiro de 2015. Apesar de o maior incremento ter sido observado nos indivíduos do PEQRB, a área da RBUB acumulou mais água no solo (Figura 4) o que pode estar

relacionado à topografia mais plana da área. Além disso, os valores médios de DPV não foram diferentes entre as duas áreas de estudo (Tabelas 2 e 3, Anexo), e as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram bastante semelhantes entre as áreas (Figura 8) durante o período de medição. As diferenças no crescimento radial da espécie entre as áreas de estudo, podem estar relacionadas às possíveis diferenças na assimilação de carbono e partição de biomassa que podem variar de acordo com as condições em que o indivíduo se encontra. De acordo com Zanon e Finger (2010), as condições microclimáticas não são os únicos fatores que influenciam no crescimento radial devendo-se considerar a espécie em questão, idade do indivíduo e estações do ano.

Os indivíduos de porte médio e alto de *V. thyrsoidea* do PEQRB apresentaram maior incremento radial nos meses de março, abril, julho, outubro e dezembro de 2013; fevereiro de 2014 e janeiro de 2015 (Figura 10A). Durante esses meses, o conteúdo relativo de água na camada de 0-1,75m de solo foi em torno de 79%. Apesar do maior incremento radial (mediana de 3,63mm) ter ocorrido no mês de fevereiro de 2014, não seria correto levar esse dado em consideração devido ao fato de não ter ocorrido medição no mês anterior, ou seja, o crescimento medido provavelmente estava acumulado. O mês de abril apresentou elevado incremento radial (mediana de 2,26mm) e conteúdo relativo de água de 93%. Nos indivíduos da RBUB, pode-se observar maior incremento radial nos meses de maio e agosto de 2013; fevereiro, agosto e novembro de 2014 e fevereiro de 2015 (Figura 10B). Na RBUB, os meses de maio de 2013 e fevereiro de 2015 foram marcados por grande disponibilidade hídrica ficando em torno de 97 e 99%, respectivamente. O maior conteúdo de água disponível no mês de fevereiro de 2015 resultou em maior incremento radial (mediana de 2,01mm) para os indivíduos dessa área. Entretanto, os meses de agosto e novembro de 2014 o conteúdo relativo de água foi bastante reduzido, cerca de 12%.

A taxa média de incremento radial foi de 1,03mm para os indivíduos do PEQRB e de 0,9mm para os indivíduos da RBUB. Quando as duas áreas são comparadas, as maiores médias observadas foram nos meses de abril, maio, julho, outubro e dezembro de 2013 para os indivíduos do PEQRB, sendo esses meses caracterizados por temperatura média mais baixa e umidade relativa média mais alta (Tabela 2, Anexo). Somente em janeiro de 2015, os indivíduos da RBUB apresentaram maior média de incremento radial e, segundo os dados ambientais obtidos na área, janeiro foi marcado também por temperatura mais baixa (Tabela 3, Anexo). Não houve diferença significativa entre os demais meses das duas áreas durante o período de avaliações (Figura 11).

Os indivíduos do PEQRB apresentaram as maiores taxas de crescimento nos meses de abril, julho e outubro de 2013 (Figura 11), meses caracterizados por redução da precipitação (Figura 5A) e temperaturas médias mais baixas (Tabela 2, Anexo). Os meses de maior incremento radial de *V. thyrsoidea* não coincidiram com os meses de maior precipitação, não sendo possível observar sazonalidade, ou seja, crescimento no início do período chuvoso e diminuição do crescimento ao final deste. A disponibilidade de água armazenada e disponível nas camadas mais profundas do solo proveniente do período chuvoso pode ter permitido o crescimento dos indivíduos durante esse período de estiagem. Além disso, a presença de raízes bem desenvolvidas pode ter permitido o acesso à água nessas camadas. Sette Jr. et al. (2010), estudando o crescimento em diâmetro dos troncos de árvores de eucalipto relataram maior taxa de crescimento em período de baixa precipitação e redução de temperatura, sendo o crescimento atribuído a à água disponível a vários metros da superfície. O crescimento do tronco de *V. thyrsoidea* no PEQRB parece ocorrer após um período de maior precipitação, por meio da utilização de água armazenada no solo.

Na RBUB, nos meses de novembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2015, foram observadas as maiores taxas de crescimento radial (Figura 11) coincidindo com alguns meses de maior precipitação (Figura 5A), demonstrando uma clara sazonalidade em relação ao crescimento radial. Portanto, os indivíduos da RBUB apresentaram maiores taxas de expansão radial juntamente com um maior registro de precipitação sendo, assim, os indivíduos dessa área bastante responsivos às variações de pluviosidade. Rossato (2008), analisando o crescimento em diâmetro de várias espécies do Cerrado, dentre elas *Vochysia thyrsoidea*, observou que o maior crescimento ocorreu em época de maior precipitação.

Sobretudo, os anos cobertos por esse estudo foram anos atípicos do ponto de vista pluviométrico, ou seja, as precipitações referentes a 2013 e 2014 foram menores quando comparadas as normais climatológicas. Segundo Zanon e Finger (2010), o período de paralisação cambial além de estar relacionado às condições microclimáticas é função da espécie e está vinculado, sobretudo, ao vigor das árvores, incluindo a idade do indivíduo além de sua posição sociológica no povoamento.

Como houve diferenças de diâmetro entre os indivíduos das áreas estudadas (Tabela 1), verificou-se a existência de correlação entre incremento radial e DAP para *V. thyrsoidea*, no entanto, não foi verificada correlação significativa ($r_{\text{SPEQRB}} = 0,2$; $p = 0,200$ / $r_{\text{SRBUB}} = 0,11$; $p = 0,500$).

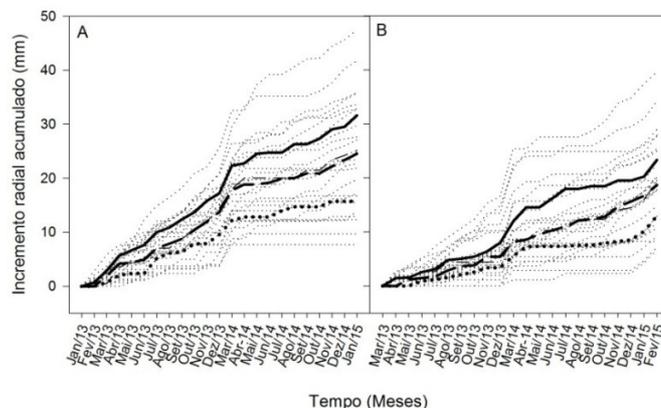


Figura 10 Incremento radial acumulado de indivíduos de porte médio e alto de *Vochysia thyrsoidea* no (A) Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito no período de janeiro de 2013 a janeiro de 2015 e na (B) Reserva Biológica Unilavras Boqueirão no período de março de 2013 a fevereiro de 2015.

Nota: Linhas tracejadas: incremento acumulado individual; Linha contínua superior: percentil 75; Linha pontilhada inferior: percentil 25; Linha tracejada em destaque: mediana.

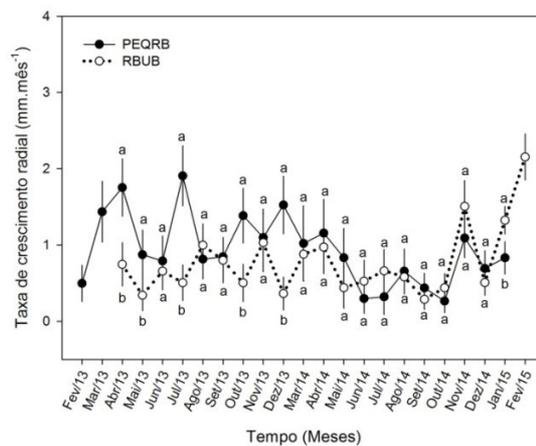


Figura 11 Taxa média de crescimento radial (mm.mês^{-1}) de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erros indicam o intervalo de confiança ($n=30$). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$) dentro do mesmo período de avaliação.

Ao longo de todo o período de avaliação, os indivíduos de *V. thyrsoidea* do PEQRB, apresentaram maior incremento radial acumulado quando comparados aos indivíduos da RBUB. Apesar de não ter verificado correlação entre o incremento radial e o DAP, o fato dos indivíduos do PEQRB apresentarem inicialmente maior DAP pode ter favorecido maior incremento e, segundo alguns autores, o crescimento de uma população pode ser maior com o aumento da classe de diâmetro utilizada (SILVA et al., 2002; SILVA et al., 2003).

4.5 Taxa de incremento em altura e diâmetro dos indivíduos de porte baixo

Para os indivíduos de porte baixo foram observadas taxas médias de incremento em altura de $22,9 \times 10^{-3} \text{m.mês}^{-1}$ no PEQRB e de $19 \times 10^{-3} \text{m.mês}^{-1}$ na RBUB no período de março de 2013 a janeiro de 2015 (Figura 12). Os maiores valores de taxa média de incremento em altura para os indivíduos do PEQRB ocorreram nos meses de fevereiro de 2014 e janeiro de 2015, e para os indivíduos da RBUB nos meses de março de 2013, agosto, outubro e novembro de 2014. Não houve diferença significativa entre os demais meses para as duas áreas de estudo. Em fevereiro de 2014 no PEQRB, os indivíduos apresentaram taxa de crescimento bastante elevada, resultado do crescimento acumulado desde janeiro desse ano, quando não foram realizadas avaliações. Soma-se a isso o fato de que janeiro foi marcado por maior precipitação (250mm) (Figura 5A) sendo possível que essa maior disponibilidade de água possa ter influenciado o crescimento dos indivíduos de *V. thyrsoidea* nessa área. Segundo Zanon e Finger (2010), as alterações nas taxas de crescimento de espécies arbóreas pode ser uma resposta à variabilidade do regime hídrico, uma vez que a precipitação é a maior fonte de umidade do solo e, conseqüentemente, a principal fonte de água para a vegetação. Entretanto, essa tendência não foi observada para os indivíduos da

RBUB, que não apresentaram crescimento em altura entre janeiro e fevereiro de 2014.

Outubro de 2014 foi marcado pela presença de fogo na área da RBUB e, apesar de alguns indivíduos terem sido atingidos, esse evento não prejudicou o crescimento em altura. Provavelmente o fogo que atingiu a área não teve intensidade e duração suficientes para provocar injúrias aos indivíduos de *V. thyrsoidea*. Além disso, o efeito da queimada não foi suficiente para proporcionar aumento da temperatura e nem redução da umidade relativa média do ar nessa área (Tabela 3, Anexo), sendo os valores dessas variáveis ambientais muito semelhantes nas duas áreas de estudo nesse período. Hoffmann et al. (2003) alegam que prever os efeitos do fogo sobre a vegetação é complexo, devendo-se levar em consideração a sensibilidade dos indivíduos em relação ao fogo, bem como a intensidade e frequência do evento.

A área do PEQRB em novembro de 2014 foi atingida por uma chuva de granizo que danificou bastante as folhas dos indivíduos desse local (Figura 3, Anexo). Esse fato pode ter sido responsável pela menor taxa de crescimento desses indivíduos, nesse mês, quando se compara ao crescimento dos indivíduos da área da RBUB. Analisando apenas os meses de ocorrência de eventos, pode ser que a chuva que atingiu os indivíduos do PEQRB tenha sido mais prejudicial para o crescimento de *V. thyrsoidea* do que a queimada sofrida pelos indivíduos dessa espécie na área da RBUB.

Foi observado que somente em março de 2013 o incremento acumulado em altura foi maior para os indivíduos do PEQRB. Nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2013 e fevereiro, março e abril de 2014 os indivíduos da RBUB apresentaram maior incremento acumulado. Não houve diferença significativa entre os indivíduos nas duas áreas de estudo para os demais meses que foram avaliados (Figura 13).

Os dados microclimáticos obtidos em cada área (Figura 8) mostram a semelhança dos ambientes em relação à temperatura, umidade relativa do ar e déficit de pressão de vapor. Esses fatores podem ter contribuído para que, ao final do período de avaliação, o incremento acumulado em altura fosse semelhante entre os indivíduos de *V. thyrsoidea* das duas áreas de estudo (Figura 13). O padrão de crescimento dos indivíduos pode estar relacionado com sua adaptação às condições ambientais as quais estão se desenvolvendo e, segundo Zanon e Finger (2010), os fatores climáticos influenciam nesse padrão podendo afetar de forma isolada ou em conjunto o crescimento das espécies.

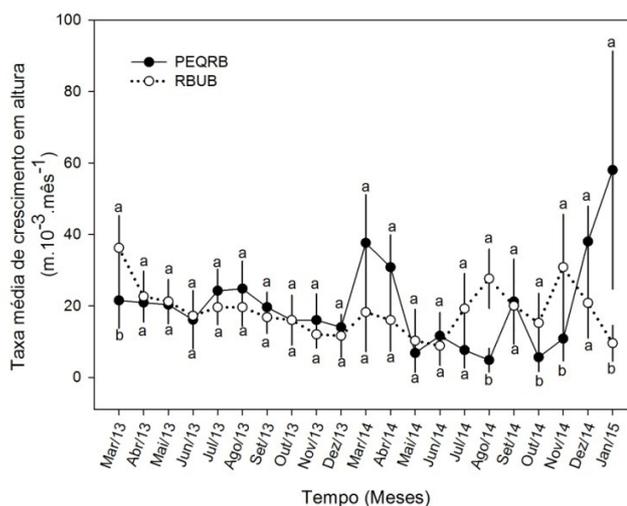


Figura 12 Taxa média de crescimento em altura ($m \cdot 10^{-3} \cdot \text{mês}^{-1}$) de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erros indicam o intervalo de confiança ($n=25$). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$) dentro do mesmo período de avaliação.

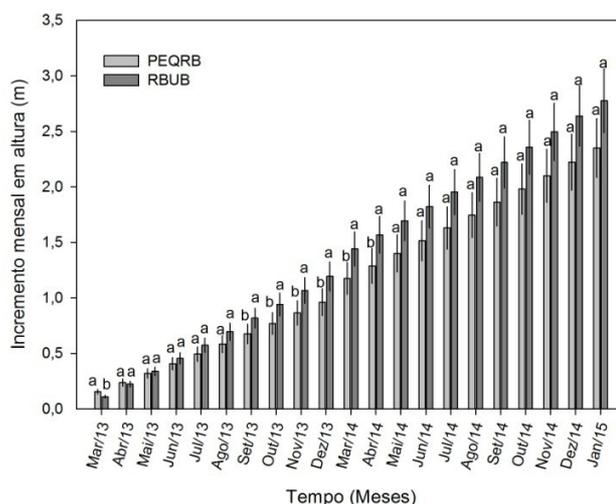


Figura 13 Incremento mensal acumulado em altura (cm) de *Vochysiathyrsoides* nas duas áreas de estudo. As colunas representam os valores médios e as barras de erros o intervalo de confiança ($n=25$). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$) dentro do mesmo período de avaliação.

Em 2013, na RBUB, o incremento em altura correlacionou significativamente com o conteúdo relativo de água no solo, déficit de pressão de vapor e diâmetro do caule e não apresentou correlação com a temperatura. Já para o PEQRB, a altura não correlacionou com nenhuma dessas variáveis (Tabela 3). Entretanto, em 2014, a altura dos indivíduos do PEQRB correlacionou significativamente com o diâmetro do caule, mas não correlacionou com as demais variáveis. Na RBUB, a altura não correlacionou com nenhuma variável analisada (Tabela 3).

Tabela 3 Correlação entre o incremento em altura de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* conteúdo relativo de água no solo (CRA), déficit de pressão de vapor (DPV), temperatura (T °C) e diâmetro do caule (DC) para os anos de 2013 e 2014.

