

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

NAYARA CRISTINA DE MELO

**MORFOLOGIA DE FOLHAS DE *Psychotria vellosiana* (BENTH) SOB  
INFLUÊNCIA DE BORDA E MATRIZ EM FRAGMENTOS  
FLORESTAIS**

Alfenas-MG  
2012

**NAYARA CRISTINA DE MELO**

**MORFOLOGIA DE FOLHAS DE *Psychotria vellosiana* (BENTH) SOB  
INFLUÊNCIA DE BORDA E MATRIZ EM FRAGMENTOS  
FLORESTAIS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ecologia e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Polo

**Alfenas-MG**

**2012**

**NAYARA CRISTINA DE MELO**

**MORFOLOGIA DE FOLHAS DE *Psychotria vellosiana* (BENTH) SOB  
INFLUÊNCIA DE BORDA E MATRIZ EM FRAGMENTOS  
FLORESTAIS**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a  
Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Mestre em  
Ecologia e Tecnologia Ambiental pela  
Universidade Federal de Alfenas.

Aprovada em:

Profº.

Instituição:

\_\_\_\_\_

Assinatura

Profº.

Instituição:

\_\_\_\_\_

Assinatura

Profº.

Instituição:

\_\_\_\_\_

Assinatura

Dedico aos meus pais, Lucas Martins de Melo e Fátima Aparecida de Melo e aos meus irmãos, pelo apoio, incentivo e confiança.

## **AGRADECIMENTOS**

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

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Polo, pelo apoio, paciência, dedicação, ensinamentos e principalmente pela confiança e amizade.

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Beijo pela ajuda fundamental nas análises estatísticas.

A Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa concedida.

A Universidade Federal de Alfenas pela oportunidade e estrutura oferecidas.

Aos amigos, professores e técnicos do laboratório de Biotecnologia Ambiental e Genotoxicidade (Biogen) pela amizade e apoio.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho de campo Felipe Della Torre e Davi Zalder Miguel pela ajuda fundamental para a realização deste trabalho.

Aos amigos Rafael, Felipe, Arthur e Márcio pelas contribuições essenciais ao trabalho.

Ao corpo docente do programa de Pós-Graduação em Ecologia e Tecnologia Ambiental pelos conhecimentos transmitidos.

Aos proprietários dos fragmentos Usina Monte Alegre, Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália, pela permissão de realização dos estudos.

## RESUMO

Com o processo de fragmentação florestal surgem ambientes com características microclimáticas e ambientais distintas dentro do habitat. A borda, na maioria das vezes, apresenta altas temperaturas, menor umidade relativa do ar e do solo e ventos mais intensos quando comparada com o ambiente de interior do fragmento. Essas alterações podem provocar a redução ou até mesmo a extinção de espécies vegetais. Os remanescentes florestais são frequentemente cercados por diferentes tipos de uso de terra (matriz) que pode influenciar na qualidade e na intensidade do efeito de borda nos fragmentos. Os objetivos deste trabalho foram avaliar se (i) existiriam diferenças quanto ao microclima entre borda e interior dentro de cada fragmento; (ii) as características morfológicas e anatômicas de *Psychotria vellosiana* seriam influenciadas pelas condições microclimáticas dentro de cada fragmento; (iii) diferentes tipos de matrizes poderiam interferir de maneira distinta nas características anatômicas e morfologias de *P. vellosiana*. O estudo foi conduzido em três fragmentos florestais localizados no sul de Minas Gerais. Não houve diferenças em relação às condições microclimáticas entre borda e interior dentro de cada fragmento e entre os fragmentos. As folhas de *P. vellosiana* apresentaram a mesma área foliar e mesma razão clorofila a/b para borda e interior nos três fragmentos, não apresentando grande plasticidade anatômica para a maioria dos caracteres. Para verificar a influência de diferentes matrizes (pastagem e cana-de-açúcar) foram estudados dois destes fragmentos. Alguns dados anatômicos sugerem melhor adaptação de *P. vellosiana* no fragmento circundado por matriz de pasto.