Área/Ano		Variáveis			
		CRA	DPV	T (°C)	DC
PEQRB/2013		r=0,2	r=-0,1	r=0,1	r=0,1
	Altura	p=0,4	p=0,7	p=0,6	p=0,6
RBUB/2013		r=0,6	r=-0,7	r=0,4	r=0,7
		p=0,02*	p=0,01*	p=0,2	p=0,01*
PEQRB/2014		r=0,54	r=-0,12	r=0,36	r=0,6
	Altura	p=0,06	p=0,7	p=0,2	p=0,03*
RBUB/2014		r=-0,5	r=0,25	r=0,08	r=-0,08
		p=0,09	p=0,4	p=0,7	p=0,7

*Significativo a 5% de probabilidade. r - Correlação de Pearson.

A taxa média de incremento em diâmetro foi de 0,77mm.mês⁻¹ na área do PEQRB e de 1,40mm.mês⁻¹ na área da RBUB no período de março de 2013 a janeiro de 2015 (Figura 14). Quando se compara as duas áreas, o PEQRB teve maiores taxas de crescimento em diâmetro nos meses de outubro e novembro de 2013 e maio de 2014. Por outro lado, essa taxa foi maior nos meses de março, abril, maio, julho e agosto de 2013; março, abril, junho, julho, agosto, setembro e novembro de 2014 e janeiro de 2015 para os indivíduos da RBUB (Figura 15). Para os indivíduos de porte baixo de *V. thyrsoidea*, verificou-se que, em ambas as áreas, apresentaram o comportamento de redução de incremento nos meses de julho e agosto de 2013 e 2014, e aumento no início da estação chuvosa (outubro de 2013 e 2014) para o PEQRB. Na RBUB esse aumento começou a ocorrer em dezembro de 2013 e em 2014 observaram-se oscilações entre aumento e redução de incremento, sendo o maior incremento em janeiro de 2015 (Figura 14).

Os indivíduos da RBUB apresentaram maior incremento acumulado em diâmetro durante todo o período de avaliação quando comparados aos indivíduos do PEQRB (Figura 15). O maior incremento no diâmetro do caule de *V.*

thyrsoidea pode estar associado à maior disponibilidade de água no solo dessa área (Figura 4). Sette Jr. et al. (2010), estudando o incremento em diâmetro de *Eucalyptus grandis*, associaram o período máximo de crescimento de troncos à disponibilidade de água além de outros fatores ambientais. Somando-se a isso, o solo da área da RBUB apresentou maior teor de Al, visto que essa espécie é acumuladora desse elemento e, segundo Barbosa et al. (2014), apresenta menor desenvolvimento na sua ausência.

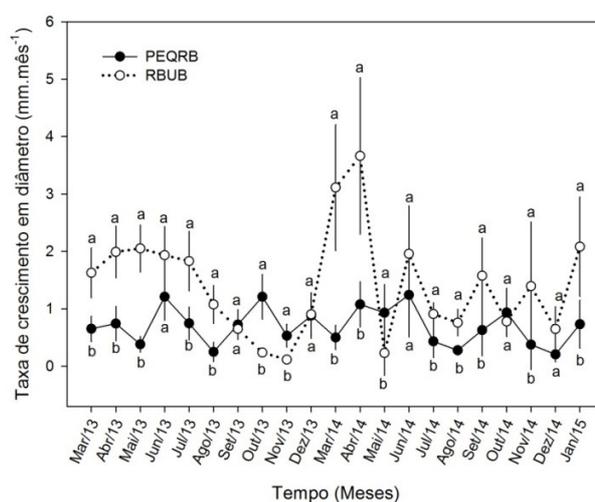


Figura 14 Taxa média de crescimento em diâmetro (mm mês⁻¹) de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erros indicam o intervalo de confiança (n=25). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t (p<0,05) dentro do mesmo período de avaliação.

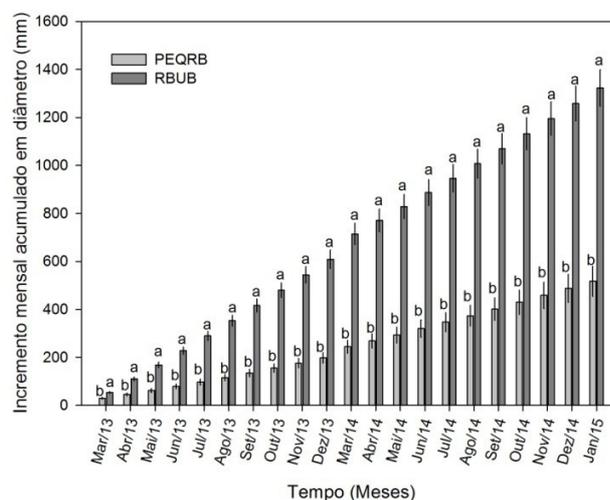


Figura 15 Incremento mensal acumulado em diâmetro (mm) de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo ao longo de todo período de avaliação. As colunas representam os valores médios e as barras de erros o intervalo de confiança (n=25). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$) dentro do mesmo período de avaliação.

A correlação entre incremento em diâmetro e conteúdo relativo de água foi significativa para as duas áreas em 2013. No entanto, a correlação com déficit de pressão de vapor foi significativa apenas para a RBUB e não houve correlação significativa com a variação de temperatura (Tabela 4). Apenas a correlação do diâmetro do caule com o déficit de pressão de vapor na área do PEQRB foi significativa em 2014, não havendo mais correlações entre as demais variáveis para as duas áreas de estudo (Tabela 4).

Tabela 4 Correlação entre o incremento em diâmetro de indivíduos de porte baixo *Vochysia thyrsoidea* conteúdo relativo de água no solo (CRA), déficit de pressão de vapor (DPV) e temperatura (T °C) para os anos de 2013 e 2014

Área/Ano	DC	Variáveis		
		CRA	DPV	T (°C)
PEQRB/2013		r=0,8	r=-0,5	r=0,4
		p=0,003*	p=0,09	p=0,1
RBUB/2013		r=0,6	r=-0,6	r=-0,008
		p=0,02*	p=0,04*	p=0,9
PEQRB/2014		r=0,006	r=1	r=-0,12
		p=0,9	p=0,005*	p=0,5
RBUB/2014		r=0,11	r=-0,15	r=0,2
		p=0,7	p=0,6	p=0,4

*Significativo a 5% de probabilidade. r - Correlação de Pearson.

4.6 Crescimento de ramos e emissão de folhas de *Vochysia thyrsoidea* de porte baixo

O incremento médio de folhas no período de março de 2014 a março de 2015 para indivíduos de *V. thyrsoidea* de porte baixo foi de 79,5 para os indivíduos do PEQRB (Figura 16A) e de 28,5 para os indivíduos da RBUB (Figura 16B).

Os indivíduos de porte baixo de *V. thyrsoidea* do PEQRB apresentaram maior incremento no número de folhas nos meses de abril, novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015. Nos indivíduos da RBUB, pode-se observar maior incremento no número de folhas nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2014 (Figura 16 A, B).

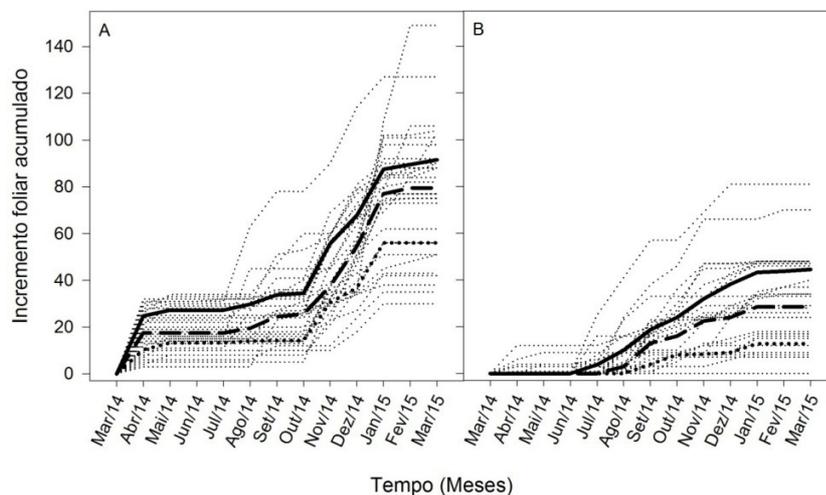


Figura 16 Incremento foliar acumulado de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* no (A) Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito e (B) Reserva Biológica Unilavras Boqueirão no período de março de 2014 a março de 2015.

Nota: Linhas tracejadas: incremento acumulado individual; Linha contínua superior: percentil 75; Linha pontilhada inferior: percentil 25; Linha tracejada em destaque: mediana

O incremento médio do número de ramos no período de março de 2014 a março de 2015 para indivíduos de *V. thyrsoidea* de porte baixo foi de 11,5 para os indivíduos do PEQRB (Figura 17 A) e de 7,0 para os indivíduos da RBUB (Figura 17 B).

Os indivíduos de *V. thyrsoidea* do PEQRB apresentaram maior incremento no número de ramos nos meses de abril, outubro, novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015. Nos indivíduos da RBUB pode-se observar maior incremento no número de ramos nos meses de julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015.

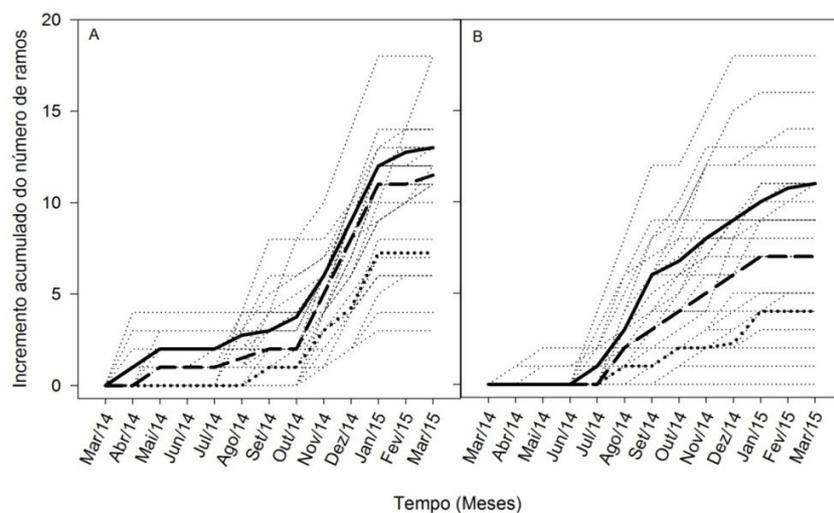


Figura 17 Incremento acumulado do número de ramos de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* no (A) Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito e (B) Reserva Biológica Unilavras Boqueirão no período de março de 2014 a março de 2015.

Nota: Linhas tracejadas: incremento acumulado individual; Linha contínua superior: percentil 75; Linha pontilhada inferior: percentil 25; Linha tracejada em destaque: mediana

O crescimento acumulado dos ramos foi de 33,8 cm para os indivíduos do PEQRB (Figura 18 A) e de 19,2 cm para os indivíduos da RBUB (Figura 18 B) no período de março de 2014 a março de 2015. Os indivíduos de *V. thyrsoidea* do PEQRB apresentaram maior crescimento de ramos nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2014 e março de 2015. Nos indivíduos da RBUB, pode-se observar maior crescimento nos meses de agosto, setembro, outubro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015.

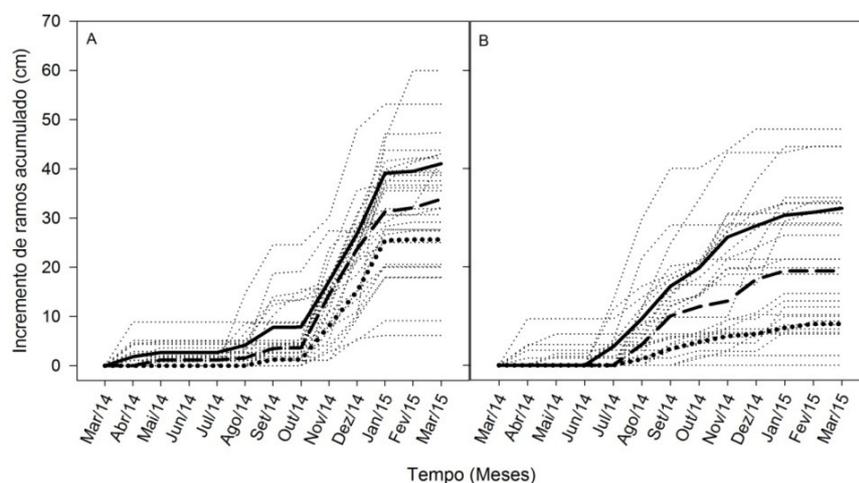


Figura 18 Incremento acumulado do crescimento de ramos (cm) de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* no (A) Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito e (B) Reserva Biológica Unilavras Boqueirão no período de março de 2014 a março de 2015.

Nota: Linhas tracejadas: incremento acumulado individual; Linha contínua superior: percentil 75; Linha pontilhada inferior: percentil 25; Linha tracejada em destaque: mediana

Nos indivíduos da área do PEQRB, a taxa média de emissão de folhas foi de 148,61, o número de ramos em crescimento foi 24,53 e o crescimento dos ramos 8,17 cm (Figura 19). Em janeiro foram observados os maiores valores de emissão de folhas (568), de número de ramos (90) e de crescimento de ramos (28,5 cm) (Figura 19). Apesar de maiores valores terem sido observados em janeiro, a emissão de folhas e o crescimento dos ramos puderam ser observados ao longo de todo período de avaliação. Entretanto, esse crescimento foi menor durante os meses de junho e julho onde as temperaturas mais baixas foram registradas (Tabela 2 Anexo) e a disponibilidade relativa de água no solo ficou em torno de 27%.

Na área da RBUB, os indivíduos apresentaram taxa média de emissão de folhas, número de ramos e crescimento de ramos de 66,15, 16,69 e 46,04 cm,

respectivamente (Figura 20). Em agosto foi possível observar maiores valores de número de ramos em crescimento (46) e de crescimento dos ramos (130,08cm), sendo o número de folhas maior no mês de setembro com um total de 203 folhas emitidas (Figura 20). Para ambos, crescimento de ramos e emissão de folhas, a maior parte do crescimento foi concentrada nos meses de agosto e setembro, final da estação seca e início da chuvosa. Segundo alguns autores, a renovação de folhas normalmente está associada ao período seco (OLIVEIRA; GIBBS, 2000; LENZA, KLINK, 2006) e as espécies de Cerrado possuem a capacidade de controlar a abertura estomática durante períodos de limitação hídrica (FRANCO, 2002), sendo que a perda ou renovação da folhagem podem atuar como estratégias adicionais na redução da perda de água pelas plantas (LENZA, KLINK, 2006).

De maneira geral, nas duas áreas de estudo, foram observados o crescimento dos ramos que foram marcados e a emissão de folhas por esses ramos durante os meses de avaliação. Sendo que nas duas áreas de estudo a baixa disponibilidade de água no solo registrada ao longo do ano parece não ter sido um fator limitante para o crescimento dos ramos e renovação da folhagem. De acordo com Damascos, Prado e Ronquim (2005), as plantas podem ser fisiologicamente independentes de condições ambientais sazonais apresentando diferentes possibilidades de ajustes fenológicos ao longo do ano.

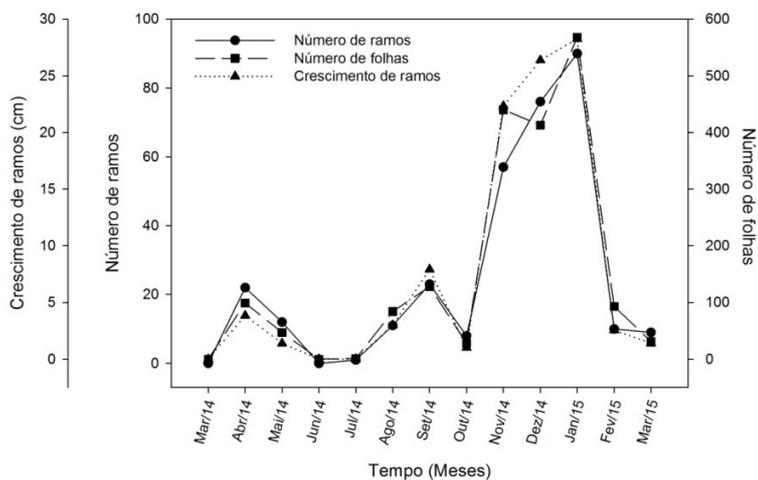


Figura 19 Crescimento de ramos em (cm), número de ramos e do número de folhas de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito no período de março de 2014 a março de 2015.

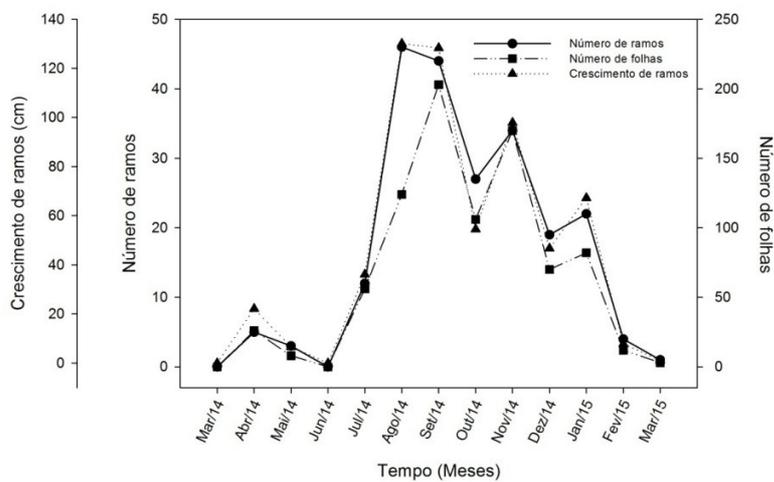


Figura 20 Crescimento de ramos em (cm), número de ramos e número de folhas de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* na Reserva Biológica Unilavras Boqueirão no período de março de 2014 a março de 2015.

Foi encontrada correlação significativa entre o número de folhas e o crescimento de ramos para as duas áreas de estudo (Tabela 5), ou seja, os processos de crescimento dos ramos e de emissão de folhas ocorrem simultaneamente, não competindo por energia. Para a área do PEQRB, houve correlação significativa também com a temperatura e para a área da RBUB com o déficit de pressão de vapor. Não foi verificada correlação entre a emissão de folhas e o conteúdo relativo de água no solo (Tabela 5).

Tabela 5 Correlação entre o número de folhas (NF) de indivíduos de porte baixo *Vochysia thyrsoidea* e conteúdo relativo de água no solo (CRA), déficit de pressão de vapor (DPV), temperatura (T °C) e crescimento de ramos (CR).

Área/Ano		Variáveis			
		CRA	DPV	T (°C)	CR
PEQRB/2014	NF	rs=0,13	rs=0,55	rs=0,7	rs=0,98
	p valor	0,6	0,07	0,004*	0,000*
RBUB/2014	NF	rs=-0,5	rs=0,55	rs=0,16	rs=0,98
	p valor	0,06	0,05*	0,5	0,000*

*Significativo a 5% de probabilidade. rs - Correlação de Spearman.

O número de ramos dos indivíduos do PEQRB apresentou correlação significativa com a temperatura, não sendo observada correlação para as demais variáveis (Tabela 6). Já o número de ramos dos indivíduos da RBUB apresentou correlação negativa com o conteúdo relativo de água no solo, ou seja, à medida que o conteúdo de água no solo aumentou, o número de ramos em crescimento diminuiu. Além disso, os indivíduos da RBUB apresentaram correlação positiva entre o número de ramos e o déficit de pressão de vapor (Tabela 6).

Tabela 6 Correlação entre o número de ramos (NR) de indivíduos de porte baixo *Vochysia thyrsoidea* e conteúdo relativo de água no solo (CRA), déficit de pressão de vapor (DPV) e temperatura (T °C).

Área/Ano		Variáveis		
		CRA	DPV	T (°C)
PEQRB/2014	NR	rs=0,08	rs=0,48	rs=0,7
	p valor	0,8	0,1	0,004*
RBUB/2014	NR	rs=-0,5	rs=0,6	rs=0,2
	p valor	0,05*	0,01*	0,3

*Significativo a 5% de probabilidade. rs - Correlação de Spearman.

Houve correlação significativa entre o crescimento dos ramos (cm) e a temperatura para a área do PEQRB. Para o déficit de pressão de vapor houve correlação somente para a área da RBUB, e não houve correlação significativa para a variação do conteúdo de água no solo para as duas áreas (Tabela 7).

Tabela 7 Correlação entre o crescimento dos ramos em cm (CR) de indivíduos de porte baixo *Vochysia thyrsoidea* e conteúdo relativo de água no solo (CRA), déficit de pressão de vapor (DPV) e temperatura (T °C).

Área/Ano		Variáveis		
		CRA	DPV	T (°C)
PEQRB/2014	CR	rs=0,03	rs=0,4	rs=0,7
	p valor	0,9	0,1	0,0006*
RBUB/2014	CR	rs=-0,5	rs=0,6	rs=0,1
	p valor	0,08	0,02*	0,5

*Significativo a 5% de probabilidade. rs - Correlação de Spearman.

De acordo com Silvério e Lenza (2010), o aumento da demanda evaporativa está associado à perda de folhas pelas espécies, independente do seu comportamento fenológico. No caso dos indivíduos de *V. thyrsoidea* da área da RBUB terem apresentado número de folhas, de ramos e crescimento de ramos correlação significativa com a variável DPV mostram, segundo Rossatto (2009), que ajustes fisiológicos poderiam estar atuando para manter a turgescência

necessária para promover o crescimento dos ramos e produzir novas folhas. A influência de raízes profundas apresentadas por espécies de Cerrado e eficiência da redistribuição hidráulica durante períodos de menor disponibilidade hídrica poderiam proporcionar a expansão de ramos e emissão de folhas (GOLDSTEIN et al., 2008; SCHOLZ et al., 2008).

Nos indivíduos do PEQRB, o número acumulado de folhas emitidas, de ramos em crescimento e de crescimento de ramos (cm) foram estáveis de abril a outubro de 2014. Pode-se observar aumento expressivo nos meses de novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015, tendendo a estabilizar novamente nos meses de fevereiro e março de 2015 (Figura 21). Já para os indivíduos da RBUB a emissão de folhas, o número de ramos e o crescimento de ramos (cm) mostraram-se estáveis de abril a julho de 2014. Foi observado aumento de agosto de 2014 a janeiro de 2015 e novamente uma tendência em estabilizar nos meses de fevereiro e março de 2015 (Figura 22).

Para os indivíduos de *V. thyrsoidea* das duas áreas de estudo o crescimento acumulado de ramos e emissão de folhas mostrou que houve uma renovação quase contínua das folhas, apesar dos indivíduos ainda manterem elevada porcentagem de folhas maduras ao longo do período de avaliação. Silvério e Lenza estudando o comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado típico relataram que nas espécies sempre-verdes com crescimento contínuo (SVC) a brotação ocorreu por tempo prolongado, com emissão de folhas jovens tanto na estação seca quanto na chuvosa.

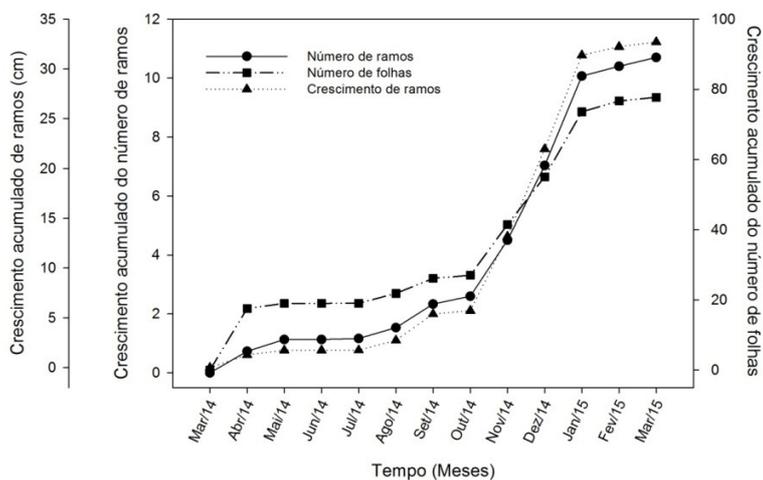


Figura 21 Crescimento acumulado de ramos em (cm), do número de ramos e do número de folhas de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito no período de março de 2014 a março de 2015.

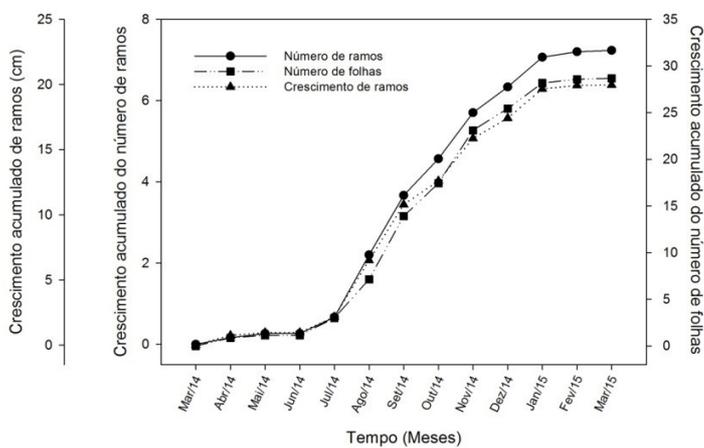


Figura 22 Crescimento acumulado de ramos em (cm), do número de ramos e do número de folhas de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* na Reserva Biológica Unilavras Boqueirão no período de março de 2014 a março de 2015.

Verificou-se que o incremento acumulado do número de folhas, nos indivíduos do PEQRB ao longo de todo período de avaliação foi significativamente maior em relação aos indivíduos da RBUB (Figura 23). Para os indivíduos da área do PEQRB, os valores máximos de emissão de folhas atingidos ao final do período de avaliação, que ocorreu nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2015 foram de 73,5; 76,7 e 77,7, respectivamente. Na área da RBUB, nesse mesmo período, os maiores valores atingidos foram de 28,1; 28,5 e 28,6, respectivamente (Figura 23). O incremento acumulado do número de folhas apresentou correlação significativa com a temperatura para o PEQRB ($r=0,8$; $p=0,001$) e para a RBUB ($r=0,6$; $p=0,02$). Somando-se a isso, a temperatura máxima ao longo de todo o estudo foi significativamente maior na área do PEQRB (Tabela 2, Anexo) o que pode ter influenciado maior crescimento acumulado de folhas ao final do período de avaliação.

Apesar da queimada sofrida pela área da RBUB no mês de outubro, os indivíduos de *V. thyrsoidea* continuaram a produzir folhas (Figura 23), e mantiveram o crescimento dos ramos (Figuras 24 e 25). Segundo Canadell e Lopez-Soria (1998), o vigor do rebrotamento pode estar relacionado à quantidade de recursos estocados e sua capacidade de mobilização para recuperação da parte aérea. Além disso, a espessura da casca pode garantir proteção à planta quando seus ramos são totalmente queimados protegendo as gemas laterais e garantido o rebrotamento epicórmico (DANTAS et al., 2013). Barbosa et al. (2014), avaliando a capacidade de rebrotamento pós-distúrbio de uma população de *Vochysia thyrsoidea* em campo rupestre da serra do Cipó, mostraram que essa espécie foi resistente após a passagem do fogo exibindo poucas diferenças em relação às variáveis analisadas no período pré-distúrbio. Além disso, esses mesmos autores verificaram que os novos rebrotos cresceram mais, indicando maior eficiência fotossintética dessa população.

A manutenção da produção de folhas e crescimento dos ramos também pode ser observada a partir do mês de novembro para os indivíduos da área do PEQRB que foram atingidos pela chuva de granizo nesse período. Apesar dos indivíduos do PEQRB ter apresentado menor crescimento em altura e diâmetro em relação aos indivíduos da RBUB no mês de novembro, esse evento parece não ter restringido a emissão de folhas e crescimento dos ramos de *V. thyrsoidea*.

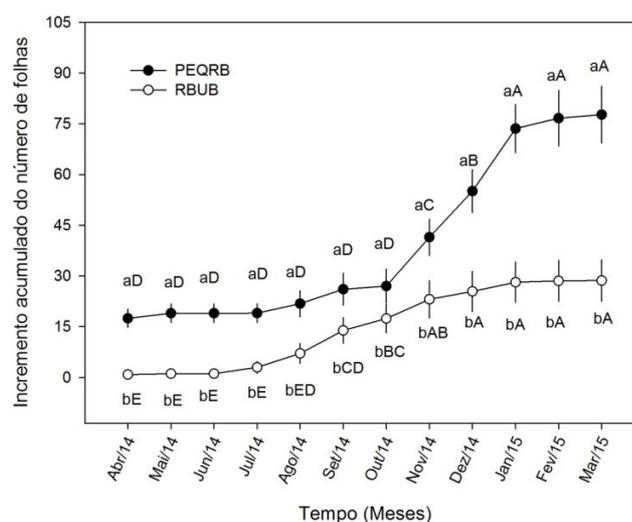


Figura 23 Incremento acumulado do número de folhas de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erro indicam o intervalo de confiança (n=30). Letras minúsculas são comparações entre as duas áreas de estudo a cada período de avaliação. Letras maiúsculas são comparações ao longo do período de avaliação dentro da mesma área de estudo. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$).

Houve diferença significativa para os meses de abril, maio e junho de 2014 e janeiro, fevereiro e março de 2015 em relação ao crescimento acumulado do número de ramos, sendo que os maiores valores encontrados foram para os indivíduos da área do PEQRB (Figura 25). Já os indivíduos da RBUB

apresentaram maior crescimento somente no mês de outubro de 2014, não havendo diferença significativa entre os indivíduos das duas áreas para os demais meses de avaliação (Figura 25).

Os valores máximos do número de ramos que foram atingidos ao final do período de avaliação, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2015 foram de 10,06; 10,40 e 10,70 para os indivíduos do PEQRB e de 7,06; 7,20 e 7,23 para os indivíduos da RBUB, respectivamente (Figura 25).

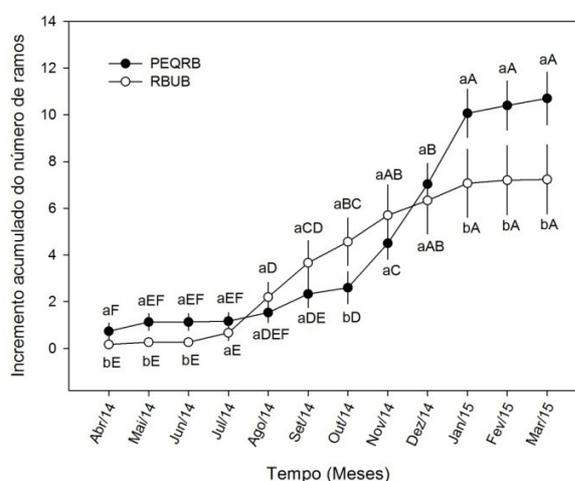


Figura 24 Incremento acumulado do número de ramos de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erro indicam o intervalo de confiança (n=30). Letras minúsculas são comparações entre as duas áreas de estudo a cada período de avaliação. Letras maiúsculas são comparações ao longo do período de avaliação dentro da mesma área de estudo. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$).