**Palavras-chave:** Fragmentação florestal. Efeito de borda. Matriz. *Psychotria vellosiana*

## ABSTRACT

With the process of forest fragmentation appear environments with different environmental and microclimatic characteristics within the habitat. The edge, most of time, has high temperature, low relative humidity and soil and stronger winds compared with the environment of the forest interior. These changes may cause the reduction or even extinction of plant species. The remaining forests are often surrounded by different types of land use (matrix) that can influence the quality and intensity of edge effects in fragments. The objectives were to assess whether (i) there would be differences in the microclimate between edge and interior within each fragment, (ii) the morphological and anatomical *Psychotria vellosiana* be influenced by microclimatic conditions within each fragment, (iii) different types matrices could interfere differently in the anatomical characteristics and morphology of *P. vellosiana*. The study was conducted in three forest fragments located in southern Minas Gerais. There were no differences in relation to microclimatic conditions between edge and interior of edge fragment within and between the fragments. The leaves of *P. vellosiana* had the same leaf area and the same ratio of chlorophyll **a/b** to edge and interior in three fragments, not showing major anatomical plasticity for most characters. To check the influence of different matrices (pasture and sugar cane) were studied two of these fragments. Some anatomical data suggest a better adaptation of *P. vellosiana* in fragment surrounded by a matrix of pasture.

**Keywords:** Forest fragmentation. Edge effect. Matrix. *Psychotria vellosiana*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1 MATA ATLÂNTICA.....	11
2.2 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL .....	11
2.3 CONSEQUÊNCIAS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL .....	12
2.4 EFEITO BORDA.....	13
2.5 INFLUÊNCIA DO EFEITO DE BORDA NA ADAPTAÇÃO DAS PLANTAS .....	14
2.6 MATRIZES E SUAS INFLUÊNCIAS .....	16
2.7 RADIAÇÃO SOLAR E O CRESCIMENTO VEGETAL .....	17
2.8 ANATOMIA FOLIAR ECOLÓGICA.....	19
2.9 CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE <i>Psychotria vellosiana</i> BENTH – FAMÍLIA RUBIACEAE .....	19
<b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>21</b>
<b>4 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>
<b>Artigo 1 – Características morfoanatômicas de <i>Psychotria vellosiana</i> (Benth) em fragmentos de floresta estacional semidecidual.....</b>	<b>30</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
2.1 Área de estudo.....	34
2.2 Desenho amostral e coleta de dados .....	34
2.3 Análise das condições microclimáticas.....	35
2.4 Determinação de características morfológicas.....	35
2.6 Anatomia foliar .....	36
2.7 Análise estatística.....	36
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
3.1 Parâmetros abióticos .....	37
3.2 Parâmetros Bióticos .....	38
3.2.1 Fragmento Fazenda Usina Monte Alegre .....	38
3.2.2 Fragmento da Pousada do Porto .....	41
3.2.3 Fragmento da Fazenda Santa Amália .....	43
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>Artigo 2 - Influência de matriz e borda nas características morfoanatômicas de Psychotria vellosiana em fragmentos florestais .....</b>	<b>55</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>58</b>
2.1 Área de estudo.....	58
2.3 Análise das condições microclimáticas.....	59
2.4 Determinação de características morfológicas.....	59
2.6 Anatomia foliar .....	60
2.7 Análise estatística.....	60
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
3.1 Parâmetros Abióticos .....	61
3.2.2 Comparação das bordas entre os fragmentos .....	67
3.2.3 Comparação entre os interiores dos fragmentos.....	67
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido ao alto nível das perturbações antrópicas em ecossistemas naturais, a conservação da biodiversidade representa um dos maiores desafios deste final de século (VIANA; PINHEIRO, 1998). A fragmentação de habitats é uma das mais graves ameaças a biodiversidade, sendo um processo onde grande área de habitat contínuo é transformada em fragmentos pequenos e isolados (FAHRIG, 2003).

A justificativa para o aumento dos estudos sobre processos de fragmentação florestal é a constatação de que a maior parte da biodiversidade está presente em pequenos fragmentos florestais, que são pouco estudados e marginalizados pelas iniciativas conservacionistas (MULLER; BATAGHIN; SANTOS, 2010).

Muitos estudos relacionados com o problema da fragmentação mostram que as bordas das florestas possuem tipicamente diferentes composições de espécies e estrutura de comunidade quando comparadas com o interior das florestas, sendo esse fenômeno conhecido como efeito de borda (GODEFROID; KOEDAM, 2003). Considerado por Greggio; Pissara e Rodrigues (2009) uma das principais consequências do processo de fragmentação.

Os efeitos de borda podem ser bastante diversos incluindo alterações abióticas, na abundância das espécies e em processos ecológicos. A distância na qual os efeitos avançam em direção ao interior também podem ser bastante variáveis (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009).