O crescimento acumulado dos ramos em (cm) foi significativamente maior para os indivíduos da RBUB nos meses de agosto, setembro e outubro de 2014 em relação aos indivíduos do PEQRB (Figura 25). Entretanto, ao final do período de avaliação nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2015 os maiores

valores 31,37cm; 32,22cm e 32,69 cm foram observados para os indivíduos do PEQRB enquanto os valores máximos atingidos pelos indivíduos da RBUB foram de 19,65cm; 19,91cm e 19,95cm nesse mesmo período, respectivamente (Figura 25). Não houve diferença significativa para os demais meses analisados entre os indivíduos das duas áreas de estudo. O crescimento acumulado dos ramos também apresentou correlação significativa com a temperatura para o PEQRB ($r=0,8$; $p=0,000$) e para a RBUB ($r=0,2$; $p=0,02$).

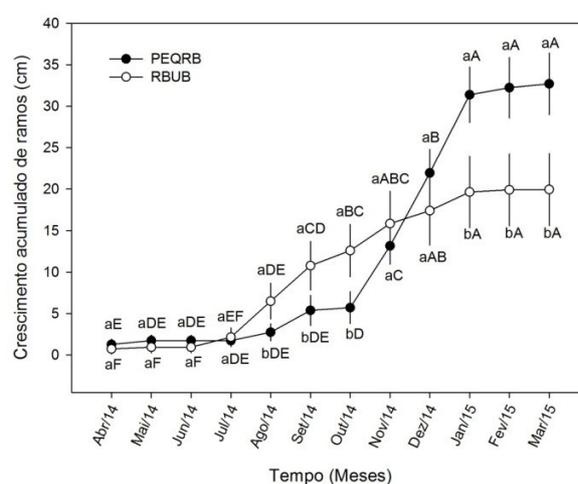


Figura 25 Crescimento acumulado de ramos em (cm) de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erro indicam o intervalo de confiança ($n=30$). Letras minúsculas são comparações entre as duas áreas de estudo a cada período de avaliação. Letras maiúsculas são comparações ao longo do período de avaliação dentro da mesma área de estudo. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$).

Ao final do período de avaliação, os indivíduos de *V. thyrsoidea* da área do PEQRB apresentaram maior resposta de crescimento de ramos e emissão de folhas. Esse fato pode ser atribuído à localização das áreas de estudo e a

distribuição dos indivíduos de *V. thyrsoidea* em cada área (Figuras 2 e 3). Os indivíduos do PEQRB estão amostrados na face leste da área experimental, enquanto os indivíduos da RBUB se encontram na face oeste da área. Enquanto a face leste da área do PEQRB encontra-se iluminada por toda manhã a face oeste da área da RBUB encontra-se sombreada durante boa parte do período matutino. As variações no ângulo zenital solar ao longo do dia impõem condições diferenciadas de radiação entre as faces leste e oeste, o que pode ter proporcionado maior resposta de crescimento de ramos e emissão de folhas pelos indivíduos da área do PEQRB. A duração do período fenológico assim como sua intensidade podem ser afetados por fatores como fotoperíodo e intensidade de radiação solar (FARIA et al., 2015), sendo a produção de folhas promovida quando há aumento na disponibilidade de luz (PEDRONI, SANCHES, SANTOS, 2002). Entretanto, Maciel et al. (2002) afirmam que tanto a quantidade quanto a qualidade da radiação solar podem interferir em processos relacionados ao crescimento e desenvolvimento das espécies.

Somando-se a isso, nesse estudo, nos últimos meses de avaliação (janeiro, fevereiro e março) em que as plantas atingiram maiores crescimento de ramos e emissão de folhas, foram registradas as maiores temperaturas médias (Tabela 2, Anexo) na área do PEQRB em relação à RBUB. Faria et al. (2015), avaliando a fenologia de *Brosimum gaudichaudii*, verificaram que a maior temperatura média foi registrada entre os meses de setembro e outubro, mês em que coincidiram as maiores taxas de atividade de brotação da espécie.

De forma geral, pode-se afirmar que 2014 foi mais seco que o normal e do que o ano anterior e que a redução da precipitação não prejudicou a fenologia de emissão de folhas e a expansão dos ramos. Lenza e Klink (2006) sugerem que a baixa disponibilidade hídrica não impede a ocorrência de eventos fenológicos para a grande maioria de espécies lenhosas no Cerrado, que conseguem manter a

produção de folhas, flores e frutos mesmo durante períodos de maior restrição hídrica.

4.7 Teor de clorofila total e Área foliar

O teor de clorofila encontrado nas folhas de indivíduos de porte baixo de *V. thyrsoidea* no PEQRB foi significativamente maior nos meses de outubro (0,051 mg cm⁻²) e novembro (0,043 mg cm⁻²) quando comparados aos indivíduos da RBUB (0,04mg cm⁻² e 0,03 mg cm⁻²) no mesmo período (Figura 27). Por outro lado, maior valor do teor de clorofila (0,073 mg cm⁻²) foi encontrado em folhas de indivíduos da RBUB apenas no mês de julho. Não houve diferença significativa para o teor de clorofila entre os demais meses nas duas áreas de estudo (Figura 26).

Vale ressaltar que no mês de julho (período mais seco e de temperaturas mais baixas), podem-se notar valores mais elevados do teor de clorofila nas folhas de *V. thyrsoidea* nas duas áreas. Em um estudo realizado por Carvalho et al. (2007) em folhas de espécies decíduas e sempre-verdes do Cerrado, os autores encontraram maiores concentrações de clorofila *a* e *b* também na estação mais seca, especificamente no mês de junho. González et al. (2007), comparando o conteúdo de clorofila em uma rosácea arbórea em diferentes estações, também relataram que os maiores valores foram observados no inverno. A baixa intensidade de luz pode promover a produção de pigmentos foliares (INOUE, 2010) e esse aumento do teor de clorofila em julho, observados nas duas áreas de estudo, pode estar relacionado à diminuição da radiação que ocorre nessa época do ano, como forma de compensação para maior captação de energia luminosa.

Em novembro, na área do PEQRB, observou-se que houve redução dos teores de clorofila e que essa redução se estendeu até o fim do período de avaliação. Essa resposta pode possivelmente estar relacionada às injúrias nas

folhas de *V. thyrsoides* provocadas pela passagem da chuva na área de estudo. Na área da RBUB, o fogo no mês de outubro também provocou redução dos teores de clorofila nas folhas dos indivíduos, entretanto, as folhas apresentaram recuperação durante os últimos dois meses de avaliação após a passagem do fogo. Em áreas de cerrado rupestre em um estudo realizado por Paula et al. (2015) sobre o desempenho fotossintético de folhas de *Vochysia cinnamomea*, esses autores não encontraram diferenças entre folhas de áreas queimadas e não queimadas em relação aos teores de clorofila das folhas da espécie, sugerindo que não há nenhum tipo de resposta rápida em relação à passagem do fogo.

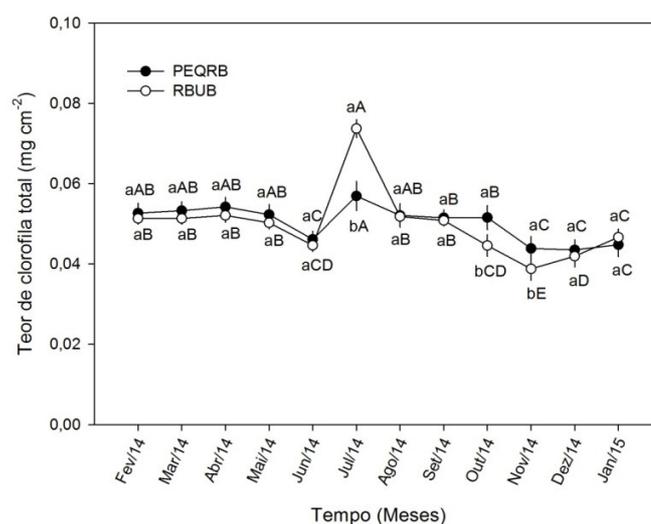


Figura 26 Teor de clorofila total (mg cm⁻²) em folhas de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoides* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erro indicam o intervalo de confiança (n=30). Letras minúsculas são comparações entre as duas áreas de estudo a cada período de avaliação. Letras maiúsculas são comparações ao longo do período de avaliação dentro da mesma área de estudo. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t (p≤0,05).

Nas duas áreas de estudo, pode-se observar que houve correlação negativa significativa entre o teor de clorofila e a temperatura. Não foi verificada correlação para o conteúdo relativo de água no solo e déficit de pressão de vapor (Tabela 8).

Tabela 8 Correlação entre o teor de clorofila total (TC) de indivíduos de porte baixo *Vochysia thyrsoidea* e conteúdo relativo de água no solo (CRA), déficit de pressão de vapor (DPV) e temperatura (T °C).

Área/Ano		Variáveis		
		CRA	DPV	T (°C)
PEQRB/2014	TC	r=-0,15	r=-0,31	r=-0,66
	p valor	0,66	0,3	0,03*
RBUB/2014	TC	r=-0,12	r=-0,28	r=-0,66
	p valor	0,7	0,4	0,04*

*Significativo a 5% de probabilidade. r - Correlação de Pearson.

Foi possível observar que os indivíduos da RBUB apresentaram significativamente maiores valores de área foliar em relação aos indivíduos do PEQRB ao longo de todo período de avaliação (Figura 27). Entre os meses em que foram avaliados, os indivíduos do PEQRB apresentaram menores valores 24,36cm², 19,32cm², 21,5cm² e 24,06cm² nos meses de março, novembro e dezembro de 2014 e fevereiro de 2015, respectivamente (Figura 27). Entre os indivíduos da RBUB, não houve diferença significativa para a área foliar ao longo dos meses de avaliação (Figura 27).

Mais uma vez pode-se notar que as folhas dos indivíduos do PEQRB sofreram com a passagem da chuva de granizo, visto que, a partir do mês de novembro observou-se redução da área foliar para esses indivíduos. Após esse evento, as folhas de *V. thyrsoidea* se encontravam bastante danificadas e muitas estavam até mesmo quebradas, o que provavelmente resultou em menores medidas de área.

Por outro lado, os indivíduos da RBUB não apresentaram redução da área foliar após a passagem do fogo. A queimada, mesmo atingindo alguns indivíduos da área da RBUB, não provocou danos às folhas desses indivíduos, que conseguiram manter desde o início maiores valores de área foliar em relação aos indivíduos do PEQRB. As espécies de ambientes típicos savânicos apresentam folhas rígidas e coriáceas, resistentes à dessecação ou queima (RATNAN et al., 2011).

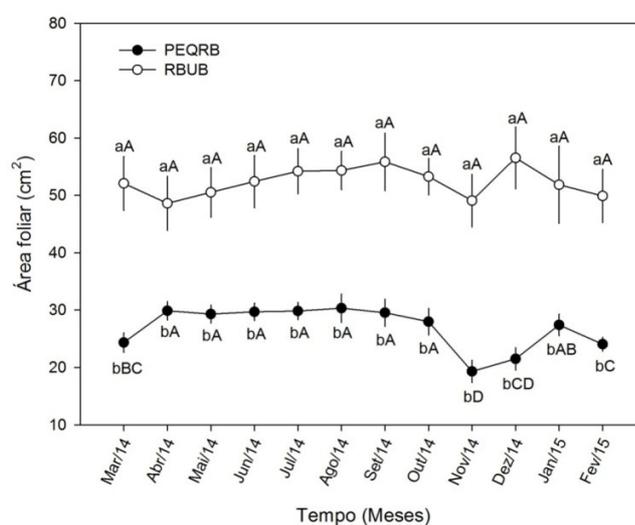


Figura 27 Área foliar (cm²) de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erro indicam o intervalo de confiança (n=30). Letras minúsculas são comparações entre as duas áreas de estudo a cada período de avaliação. Letras maiúsculas são comparações ao longo do período de avaliação dentro da mesma área de estudo. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$).

Em relação à área foliar, foi possível observar correlação significativa somente em relação à temperatura para a área do PEQRB. Na área da RBUB não houve correlação significativa com nenhuma variável analisada (Tabela 9).

Tabela 9 Correlação entre a área foliar (AF) de indivíduos de porte baixo *Vochysia thyrsoidea* e conteúdo relativo de água no solo (CRA), déficit de pressão de vapor (DPV) e temperatura (T °C).

Área/Ano		Variáveis		
		CRA	DPV	T (°C)
PEQRB/2014	AF	r=-0,2	r=-0,09	r=-0,6
	p valor	0,4	0,77	0,03*
RBUB/2014	AF	r=-0,2	r=0,39	r=-0,009
	p valor	0,4	0,22	0,96

*Significativo a 5% de probabilidade. r - Correlação de Pearson.

Verificou-se a existência de correlação significativa entre o teor de clorofila total e a área foliar para os indivíduos do PEQRB ($r=0,63$; $p=0,03$). Entretanto, para os indivíduos da RBUB essa correlação não foi significativa ($r=-0,07$; $p=0,81$). Quando se correlaciona a área foliar com a altura dos indivíduos tanto para o PEQRB ($r_s=-0,008$; $p=0,78$) quanto para a RBUB ($r_s=0,23$; $p=0,4$) não há correlação significativa.

4.8 NDVI (Índice de vegetação por diferença normalizada)

Os maiores valores de NDVI foram 0,78 para o mês de fevereiro e 0,76 para os meses de junho, julho, novembro e dezembro para os indivíduos de *V. thyrsoidea* da área da RBUB quando comparados aos indivíduos do PEQRB nesse mesmo período (Figura 28). Não houve diferença significativa entre os demais meses entre as duas áreas de estudo em relação aos valores de NDVI (Figura 28). Tanto para os indivíduos da área do PEQRB quanto para os indivíduos da RBUB os valores de NDVI variaram bastante ao longo do período de avaliação. Levando-se em conta que *V. thyrsoidea* é uma espécie sempre-verde e durante os períodos de seca não perde suas folhas, esse fato pode ter influenciado em valores de NDVI semelhantes para os indivíduos da RBUB na estação mais seca (junho e julho) e na chuvosa (novembro e dezembro).

Não era esperado encontrar os mesmos valores de NDVI para os indivíduos das duas áreas de estudo no mês de outubro, porque além da passagem do fogo, a maior área foliar de *V. thyrsoidea* da área da RBUB pode ter causado maior sombreamento de suas folhas e, especificamente nesse mês, reduziu conseqüentemente os teores de clorofila foliar. O índice de vegetação normalizada (NDVI) é um dos índices espectrais mais utilizados, pois está relacionado com a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela vegetação e quantidade de biomassa e teor de clorofila nas folhas (CRISTIANO et al., 2014).

Apesar da chuva de granizo no PEQRB em novembro, os indivíduos de *V. thyrsoidea* não demonstraram redução nos valores de NDVI em relação às medidas realizadas nos meses de setembro e outubro, demonstrando aumento desses valores ao final do período de avaliação. Porém, quando se comparou os valores das duas áreas de estudo em relação ao mês de novembro, observou-se que os indivíduos da RBUB possuíam maiores valores de NDVI em relação aos indivíduos do PEQRB. A chuva, que provocou injúrias nas folhas, pode ter sido responsável pelos menores valores de NDVI observados nesse mês e no mês seguinte.

Entretanto, para os indivíduos de *V. thyrsoidea* das áreas de estudo, o teor de clorofila observado ao longo do período de avaliação não pode ser considerado como determinante na alteração do NDVI das duas populações. Não sendo observada correlação significativa entre valores de NDVI e teor de clorofila para as duas áreas ($r_{PEQRB}=0,55$; $p=0,06$ e $r_{RBUB}=0,21$; $p=0,48$). O fato é que, enquanto o aparelho de NDVI forneceu um valor médio de leitura da copa, as medidas de clorofila realizadas, a cada mês, em folhas completamente expandidas e sem injúrias, podem ter fornecido um valor ao qual não representa o real teor de clorofila que as folhas do indivíduo como um todo apresenta.

Pode-se verificar correlação negativa entre os valores de NDVI e o déficit de pressão de vapor para a área da RBUB. Para as demais variáveis das duas áreas não houve correlação significativa (Tabela 10).

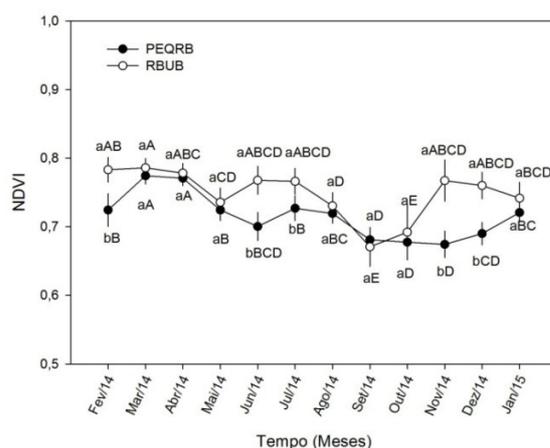


Figura 28 Índice da vegetação por diferença normalizada (NDVI) de indivíduos de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* nas duas áreas de estudo. Estão representados os valores médios e as barras de erro indicam o intervalo de confiança (n=30). Letras minúsculas são comparações entre as duas áreas de estudo a cada período de avaliação. Letras maiúsculas são comparações ao longo do período de avaliação dentro da mesma área de estudo. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$).

Tabela 10 Correlação entre Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) de indivíduos de porte baixo *Vochysia thyrsoidea* e conteúdo relativo de água no solo (CRA), déficit de pressão de vapor (DPV) e temperatura (T °C).

Área/Ano		Variáveis		
		CRA	DPV	T (°C)
PEQRB/2014	NDVI	r=0,64	r=-0,4	r=-0,29
	p valor	0,05	0,15	0,41
RBUB/2014	NDVI	r=0,47	r=-0,77	r=-0,26
	p valor	0,14	0,006*	0,44

*Significativo a 5% de probabilidade. r - Correlação de Pearson.

Para os indivíduos do PEQRB houve correlação significativa entre os valores de NDVI e altura ($r=0,78$; $p=0,005$), não sendo observada correlação significativa para os indivíduos da RBUB ($r=-0,07$; $p=0,81$). Não foi verificada correlação entre NDVI e área foliar para os indivíduos do PEQRB ($r=0,29$; $p=0,37$) e também para os indivíduos da RBUB ($r=-0,45$; $p=0,1$). Não houve correlação significativa entre NDVI e número de folhas para indivíduos das duas áreas ($r_{\text{PEQRB}}=-0,40$; $p=0,2$ e $r_{\text{RBUB}}=-0,67$; $p=0,2$).

4.9 Trocas gasosas

Pelas avaliações de trocas gasosas pode-se observar que os indivíduos do PEQRB apresentaram maiores valores de fotossíntese líquida (A) nos meses de fevereiro ($14,28 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), março ($14,63 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e setembro ($15,05 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de 2013; fevereiro ($13,45 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), abril ($9,22 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), junho ($7,65 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), agosto ($9,7 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e outubro ($9,67 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de 2014 e janeiro ($9,95 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de 2015 quando comparados com os indivíduos de *V. thyrsoidea* da RBUB. Não houve diferença significativa entre os demais meses para os valores de A dos indivíduos de *V. thyrsoidea* entre as duas áreas de estudo (Figura 29 A).

De maneira geral, pode-se observar que as plantas do PEQRB apresentaram maiores valores de A ao longo de grande parte do período de avaliação. O que pode estar relacionado ao fato da localização da área do PEQRB (Figura 4, Anexo) favorecer a incidência de radiação na parte da manhã (horário em que as medições foram realizadas), proporcionando aos indivíduos dessa área melhores condições de aproveitamento da luz incidente para assimilação de carbono. A disponibilidade de luz segundo Chenget al. (2015) é um importante fator que influencia a fotossíntese e, portanto, a absorção de CO_2 .

Ao longo de todo período de avaliação nos indivíduos do PEQRB, as taxas médias de A variaram de $3,04\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a $19,62\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, enquanto que para os indivíduos da área da RBUB essa taxa variou de $1,55\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a $17,44\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Esses valores são similares aos encontrados por vários autores para espécies de Cerrado (FRANCO et al., 2005; FRANCO et al., 2007; ROSSATTO et al., 2009). Os menores valores foram verificados para o mês de abril de 2013 e os maiores valores para o mês de julho de 2013 para as duas áreas de estudo (Figura 29A). Para as duas áreas não foi verificada correlação significativa entre A e as variáveis altura ($r_{\text{PEQRB}}=0,7$; $p=0,1$ / $r_{\text{RBUB}}=-0,3$; $p=0,2$) e diâmetro ($r_{\text{PEQRB}}=0,7$; $p=0,1$ / $r_{\text{RBUB}}=-0,16$; $p=0,7$).

Em relação à condutância estomática (g_s) as folhas dos indivíduos do PEQRB apresentaram significativamente maiores valores nos meses de março ($0,10\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de 2013, junho ($0,13\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e agosto ($0,16\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de 2014 em relação às folhas dos indivíduos da RBUB. Não houve diferença significativa entre os demais meses para os valores de g_s nas folhas dos indivíduos de *V. thyrsoidea* entre as duas áreas de estudo (Figura 29B).

As taxas médias de g_s variaram nas folhas dos indivíduos do PEQRB de $0,01\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a $0,19\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ sendo esses valores registrados nos meses de abril e julho de 2013, respectivamente, enquanto que nas folhas dos indivíduos da área da RBUB a g_s variou de $0,01\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a $0,17\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ observados nos meses de março e junho de 2013, respectivamente (Figura 29B). Não foi possível observar correlação significativa entre condutância estomática e o conteúdo relativo de água no solo ($r_{\text{PEQRB}}=0,1$; $p=0,5$ / $r_{\text{RBUB}}=-0,1$; $p=0,7$) e condutância e DPV ($r_{\text{PEQRB}}=-0,10$; $p=0,9$ e $r_{\text{RBUB}}=0,50$; $p=0,4$). Houve correlação significativa entre condutância estomática e temperatura para o PEQRB ($r=-0,94$; $p=0,01$), mas não para a RBUB ($r=0,52$; $p=0,3$).

De acordo com a literatura (FRANCO et al., 2005; SOUZA et al., 2011), em regiões de Cerrado, durante a estação seca, é comum observar redução da

condutância estomática e, conseqüentemente, redução da fotossíntese e transpiração. Entretanto, nesse estudo, foi possível observar resultados contraditórios para os indivíduos das duas áreas de estudo. Durante a estação seca, nos indivíduos do PEQRB foi observado aumento da condutância estomática (junho e julho de 2013 e junho e agosto de 2014) e aumento da fotossíntese (Figura 29 A) e transpiração (Figura 30 C) nos meses de junho e julho de 2013 e agosto de 2014. Os indivíduos de *V. thyrsoidea* da RBUB também apresentaram aumento da condutância estomática (junho e julho de 2013 e junho de 2014) e fotossíntese (junho e julho de 2013 e agosto de 2014). Silva e Lemos-Filho (2001), estudando relações hídrica em algumas espécies lenhosas relatam que *Inga edullis* independente da estação do ano, além de apresentar valores elevados de condutância ainda foi a espécie que apresentou menor restrição à transpiração.

De acordo com Habermann et al. (2011), em ambientes de pleno sol como as fitofisionômias savânicas, podem ser observadas maiores taxas de fotossíntese, transpiração e condutância estomática indicando adaptação da espécie a ambientes de áreas abertas. Para os indivíduos das duas áreas, a condutância estomática apresentou padrões similares aos da fotossíntese (Figura 29 A, B), sugerindo que a queda ou aumento da fotossíntese possam estar relacionados ao movimento estomático.

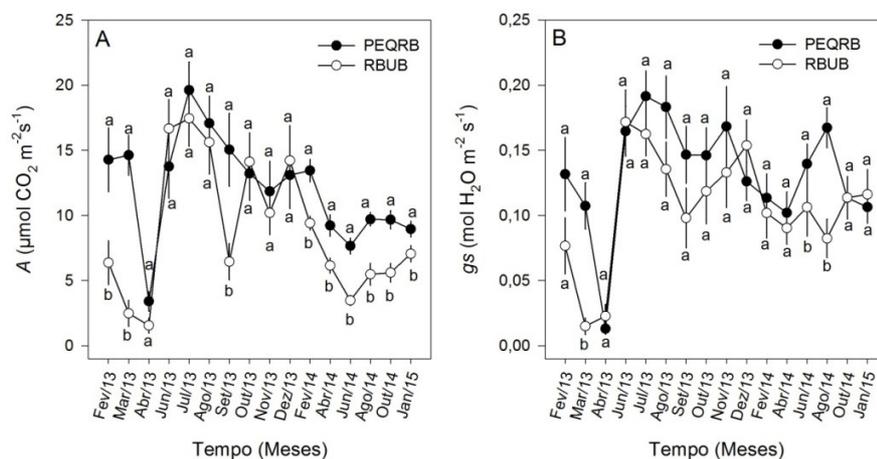


Figura 29 Comportamento sazonal de trocas gasosas de *Vochysia thyrsoidea*. A- Fotossíntese líquida e B- condutância estomática. Estão representados os valores médios e as barras de erro indicam o intervalo de confiança (n=28). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$).

Quanto à transpiração (E), essa foi significativamente maior nas folhas dos indivíduos do PEQRB nos meses de fevereiro ($3,07 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), março ($2,75 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), agosto ($4,52 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), outubro ($3,26 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de 2013, fevereiro ($2,91 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), abril ($2,03 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), junho ($2,05 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), agosto ($3,07 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e outubro ($2,57 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de 2014 e janeiro ($3,06 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de 2015 (Figura 30A). Apesar de não haver diferença significativa entre os demais meses para os valores de E nas folhas dos indivíduos entre as duas áreas de estudo (Figura 30A), pode-se inferir que as folhas dos indivíduos de *V. thyrsoidea* da área do PEQRB transpiraram mais em relação aos indivíduos da RBUB. O aumento da transpiração pode ter sido ocasionado por maiores valores de DPV máximo em 2013 (Tabela 1, Anexo) e maiores valores de temperatura máxima em 2014 (Tabela 2, Anexo) que, mesmo podendo causar fechamento parcial dos estômatos, mantém a taxa de transpiração elevada (SOUZA et al., 2011). Segundo Angelocci et al. (2004), a

abertura estomática é influenciada por vários fatores ambientais além das características da própria planta, sendo as respostas extremamente complexas.

Se por um lado os indivíduos de *V. thyrsoidea* da RBUB possuem maiores valores de área foliar e valores mais baixos de transpiração, por outro, os indivíduos do PEQRB ao longo de todo período de avaliação produziram um número maior de folhas, porém, com menor área foliar, o que pode ter influenciado na resposta de maior transpiração e fotossíntese para os indivíduos do PEQRB. Maior área foliar pode interferir na ação do vento, que por sua vez está diretamente relacionado com a transpiração, dificultando a remoção do vapor d'água na camada limítrofe nas folhas reduzindo a taxa transpiratória. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), folhas maiores têm maior resistência da camada limítrofe e dissipam menos energia térmica (por unidade de área).

As maiores médias de E para os indivíduos do PEQRB foram registradas nos meses de setembro ($5,57 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e novembro ($5,05 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de 2013, sendo os menores valores observados em abril ($0,71 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e junho ($1,88 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de 2013. Para os indivíduos da RBUB, a maior média de E foi de $0,78 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ registrada no mês de setembro de 2013 e a menor média de $0,10 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ em junho de 2014 (Figura 30A). As maiores médias de E foram registradas, nas duas áreas, em setembro de 2013, mês marcado por grande redução da disponibilidade hídrica no solo (Figura 9A) e também por maior déficit de pressão de vapor (Tabela 1, Anexo), favorecendo, assim, a perda de água pelos indivíduos de *V. thyrsoidea*. Segundo Palhares, Franco e Zaidan (2010) nas espécies do Cerrado podem ser observadas variações, principalmente durante a estação seca, quanto às respostas das diferentes espécies podendo manter, reduzir ou aumentar a transpiração.

A eficiência do uso da água (A/E) foi significativamente maior para os indivíduos da área do PEQRB nos meses de fevereiro, março e setembro de 2013 com média de 4,74; 5,97 e 3,38 $\mu\text{mol mmol}^{-1}$, respectivamente. Por outro

lado, observou-se que os indivíduos da RBUB apresentaram maiores médias nos meses de junho ($8,64 \mu\text{mol mmol}^{-1}$), agosto ($8,22 \mu\text{mol mmol}^{-1}$) e outubro ($7,49 \mu\text{mol mmol}^{-1}$) de 2013 e agosto ($5,56 \mu\text{mol mmol}^{-1}$) de 2014 (Figura 30B).

Para os indivíduos do PEQRB a A/E variou de $3,06 \mu\text{mol mmol}^{-1}$ observada no mês de janeiro de 2015 a $6,73 \mu\text{mol mmol}^{-1}$ no mês de julho de 2013. Para os indivíduos da RBUB, a variação foi de $1,53 \mu\text{mol mmol}^{-1}$ a $8,64 \mu\text{mol mmol}^{-1}$ para os meses de abril e junho de 2013, respectivamente (Figura 30 B).

Foi possível observar que nos meses da estação seca (junho e julho de 2013) os indivíduos de *V. thyrsoidea* demonstraram maior eficiência do uso da água. Em períodos de seca, de baixa disponibilidade hídrica, essa espécie apresenta estratégias capazes de permitir sua sobrevivência e crescimento (MONTEIRO, 2014).

Entretanto, a baixa disponibilidade hídrica observada no mês de setembro de 2013 no solo das duas áreas provocou redução na eficiência do uso da água pelos indivíduos de *V. thyrsoidea*, uma vez que nesse mesmo período foi registrada redução da fotossíntese líquida e aumento da transpiração.

Em outubro de 2014, mesmo com a passagem do fogo na área da RBUB, os indivíduos de *V. thyrsoidea* conseguiram manter os valores de transpiração e aumentar a fotossíntese líquida, possibilitando com isso que a eficiência do uso da água para esses indivíduos fosse semelhante aos valores obtidos pelos indivíduos do PEQRB.

Segundo Palhares, Franco e Zaidan (2010), devido ao fato de o Cerrado não ser um ambiente homogêneo, cada microambiente pode apresentar características que podem influenciar no perfil sazonal das respostas fotossintéticas.

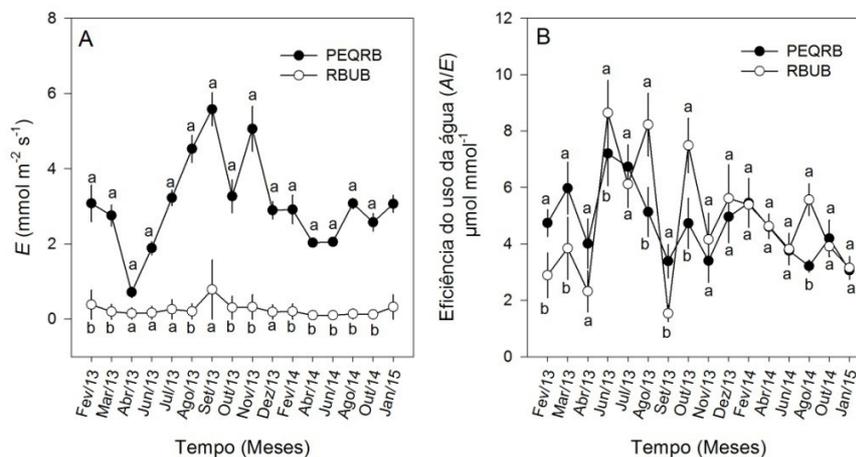


Figura 30 Comportamento sazonal de trocas gasosas de *Vochysia thyrsoidea*. C- Transpiração e B- Eficiência do uso da água. Estão representados os valores médios e as barras de erro indicam o intervalo de confiança (n=28). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si de acordo com o teste t ($p \leq 0,05$).

4.10 Trade off

De acordo com os resultados, pressupõe-se que os indivíduos de *V. thyrsoidea* da área do PEQRB investiram mais no crescimento em altura e emissão de folhas indicando maior alocação de carbono para essas estruturas. Esse fato pode ser devido à maior qualidade da radiação incidente no período da manhã e, de acordo com Prado e Moraes (1997), geralmente o melhor momento para as trocas gasosas em ambientes de cerrado acontece nas primeiras horas do dia. A qualidade da luz pode influenciar o crescimento e desenvolvimento da planta, incluindo o alongamento do caule (QADERI, et al., 2015).

Ao final do período de avaliação, os indivíduos de *V. thyrsoidea* da área da RBUB apresentaram menor incremento em altura e número de folhas, porém houve maior alocação de carbono para o crescimento de ramos (cm), área foliar e diâmetro do caule, indicando assim um *trade-off* estratégico para o

crescimento e estabelecimento de *V. thyrsoidea* em ambientes onde vários recursos podem ser limitantes para as espécies. Santos et al. (2012), estudando a produção de folhas e alocação de biomassa em caules e folhas de espécies sempre-verdes e decíduas, relataram que a espécie *H. stigonocarpa* (sempre-verde) investiu menos em número de folhas, entretanto, apresentou maior área foliar.

Apesar do fogo na área da RBUB, os indivíduos de *V. thyrsoidea* mantiveram o crescimento de suas folhas e ramos. Após a passagem de fogo em uma área de estudo no Cerrado, Santos et al. (2012) relataram que *H. stigonocarpa* alocou mais recurso para aumentar a área fotossinteticamente ativa (mais brotos e folhas) modificando a arquitetura de sua copa como estratégia de crescimento, alterando a alocação de biomassa para formação de novas folhas a fim de garantir seu crescimento contínuo.

O crescimento de uma planta é determinado de acordo com uma série de fatores ecológicos e caracteriza os *trade-offs* entre a obtenção de recursos, atributos de defesa e alocação de recursos para reprodução e armazenamento (BAKER et al., 2003). Sendo a taxa de crescimento determinada não apenas pela capacidade de assimilação de carbono, mas pela taxa de transpiração, eficiência de translocação de fotoassimilados e superfície da folha, de maneira que essa interação complexa resulta no acúmulo de biomassa (MARENCO; LOPES, 2005).

5 CONCLUSÃO

Os padrões de trocas gasosas, crescimento e produção de ramos e folhas pela espécie, em ambiente natural, demonstram que *V. thyrsoidea* apresenta grande potencial de adaptação a ambientes como o Cerrado, onde a

disponibilidade de recursos e alta intensidade luminosa são fatores limitantes para o crescimento das espécies.

Apesar de não ter verificado muitas diferenças no microclima das duas áreas de estudo, e dos anos de 2013 e 2014 terem sido marcados por baixa precipitação pluviométrica, as duas populações de *V. thyrsoidea* apresentaram diferentes estratégias de crescimento e colonização dos ambientes. Além disso, a espécie parece mostrar grande capacidade de recuperação quando atingida por eventos como fogo e chuva de granizo, podendo ser utilizada como um ótimo modelo para estudos ecofisiológicos que visem aumentar o conhecimento sobre as características de adaptações de espécies lenhosas do Cerrado.

REFERÊNCIAS

- ALEXANRE JÚNIOR, W. R.; SOARES JÚNIOR, F. S. Ecologia das populações de *Roupala Montana* Aubl. em um trecho de Cerrado *stricto sensu* na Reserva Biológica do Boqueirão, Ingaí, MG. **Revista Pesquisa Botânica**, Porto Alegre, n. 60, p. 300-314, set. 2009.
- ALMEIDA, L. P. et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, jan./fev. 2004.
- ALMEIDA, S. P. de et al. **Cerrado**: espécies vegetais uteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.
- ALVARENGA, A. A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 53-57, jan./feb. 2003.
- ALVES, R.J.V.; KOLBEK, J. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 207, n. 1, p. 67-79, mar. 2010.
- ANDRADE, L. R. M. et al. Al- hyperaccumulator Vochysiaceae from the Brazilian Cerrado store aluminum in their chloroplasts without apparent damage. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 70, n. 1, p. 37-42, jan. 2011.
- ANGELOCCI, L. R. et al. Transpiration, leaf diffusive conductance, and atmospheric water demand relationship in an irrigated acid lime orchard. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 53-64, jan./apr. 2004.
- ANTUNES JÚNIOR, M. Z. Efeito do microclima no intercâmbio gasoso potencial de cambará (*Vochysia divergens* Pohl) e lixeira (*Curatella americana* L.) em área de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 77-85, jan./mar. 2011.
- BAKER, T. R.; SWAINEL, M.D.; BURSLEM, D. F. R. P. Variation in tropical forest growth rates: combined effects of functional group composition and resource availability. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v. 6, n. 1-2, p. 21-36, 2003.

BARBOSA, B. C. et al. Avaliação da capacidade de rebrotamento pós-distúrbio das plantas lenhosas típicas dos campos rupestres. **Ecologia Austral**, Córdoba, v. 24, n. 3, p. 350-355, dez. 2014.

BARON, D. et al. The ecophysiological performance of *Vernonia polyanthes* Less. (Asteraceae) in conserved and degraded forests in the Brazilian Cerrado. **Acta Physiologia e Plantarum**, Heidelberg, v. 37, n. 1702, p. 1-8, jan. 2015.

BEDETTI, C. S. et al. Abiotic factors modulate phenotypic plasticity in an apomictic shrub [*Miconia albicans* (SW.) Triana] along a soil fertility gradient in a Neotropical savanna. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 59, n. 3, p. 274-282, May 2011.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

BOND, W. J.; MIDGLEY, J. J. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge, v. 16, p. 45-51, jan. 2001.

BOWER, D. R.; BLOCKER, W. W. Accuracy of bands and tape for measuring diameter increments. **Journal of Forestry**, Washington, v. 64, n. 1, p. 21-22, jan. 1966.

BUCCI, S. J. et al. Mechanisms contributing to seasonal homeostasis of minimum leaf water potential and predawn disequilibrium between soil and plant water potential in Neotropical savanna trees. **Trees**, Berlin, v. 19, n. 3, p. 296-304, May 2005.

BUCCI, S. J. et al. Water relations and hydraulic architecture in Cerrado trees: adjustments to seasonal changes in water availability and evaporative demand. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 233-245, July/Sept. 2008.

BUSTAMANTE, M. M. C. et al. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 72, n. 3, p. 655-671, aug. 2012.

CAMERON, R. J.; LEA, R. Band dendrometers or diameter tapes? **Journal of Forestry**, Washington, v. 78, n. 5, p. 277-278, May 1980.

CAMPOS, H.R.; CARDOSO SILVA, S. A.; SOARES JUNIOR, F. J. Estrutura populacional de *Vochysia thyrsoidea* Pohl. em uma área de transição entre Cerrado *stricto sensu* e campo rupestre, no município de Ingá, Minas Gerais, Brasil. **Revista Biociência**, Taubaté, v. 17, n. 2, p. 5-14, 2011.

CANADELL, J.; LÓPEZ-SORIA, L. Lignotuber reserves support regrowth following clipping of two Mediterranean shrubs. **Functional Ecology**, London, v. 12, n. 1, p. 31-38, feb. 1998.

CARVALHO, A. P. F. et al. Variações sazonais nas concentrações de pigmentos e nutrientes em folhas de espécies de cerrado com diferentes estratégias fenológicas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 19-27, jan./mar. 2007.

CHENG, S. J. et al. Variations in the influence of diffuse light on gross primary productivity in temperate ecosystems. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 201, n. 15, p. 98-110, feb. 2015.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 229-234, jan. 2007.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 17-23, 1978.

CRISTIANO, P. M. et al. High NDVI and Potential Canopy Photosynthesis of South American Subtropical Forests despite Seasonal Changes in Leaf Area Index and Air Temperature. **Forests**, Basel, v. 5, n. 2, p. 287-308, feb. 2014.

CURI, N. et al. Geomorfologia, física, química e mineralogia dos principais solos da região de Lavras, MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 14, n. 3, p. 297-307, set./dez. 1990.

DALANESI, P. E.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 737-757, dez. 2004.

DALMAGRO, H. J. et al. Photosynthetic parameters of two invasive tree species of the Brazilian Pantanal in response to seasonal flooding. **Photosynthetica**, Prague, v. 51, n. 2, p. 281-294, Jun. 2013.

_____. The physiological light response of two tree species across a hydrologic gradient in Brazilian savanna (Cerrado). **Photosynthetica**, Prague, v. 52, n. 1, p. 22-35, mar. 2014.

DAMASCOS, M.A.; PRADO, C.H.B.A.; RONQUIM, C.C. Bud composition, branching patterns and leaf phenology in cerrado woody species. **Annals of Botany**, London, v. 96, n. 6, p. 1075-1084, sept.2005.

DANTAS, V; BATALHA, M. A; PAUSAS, J. G. Fire drives functional thresholds on the savanna-forest transition. **Ecology**, Ithaca, v. 94, n. 1, p. 2454-2463, nov. 2013.

DURIGAN, G. Cerrado: o *trade-off* entre a conservação e o desenvolvimento. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 15, n. 31, p. 243-250, dez. 2010.

EAMUS, D. Ecophysiological traits of deciduous and evergreen woody species in the seasonally dry tropics. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 14, n. 1, p. 11-16, jan. 1999.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, apr./jun 1972.

FARIA, R. A. P. G. et al. Fenologia de *Brosimum gaudichaudii* Trécul. (Moraceae) no cerrado de Mato Grosso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 67-75, jan./mar. 2015.

FIEDLER, N. C. et al. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 129-138, jan./fev. 2004.

FRANÇA, F. **Lista de Espécies da Flora do Brasil (Vochysiaceae)**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB250>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

FRANCO, A. C. et al. Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO₂ levels and climate warming. **Theoretical**

and Experimental Plant Physiology, Campos dos Goytacazes, v. 26, n. 1, p. 19-38, mar. 2014.

FRANCO, A. C. et al. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Trees**, Berlin, v. 19, n. 3, p. 326-335, May 2005.

FRANCO, A. C.; MATSUBARA, S.; ORTHEN, B. Photoinhibition, carotenoid composition and the co-regulation of photochemical and non-photochemical quenching in neotropical savanna trees. **Tree Physiology**, Victoria, v. 27, n. 5, p. 717-725, May 2007.

FRANCO, A. C. Ecophysiology of woody plants. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The cerrados of Brazil**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 178-197.

FURLEY, P. A. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 8, p. 223-241, dec. 2002.

GIULIETTI, A. M. et al. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Ed.). **Tópicos Atuais em Botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia- CENARGEN, 2000; p. 311-318.

GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. O. Savanas tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: FALEIRO, F. G.; NETO, A. L. F. (Ed.). **Savanas desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócios e recursos naturais**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2008. p. 49-77.

GOLDSTEIN, G. et al. Water economy of Neotropical savanna trees: six paradigms revisited. **Tree Physiology**, Victoria, v. 28, n. 3, p. 395-404, mar. 2008.

GOMES, J. F. et al. Classificação e crescimento de unidades de vegetação em floresta ombrófila mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 93-107, jan./mar. 2008.

GOMES, L. et al. Comparações florísticas e estruturais entre duas comunidades lenhosas de cerrado típico e cerrado rupestre, Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 4, n. 25, p. 865-875, out./dec. 2011.

GONÇALVES, D. J. P.; ROMERO, R.; YAMAMOTO, K. Vochysiaceae no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 4, p. 863-875, out./dez. 2013.

GONZÁLEZ, J. A. et al. Altitudinal and seasonal variation of protective and photosynthetic pigments in leaves of the world's highest elevation trees *Polylepis tarapacana* (Rosaceae). **Acta Oecologica**, Paris, v. 32, n. 1, p. 36-41, aug. 2007.

GOTSCH, S. G. et al. Allocation to leaf area and sapwood area affects water relations of co-occurring savanna and forest trees. **Oecologia**, Berlin, v. 163, n. 2, p. 291-301, June 2010.

GOUVEIA, G. P.; FELFILI, J. M. Fenologia de comunidades de cerrado e matas de galeria no Brasil central. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 443-450, jul./ago. 1998.

HABERMANN, G. et al. Comparative gas exchange performance during the wet season of three Brazilian *Styrax* species under habitat conditions of cerrado vegetation types differing in soil water availability and crown density. **Flora**, Jena, v. 206, n. 4, p. 351-359, apr. 2011.

HARIDASAN, M. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 183-195, July/Sept. 2008.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 54-64, jan. 2000.

HENNENBERG, K. J. et al. Size-class distribution of *Anoigessus leiocarpus* (Combretaceae) along forest savanna ecotones in northern Ivory Coast. **Journal of Tropical Ecology**. Cambridge, v. 21, n. 3, p. 271-273, May 2005.

HOFFMANN, W. A; FRANCO, A. C. Comparative growth analyses of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrast. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 91, n. 3, p. 475-489, June 2003.

HOFFMANN, W. A; ORTHEN, B.; FRANCO, A. C. Constraints to seedling success of savanna and forest trees across the savanna-forest boundary. **Oecologia**, Berlin, v. 140, n. 2, p. 252-260, July 2004.

HOFFMANN, W. A.; SCHROEDER, W.; JACKSON, R. B. Positive feedbacks of fire, climate, and vegetation and the conversion of tropical savanna. **Geophysical Research Letters**, v. 29, n. 22, p. 9.1-9.4, nov. 2002.

HOFFMANN, W. A. Ecologia comparativa de espécies lenhosas de cerrado e mata. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, M.F. (Ed.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 155-165.

HOFFMANN, W. A. et al. Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. **Ecology Letters**, Oxford, v. 15, n. 7, p. 759-768, July 2012.

HOFFMANN, W. A. et al. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in central Brazil. **Ecology**, Ithaca, v. 90, n. 5, p. 1326-1337, May 2009.

HOFFMANN, W. A.; ORTHEN, B.; NASCIMENTO, P. K. V. Comparative fire ecology of tropical savanna and forest trees. **Functional Ecology**, London, v. 17, n. 6, p. 720-726, dec. 2003.

INOUE, M. T. Teor de clorofila de seis espécies arbóreas sob influência da poeira de cimento. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 457-464, abr./jun. 2010.

KAWASAKI, M. L. Systematics of *Erismae* (Vochysiaceae). **Memoirs of the new Botanical Garden**, v. 81, p. 1-40, 1998.

KEELAND, B. D.; YOUNG, P. J. **Construction and installation of dendrometer bands for periodic tree-growth measurements**. Disponível em: <<http://www.nwrc.usgs.gov/dendrometer/index.html>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

JONES, H. G. **Plants and microclimate**: a quantitative approach to environmental plant physiology. 2 ed. Cambridge: Cambridge University, 1992. 85 p.

LENZA, E.; KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 627-638, out./dez. 2006.

LIMA, T. A. et al. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 2, p.159-166, abr./jun.2010.

LITT, A.; STEVENSON, D. W. Floral development and morphology of Vochysiaceae. i. the structure of the gynoeceium. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 90, n. 11, p.1533- 1547, nov.2003.

LIU, W.T.H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006. 908 p.

LOJAN, L. Tendencias del crecimiento radial de 23 especies forestales en Turrialba, Costa Rica. **Turrialba**, San José, v. 17, n. 1, p. 71- 82, jan./mar. 1967.

LOPES A. S.; GUILHERME, L. R. G.; RAMOS, S. J. The Saga of the Agricultural Development of the Brazilian Cerrado. International Potash Institute, e-ifc no 32 November. IPI 60 Anniversary Issue, 2012.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 384 p.

MACIEL, M. N. M. et al. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 101-114, jan./jun. 2002.

MARENCO, R. A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005. 451p.

MEDEIROS, M. B.; MIRANDA, H. S. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 493-500, sept. 2005.

MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M.; MIRANDA, A. C. The fire factor. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 51-68.

MIRANDA, H.S. et al. Fire in the Cerrado, the Brazilian savanna. In: COCHRANE, M. A. (Ed.). **Tropical fire ecology**: climate change, land use, and ecosystem dynamics. Heidelberg: Springer-Praxis, 2009.p. 427-450.

MITCHELL, P.J. et al. Co-ordination of growth, gas exchange and hydraulics define the carbon safety margin in tree species with contrasting drought strategies. **Tree Physiology**, Victoria, v. 34, n. 5, p. 443-458, May 2014.

MONTEIRO, R. F.; MARTINS, R. P.; YAMAMOTO, K. Host specificity and seed dispersal of *Psittacanthus robustus* (Loranthaceae) in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 307-314, aug. 1992.

MONTEIRO, V. F. C. **Crescimento radial e resposta ecofisiológica de *Vochysia thyrsoidea* Pohl. às condições ambientais do cerrado rupestre.** 2014. 82 p. Dissertação (Mestrado em Botânica Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MOREIRA, M. Z. et al. Hydraulic lift in a neotropical savanna. **Functional Ecology**, Oxford, v. 17, n. 5, p. 573-581, Oct. 2003.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na mina do brucutu, barão de cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 58, p. 775-786, ago. 2007.

MOUSTAKAS, A. et al. Learning new tricks from old trees: revisiting the savanna question. **Frontiers of Biogeography**, v. 2, n. 2, p. 47-53, June 2010.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, n. 1, p. 853-858, feb. 2000.

NEVES, S. P. S.; CONCEIÇÃO, A. A. Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 697-707, jul./set. 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da vegetação do parque florestal quedas do rio bonito. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 50-63, 1999.

OLIVEIRA-FILHO A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 91-120.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of the central Brazil. **Flora**, Jena, v. 195, p. 311-329, dec. 2000.

PALHARES, D.; FRANCO, A. C.; ZAIDAN, L. B. P. Respostas fotossintéticas de plantas de cerrado nas estações seca e chuvosa. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 213-220, out./dez. 2010.

PAULA, S. M. et al. Desempenho fotossintético de folhas jovens e maduras de *Vochysia cinnamomea* (Vochysiaceae) em áreas de Cerrado Rupestre intactas e pós-queimada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 591-600, mar./apr. 2015

PAUSAS, J.G.; KEELEY, J. E. A burning story: the role of fire in the history of life. **Bioscience**, Oxford, v. 59, n. 7, p. 593-601, July/Aug. 2009.

PAVIANI, T. I.; HARIDASAN, M. Tuberosidade em *Vochysia thyrsoidea* Pohl. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 40, p. 998-1003, 1988.

PAZ, H.; PINEDA-GARCÍA, F.; PINZÓN-PÉREZ, L. F. Root depth and morphology in response to soil drought: comparing ecological groups along the secondary succession in a tropical dry forest. **Oecologia**, Berlin, v. DOI 10.1007/s00442-015-3359-6, p. 1-11, 2015.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.2, p.183-194, June 2002.

PEREIRA, G. J. M.; VOLPATO, M. M. L. Levantamento das características bióticas e abióticas da área do Boqueirão. **Pro Homine**, Lavras, ano 3, p. 27-34, 2005.

PINTO, J. R. R.; LENZA, E.; PINTO, A. S. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 23-32, Jan./Mar. 2009.

POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, n. 30, p. 579-586, oct./dec. 2007.

PRADO, C.H.B.A.; MORAES, J.A.P.V. Photosynthetic capacity and specific leaf mass in twenty woody species of Cerrado vegetation under field conditions. **Photosynthetica**, Prague, v. 33, n. 1, p. 103-112, mar. 1997.

QADERI, M. M. et al. Does temperature regulate light quality effects on *Abutilon theophrasti*? **Acta Physiology Plant**, Heidelberg, v. 37, n. 6, p. 1-13, July 2015.

RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J.A. Estimating historical changes in global land cover: croplands from 1700 to 1992. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 13, n. 14, p. 997-1027, dec. 1999.

RATNAM, J. et al. When is a 'forest' a savanna, and why does it matter? **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 653-660, sept. 2011.

REICH, P.B. Phenology of tropical forests: patterns, causes and consequences. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 73, n. 2, p.164-174, feb. 1995.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In SANO, S.M.; ALMEIDA, S. P. (Ed). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, Embrapa/CPAC, 1998. p. 89-166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. 3. ed. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2008. p. 153-212.

RIBEIRO, M. C.; FIGUEIRA, J. E. C. Uma abordagem histórica do fogo no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais - Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, ano I, n. 2, p. 212-227, 2011.

ROSSATTO, D. R. Branch elongation and diameter growth were temporally dissociated in "cerrado" tree species. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 437-444, sept. 2009.

_____. **Padrões anatômicos, fenológicos, fotossintéticos e de crescimento em espécies arbóreas do cerrado sensu stricto e de mata de galeria**. 2008.

101 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ROSSATTO, D. R.; HOFFMANN, W. A.; FRANCO, A. C. Differences in growth patterns between co-occurring forest and savanna trees affect the forest-savanna boundary. **Functional Ecology**, Oxford, v. 23, n. 4, p. 689-698, Aug. 2009.

ROSSATTO, D. R. et al. Características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 640-647, jul./set. 2010.

ROSSATTO, D. R.; FRANCO, A. C. Expansão e mortalidade de ramos em espécies arbóreas do cerrado *sensu stricto*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 715- 719, out./dez. 2008.

ROSSATTO, D. R.; SILVA, L. C. R.; VEGA, R. V. L.; STERNBERG, L. S. S.; FRANCO, A. C. Depth of water uptake in woody plants relates to groundwater level and vegetation structure along a topographic gradient in a neotropical savanna. **Environmental and Experimental Botany**, v. 77, p. 259–266, abril 2012

ROUSE, J.W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington. **Proceedings...** Washington: NASA, 1973. v. 1, p. 309-317.

RUGGIERO, P. G. C. et al. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP: como se expressa em mapeamentos? **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 2, n. 20, p. 383-394, jun./apr. 2006.

SANKARAN, M. et al. Determinants of woody cover in African savannas. **Nature**, London, v. 438, p. 846-849, July 2005.

SANTOS, K. M. et al. Relationships between crown architecture and available irradiance in two cerrado species with different leaf phenologies. **Brazilian Journal of Botany**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 339-345, 2012.

SCHOLZ, F.G. et al. Plant- and stand-level variation in biophysical and physiological traits along tree density gradients in the Cerrado. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 20, n. 3, p.217-232, July/Sept. 2002.

SCHOLZ, F.G. et al. Biophysical and life-history determinants of hydraulic lift in Neotropical savanna trees. **Functional Ecology**, London, v. 22, n. 5, p. 773-786, oct. 2008.

SETTE JÚNIOR, C. R. et al. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex. Maiden e relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 979-990, nov./dez. 2010.

SILVA, B. G.; LEMOS-FILHO, J. P. Relações hídricas em espécies lenhosas no campus Pampulha/UFMG, Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 519-525, dez. 2001.

SILVA, R. P. et al. Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 166, p. 295-301, aug. 2002.

SILVA, R. P. et al. Uso de banda dendrométrica na definição de padrões de crescimento individual em diâmetro de árvores da Bacia do Rio Cuieiras. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, n. 1, p. 67-84, jan./mar. 2003.

SILVÉRIO, D. V.; LENZA, E. Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 3, p. 205-216, jul./set. 2010.

SIMON, M. F. et al. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 106, n. 48, p. 20359-20364, dec. 2009.

SOUZA, C. D. et al. Transpiração de espécies típicas do cerrado medida por transpirômetro de equilíbrio e porômetro. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 509-515, out./dez. 2011.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado na APG II. 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2008. 703 p.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do estresse. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 613-643.
- VALE, A.T. et al. Influência das propriedades da casca de *Vochysia thyrsoidea* na transferência de calor para o câmbio. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, ano VIII, n. 13, p. 1-10, fev. 2009
- VIANA, M. C. Vochysiaceae na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 659-666, 2006.
- TATENO, R.; HISHI, T.; TAKEDA, H. Above- and belowground biomass and net primary production in a cool-temperate deciduous forest in relation to topographical changes in soil nitrogen. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 193, n. 3, p. 297-306, June 2004
- TEODORO, G. S. et al. How does a *Psittacanthus robustus* Mart. population structure relate to a *Vochysia thyrsoidea* Pohl. host population? **Flora**, London, v. 205, n. 12, p. 797-801, dec. 2010.
- WILLIAMS, P.R. Contrasting demographics of tropical savanna and temperate forest eucalypts provide insight into how savannas and forests function: a case study using *Corymbia clarksoniana* from north-eastern. **Austral Ecology**, Australia, v. 34, n. 2, p. 120-131, apr. 2009.
- ZANON, M. L. B.; FINGER, C. A. G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 467-476, jul./set. 2010.

ANEXO

ANEXO A- TABELA

Tabela 1- Valores médios das variáveis climatológicas para Lavras-MG observados para o ano de 2013, 2014 e início de 2015 (JF- Janeiro e Fevereiro) e em um período de 30 anos (normais 1961-1990). São mostrados os valores médios anuais e para o quadrimestre mais frio e seco (MJJA – Maio, Junho, Julho, Agosto) e para o quadrimestre mais quente e chuvoso (JFND – Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro). Os desvios referem-se à diferença entre os valores de 2013, 2014 e início de 2015 e a normal e a % se refere ao relativo percentual do desvio em relação à normal; o Teste t se refere aos parâmetros (valores de t e de p) da comparação das variáveis observadas em 2013, 2014 e início de 2015 e as normais climatológicas.

		Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)
ANUAL	2013	26,7	20,4	15,7	1380,6	73,2
	Normal	26,1	19,4	14,8	1529,7	76,2
	Desvio	0,6	0,9	1	-149,1	-3
	%	2,3	4,8	6,6	-9,7	-3,9
	Teste t	t=0,88	t=1,06	t=-3,76	t=0,26	t=-1,35
		p=0,39	p=0,17	p=0,001	p=0,80	p=0,20
MJJA	2013	24,8	17,7	12,5	92,6	70,2
	Normal	24,4	16,6	11,1	116,7	71,8
	Desvio	0,4	1,1	1,5	-24,1	-1,6
	%	1,7	6,8	13,4	-20,7	-2,2
	Teste t	t=0,56	t=1,84	t=1,75	t=-0,42	t=-0,45
		p=0,59	p=0,11	p=0,12	p=0,69	p=0,67
JFND	2013	28,5	22,5	18,3	912,3	75,8
	Normal	27,7	21,5	17,4	973,5	80,2
	Desvio	0,8	1,1	1	-61,2	-4,4
	%	2,9	5	5,6	-6,3	-5,5
	Teste t	t=1,21	t=2,23	t=2,07	t=-0,16	t=-2,15
		p=0,27	p=0,07	p=0,08	p=0,88	p=0,06
ANUAL	2014	28,4	21,6	16	1148,9	66
	Normal	26,1	19,4	14,8	1529,7	76,2
	Desvio	2,2	2,1	1,1	-309,3	-10,2
	%	8,1	10,19	7,5	-33,14	-15,14
	Teste t	t=2,28	t=1,90	t=0,84	t=-0,79	t=-4,19
		p=0,03	p=0,07	p=0,40	p=0,43	p=0,001
MJJA	2014	25,2	18	12,7	77,7	67,4
	Normal	24,5	16,9	11,5	116,7	73,2
	Desvio	0,74	1,1	1,2	-39	-5,9
	%	2,78	6,12	9,45	-50,19	-8,6
	Teste t	t=0,88	t=2,10	t=2,11	t=-0,9	t=-1,53
		p=0,41	p=0,08	p=0,07	p=0,37	p=0,17
JFND	2014	30	23,3	18	769,8	67,2
	Normal	27,7	21,5	17,4	973,5	80,2
	Desvio	2,4	1,8	0,7	-203,7	-13
	%	7,67	7,73	3,34	-26,46	-19,34
	Teste t	t=3,18	t=3,85	t=2,40	t=-0,87	t=-4,58
		p=0,01	p=0,008	p=0,053	p=0,41	p=0,004
JF	2015	30,2534	23,77425	18,8401	136,3	70,2533
	Normal	28,1	21,9	17,8	232,35	80,5
	Desvio	2,15	1,87	1,04	-96,05	-10,25
	%	7,12	7,89	5,53	-70,46	-14,58
	Teste t	t=1,28	t=1,77	t=6,94	t=-1,26	t=-1,53
		p=0,32	p=0,21	p=0,02	p=0,33	p=0,26

A força dos testes t realizados variou entre 0,22 e 0,03; valores abaixo do ideal, que é de 0,8. Tais valores baixos de força indicam menor capacidade do teste em detectar diferença significativa entre o conjunto de dados quando esta existir.

Tabela 2 Valores médios mensais, anuais e sazonais (\pm desvio padrão; $28 > n < 31$) de temperatura, umidade relativa e déficit de pressão de vapor observados em 2013, nas áreas de estudo.

Temperatura (°C)	Máxima		Mínima		Média	
	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB
Jan/13	27,5 \pm 2,7	27,5 \pm 2	17,3 \pm 1,5	17,7 \pm 1,1	21,3 \pm 1,5	21,7 \pm 1,2
Fev/13	29,5 \pm 2,5	29,4 \pm 2,3	17,9 \pm 1,5	18,2 \pm 1,3	22,2 \pm 1,3	23,2 \pm 1,8
Mar/13	27,7 \pm 3,1	27,3 \pm 4	17,2 \pm 1,4	18,2 \pm 1,5	21,5 \pm 2,1	22,2 \pm 2
Abr/13	25,5 \pm 1,7	26,1 \pm 1,6	14,3 \pm 2,8	15,1 \pm 2,6	18,7 \pm 1,7	20,1 \pm 1,6
Mai/13	24,0 \pm 3,1	25,2 \pm 3,0	12,5 \pm 1,6	13,8 \pm 1,8	17,7 \pm 1,9	18,8 \pm 2,2
Jun/13	23,6 \pm 1,9	24,8 \pm 1,3	13,0 \pm 1,1	14,5 \pm 1,2	17,2 \pm 0,9	18,9 \pm 1,2
Jul/13	23,6 \pm 2,9	24,6 \pm 2,3	10,6 \pm 2,1	12,5 \pm 3	16,2 \pm 1,6	17,9 \pm 2,6
Ago/13	26,3 \pm 2,4	26,7 \pm 2,2	10,5 \pm 1,9	13,1 \pm 2,6	17,7 \pm 1,5	19,3 \pm 2,4
Set/13	27,5 \pm 3,9	27,4 \pm 3,0	12,9 \pm 2,6	14,4 \pm 2,7	19,5 \pm 2,4	20,2 \pm 2,7
Out/13	26,7 \pm 4,5	26,5 \pm 3,3	14,3 \pm 2,2	15,1 \pm 2,5	19,7 \pm 2,2	20,2 \pm 2,8
Nov/13	27,4 \pm 4,5	27,3 \pm 3,7	15,7 \pm 1,4	16,5 \pm 1,9	20,9 \pm 2,1	21,4 \pm 2,7
Dez/13	28,2 \pm 2,5	28,1 \pm 1,9	17,6 \pm 1,2	17,9 \pm 1,1	21,9 \pm 1,4	22,6 \pm 1,6
JFND	28,1 \pm 3,2	28,1 \pm 2,7	17,1 \pm 1,6	17,6 \pm 1,5	21,6 \pm 1,6	22,2 \pm 2
	p=0,402		P=0,02		P=0,02	
MJJA	24,4 \pm 2,8	25,3 \pm 2,4	11,6 \pm 2,0	13,5 \pm 2,4	17,2 \pm 1,6	18,7 \pm 2,2
	p=0,01		p<0,01		p<0,01	
Anual	26,4 \pm 3,6	26,7 \pm 3	14,5 \pm 3,1	15,6 \pm 2,8	19,5 \pm 2,6	20,5 \pm 2,6
	p=0,38		p<0,01		p<0,01	
Umidade Relativa (%)	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB
Jan/13	91,1 \pm 1,9	89,6 \pm 2,1	56,3 \pm 5	52,3 \pm 4,9	74 \pm 3,3	70,9 \pm 3,8
Fev/13	90,5 \pm 2,2	88,9 \pm 2,8	52,8 \pm 4,8	49,2 \pm 5,6	72,1 \pm 3	69 \pm 4,4
Mar/13	93,1 \pm 3	92,1 \pm 3,9	58,9 \pm 4,5	57,4 \pm 7,9	75,8 \pm 2,7	75,4 \pm 5,2
Abr/13	91,9 \pm 1,6	90,7 \pm 2,2	56 \pm 5,7	50,3 \pm 7,7	74,4 \pm 3	70,7 \pm 4,3
Mai/13	92,4 \pm 4,1	91 \pm 5,4	54,8 \pm 6,9	52 \pm 12,2	74,4 \pm 3,9	71,8 \pm 8,8
Jun/13	94,2 \pm 2,8	93 \pm 3,7	56,1 \pm 3,7	55,7 \pm 6,5	75,4 \pm 1,9	75 \pm 5,1
Jul/13	89,9 \pm 6,9	87,8 \pm 9,2	47,7 \pm 7,6	41,5 \pm 9,6	70,4 \pm 4,3	65,2 \pm 7,9
Ago/13	83,8 \pm 9,4	80,8 \pm 12,2	41,3 \pm 9	37 \pm 8,4	65 \pm 5,6	58,4 \pm 9,6
Set/13	89 \pm 6,3	87,4 \pm 8,1	43,5 \pm 10,4	41,5 \pm 11,4	66,5 \pm 6,6	64,6 \pm 9,9
Out/13	90,9 \pm 5,2	89,5 \pm 6,4	50,3 \pm 9,7	49,2 \pm 10,7	70,9 \pm 5,9	69,7 \pm 8,9
Nov/13	90,8 \pm 6,2	89,6 \pm 7,7	53,9 \pm 10,6	52,8 \pm 12	72,6 \pm 6,8	71,8 \pm 10,5
Dez/13	92,2 \pm 2,2	90,9 \pm 2,8	57,7 \pm 6,8	54,4 \pm 6,9	75,4 \pm 4,1	73 \pm 5,5
JFND	91,2 \pm 3,6*	89,8 \pm 4,4*	55,2 \pm 7,4	52,2 \pm 8	73,6 \pm 4,7	71,2 \pm 6,7
	p<0,01		p<0,01		p<0,01	
MJJA	90,1 \pm 7,4*	88,1 \pm 9,5*	49,9 \pm 9,2	46,5 \pm 12	71,3 \pm 5,8	67,5 \pm 10,2
	p=0,06		p<0,01		p<0,01	
Anual	90,8 \pm 5,5	89,3 \pm 7	52,5 \pm 9,1	49,4 \pm 10,7	72,2 \pm 5,6	69,6 \pm 8,6
	p=0,07		p<0,01		p=0,02	

Tabela 2, continua

DPV (kPa)	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB
Jan/13	1,7±0,4	1,8±0,4	0,2±0,1	0,2±0,1	1,3±0,3	1,4±0,3
Fev/13	2±0,4	2,1±0,5	0,2±0,1	0,2±0,1	1,5±0,3	1,7±0,4
Mar/13	1,6±0,4	1,6±0,6	0,1±0,1	0,2±0,1	1,2±0,3	1,3±0,4
Abr/13	1,5±0,3	1,7±0,3	0,1±0	0,2±0	1,1±0,2	1,3±0,2
Mai/13	1,4±0,4	1,6±0,6	0,1±0,1	0,2±0,1	1,1±0,3	1,2±0,5
Jun/13	1,3±0,2	1,4±0,3	0,1±0	0,1±0,1	1±0,1	1,1±0,2
Jul/13	1,6±0,4	1,8±0,4	0,1±0,1	0,2±0,2	1,2±0,3	1,4±0,3
Ago/13	2,1±0,5	2,3±0,5	0,2±0,1	0,3±0,2	1,6±0,4	1,8±0,4
Set/13	2,2±0,7	2,2±0,7	0,2±0,1	0,2±0,2	1,7±0,5	1,7±0,5
Out/13	1,9±0,7	1,8±0,7	0,2±0,1	0,2±0,2	1,4±0,6	1,4±0,5
Nov/13	1,8±0,8	1,8±0,7	0,2±0,1	0,2±0,2	1,4±0,6	1,4±0,6
Dez/13	1,7±0,5	1,8±0,4	0,2±0,1	0,2±0,1	1,3±0,4	1,4±0,3
JFND	1,8±0,5	1,9±0,5*	0,2±0,1	0,2±0,1	1,4±0,4	1,5±0,4
	p=0,17		p=0,01		p=0,15	
MJJA	1,6±0,5	1,8±0,6*	0,1±0,1	0,2±0,2	1,2±0,4	1,3±0,5
	p<0,01		p=0,07		p<0,01	
Anual	1,7±0,6	1,8±0,6	0,2±0,1	0,2±0,1	1,3±0,4	1,4±0,5
	p=0,042		p=0,18		p=0,067	

Tabela 3 Valores médios mensais, anuais e sazonais (\pm desvio padrão; 28>n<31) de temperatura, umidade relativa e déficit de pressão de vapor observados em 2014 e início de 2015 nas áreas de estudo.

Temperatura (°C)	Máxima		Mínima		Média	
	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB
abr/14	29,8±2,9	28,4±2,8	14,7±3,1	15,6±3	20,3±2,5	20,4±2,5
mai/14	27,5±1,9	26,7±1,9	12±2,3	13,1±2	17,9±1,8	18,4±1,7
jun/14	26,9±1,9	26,1±2,2	11,7±1,2	13,1±1,5	17,4±1,4	18,2±1,7
jul/14	25,4±3,7	24,2±3,7	10,8±1,9	12±1,7	16,3±1,9	16,8±1,9
ago/14	29,7±1,9	28,6±2,5	10,9±2,2	12,5±2,4	18,4±2	19,1±2,3
set/14	31,4±3,7	29,5±3,5	12,4±3,1	14±2,7	20,4±2,4	20,6±2,4
out/14	33,5±4,5	30,4±4,1	13,5±3,4	15,1±3,4	22±3,6	21,7±3,7
nov/14	32,5±4,2	28,8±3,4	15,5±2,6	16,3±2,3	22,4±2	21,6±1,9
dez/14	33,9±2,8	29,3±2,4	16,5±1,6	17,5±1,4	23,5±1,7	22,4±1,5
jan/15	36,7±2,6	32,6±2,7	17,2±1	18,4±1,3	25,5±2,1	24,5±2,1
fev/15	31,9±3,5	28,7±2,7	17,1±0,9	17,8±1	23±1,9	22,2±1,5
mar/15	29,6±3,8	27,5±2,8	16,3±1,2	17±1,1	21,5±1,7	21,2±1,4
MJJA/14	27,4±1,8	26,4±1,9	11,4±0,6	12,7±0,5	17,5±0,9	18,1±0,9
	p=0,4		p<0,01		p=0,37	

Tabela 3, continua

Temperatura (°C)	Máxima		Mínima		Média	
	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB
ND/14- JF/15	33,8 ±2,1	29,8 ±1,8	16,6 ±0,7	17,5 ±0,8	23,6 ±1,3	22,7 ±1,2
	p=0,03		p=0,16		p=0,35	
ANUAL	30,7 ± 3,2	28,4 ±2,1	14,1 ±2,4	15,2 ±2,2	20,7 ±2,8	20,6 ±2,1
	p=0,049		p=0,9		p=0,2	
Umidade Relativa (%)	Máxima		Mínima		Média	
	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB
abr/14	95,±6,4	93,5 ±2,6	55,3± 10,3	54,7 ±10,8	80,5 ±1	79 ±7,4
mai/14	93,2 ± 2	90,3 ±3,9	50,2 ±8,2	48,9 ± 8,9	75,6 ±5,8	72,6 ±6,6
jun/14	94 ±1,5	90,2 ±4,2	51,5 ±6,4	49,8 ±7,6	77 ±4,6	72,8 ±6,9
jul/14	92,6 ±4,9	89,7 ±6,3	51,8 ±15,5	51,7 ±15,9	76 ± 9,3	±10,3
ago/14	86,3 ±8,9	81,3 ± 12,7	35 ±7,9	34,7 ±9,8	62,1 ±10,7	59,6 ±13 61,6
set/14	88 ±6,1	84,2 ±7,2	35,7 ±12,8	37,2 ±13,6	62,8 ±9,2	±10,2
out/14	84,7 ±10,6	81 ±12,4	34,8 ±14,7	37,4 ±14,2	60,8 ±13,6	60,1 ±14
nov/14	92,5 ± 4,4	90,5 ±5,5	48,8 ±15,8	53,4± 16,6	74,4 ±11,2	74,8 ±11,6
dez/14	94,1 ± 3,5	91,4 ±5	51,1 ±10,8	55,5 ±10,7	76,9 ± 8,5	76,6 ±8,4 66,9
jan/15	89,5 ±5,6	85,7 ±7,6	42,9 ± 8,8	44,8 ±9,4	67,8 ± 10 83,6 ±	±10,9
fev/15	95,9 ±1,1	92,7 ±3,2	63,5 ±9,7	61,1 ±9,6	5,7	80 ±6
mar/15	97 ±1,3	94,3 ± 2,7	73,7 ± 13	66 ±11,6	88,9 ±6,7	83,7 ±6,9
MJJA/14	91,5 ±3,5*	87,9 ±4,4*	47,1 ±8*	46,3 ±7,8*	72,7 ±7*	69,7 ±7,7*
	p=0,2		p=0,2		p=0,1	
ND/14 - JF/15	93 ±2,7*	90 ± 3*	51,6 ±8,7*	53,7 ±6,7*	75,7 ±6,5*	74,5 ±5,5*
	p=0,2		p=0,7		p=0,8	
ANUAL	91,9 ±3,9	88,7 ±4,5	49,5 ±11,6	49,6 ±9,7	73,9 ±8,8	71,8 ±8
	p=0,08		p=0,9		p=0,5	

Tabela 3, conclusão

DPV (kPa)	Máxima		Mínima		Média	
	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB	PEQRB	RBUB
			0,1 ±			
abr/14	1,9 ±0,6	1,8 ± 0,6	0,02	0,1 ± 0,05	0,6 ±0,2	0,6 ±0,2
mai/14	1,8 ±0,4	1,8 ±0,4	0,1 ±0,03	0,2 ±0,07	0,6 ±0,18	0,7 ±0,2
jun/14	1,7 ±0,3	1,7 ± 0,4	0,1 ±0,02	0,2 ±0,08	0,6 ±0,1	0,7 ±0,2
			0,1 ±			
jul/14	1,7 ± 0,6	1,6 ± 0,6	0,07	0,2 ± 0,1	0,6 ±0,2	0,6 ±0,2
ago/14	2,7 ± 0,5	2,6 ± 0,6	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,2	1 ±0,3	1,1 ± 0,4
set/14	3,1 ±0,9	2,7 ± 0,9	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	1,2 ± 0,3	1,1 ± 0,4
out/14	3,5 ± 1,3	2,9 ± 1,1	0,3 ±0,2	0,4 ± 0,3	1,4 ± 0,6	1,3 ± 0,6
			0,1 ±			
nov/14	2,7 ±1,1	2 ± 0,9	0,08	0,2 ± 0,1	0,9 ± 0,5	0,8 ± 0,4
			0,1 ±			
dez/14	2,6 ± 0,8	1,9 ± 0,6	0,06	0,2 ± 0,1	0,9 ± 0,4	0,8 ± 0,3
jan/15	3,5 ±0,9	2,8 ± 0,8	0,2 ± 0,1	0,3 ±0,1	1,4 ± 0,5	1,2 ± 0,5
fev/15	1,8 ±0,7	1,6 ± 0,5	0,1 ±0,02	0,2 ± 0,07	0,6 ±0,2	0,6 ± 0,2
			0,1 ±			
mar/15	1,1 ± 0,7	1,3 ± 0,6	0,02	0,1 ± 0,05	0,4 ± 0,2	0,5 ±0,2
MJJA/14	2 ± 0,4*	1,9 ± 0,4*	0,1 ±0,05*	0,2 ± 0,05*	0,7 ± 0,2*	0,7 ± 0,2*
	p=0,8		p=0,03		p=0,6	
ND/14- JF/15	2,7 ± 0,6*	2 ± 0,5*	0,1 ± 0,05*	0,2 ± 0,05*	1 ±0,3*	0,8 ± 0,2*
	p=0,2		p=0,03		p=0,6	
ANUAL	2,3 ± 0,7	2,05 ±0,5	0,1 ± 0,06	0,2 ± 0,08	0,9 ± 0,3	0,8 ± 0,2
	p= 0,3		p=0,01		p=0,8	



Figura 1- Indivíduo de porte alto de *Vochysia thyrsoidea* presente na área da Reserva Biológica Unilavras-Boqueirão (RBUB) após passagem do fogo em outubro de 2014.



Figura 2- Indivíduo de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* presente na área da Reserva Biológica Unilavras-Boqueirão (RBUB) após passagem do fogo em outubro de 2014.



Figura 3- Indivíduo de porte baixo de *Vochysia thyrsoidea* presente na área do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB) após a passagem de chuva de granizo em novembro de 2014

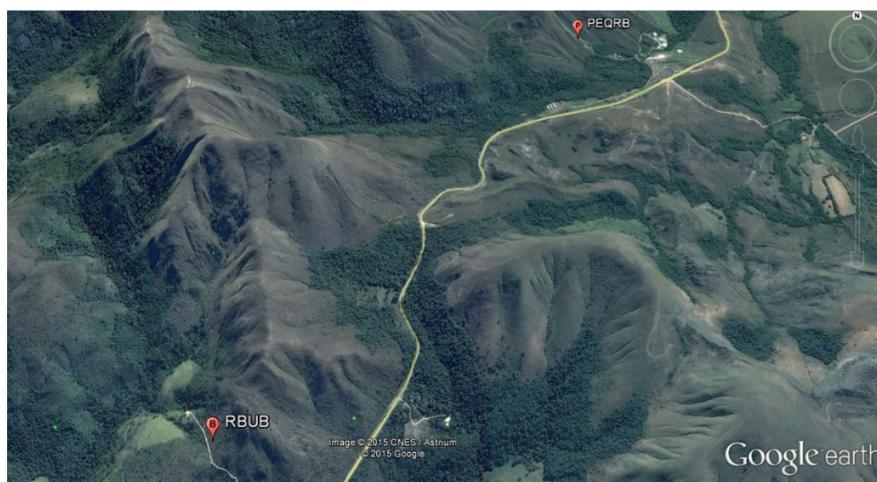


Figura 4- Localização das duas áreas de estudo, mostrando as faces leste do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB) e oeste da Reserva Biológica Unilavras Boqueirão (RBUB) onde se encontram distribuídas os indivíduos de *Vochysia thyrsoidea*.
Fonte: Google Earth.