Em relação ao interior do fragmento, a borda pode apresentar mudanças microclimáticas como, por exemplo, maior temperatura, maior radiação e intensidade de ventos e menor umidade relativa do ar e do solo (MURCIA, 1995; TABARELLI; PINTO; LEAL, 1999; RIBEIRO; RAMOS; SANTOS, 2009).

A penetração e intensidade dos efeitos microclimáticos normalmente variam da borda em direção ao interior e conforme as características ambientais no entorno do fragmento (HARPER, 2005). Entre as alterações ambientais com efeitos mais óbvios sobre a comunidade arbórea está o aumento da radiação nas bordas e proximidades (MURCIA, 1995). O sub-bosque torna-se mais exposto, com a radiação solar alcançando o solo no período da manhã e no final da tarde. Esta mudança climática afeta a flora e a fauna do fragmento (BARROS, 2006).

O estudo da luminosidade torna-se importante para avaliar as respostas das espécies em programas de revegetação, pois a disponibilidade de luz é um dos fatores críticos para o crescimento (GAJEGO et al., 2001).

De acordo com Castro, Pereira e Paiva (2009) a folha é um dos órgãos mais plásticos em resposta a fatores ambientais, promovendo modificações nas características estruturais como: densidade estomática, índice estomático, tamanho dos estômatos, além de apresentar diferenças na espessura da epiderme, cutícula, parênquima paliçádico e esponjoso e alterações nos tecidos vasculares.

Na família Rubiaceae a maioria das espécies são árvores de pequeno porte ou arbustos muito frequentes no sub-bosque. Podem ser facilmente reconhecidas pelas folhas normalmente opostas com presença de estípulas interpeciolares. As flores atraem um grande número de polinizadores para a família, sendo que a polinização pelo vento não ocorre no Neotrópico. Os frutos são normalmente dispersos por pássaros, morcegos e pequenos mamíferos (TAYLOR; CAMPOS; ZAPPI, 2007).

De acordo com Hamilton (1989) o gênero *Psychotria* é o maior gênero da família Rubiaceae e contém principalmente arbustos, ocorrendo em locais sombreados (VALLADARES et al., 2000; MORAES et al., 2011). De acordo com Araújo e Cardoso (2006) *Psychotria vellosiana* Benth é uma planta arbustiva, com cerca de 2,5 a 4m de altura.

O presente estudo teve como objetivos verificar as condições microclimáticas a partir da margem em direção ao interior de três fragmentos florestais correlacionando esses dados com características morfológicas e anatômicas de folhas de indivíduos de *Psychotria vellosiana*; analisar a existência da influência de diferentes tipos de matrizes nas características morfológicas e anatômicas dessa espécie. Essa dissertação foi dividida em capítulos, cujos objetivos específicos se encontram nos respectivos capítulos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MATA ATLÂNTICA

A Floresta Atlântica da costa brasileira é um dos biomas mais ricos em diversidade biológica, mas também um dos mais ameaçados do planeta, considerado um dos cinco mais importantes *hotspots* de biodiversidade, levando-se em conta nível de ameaça, taxa de endemismo e diversidade da fauna e da flora (MYERS et al., 2000).

De acordo com Varjabedian (2010), a Mata Atlântica é considerada um dos maiores repositórios de biodiversidade do mundo com recorde de plantas lenhosas (angiospermas) por hectare (sul da Bahia contribui com cerca de 450 espécies), e aproximadamente 20 mil espécies vegetais, sendo oito mil endêmicas, além de outros grupos vegetais apresentarem um elevado número de espécies e endemismo. Dados do Ministério do Meio Ambiente indicam que em conjunto, os mamíferos, aves, répteis e anfíbios, que ocorrem na Mata Atlântica, somam 1810 espécies, das quais 389 são endêmicas. Isso significa que este bioma abriga, aproximadamente 7% das espécies conhecidas no mundo nesses grupos de vertebrados.

Segundo Metzger (2009), é a segunda maior floresta tropical existente na América do Sul, mas sua cobertura florestal tem sido extremamente reduzida para menos de 16% de sua extensão original, sendo a maior parte distribuída em manchas menores que 50 ha (RIBEIRO et al., 2009). Originalmente cobria uma área de aproximadamente de 1,1 milhão de km<sup>2</sup> cerca de 12% do território brasileiro, estendendo-se por 3.300km ao longo da costa leste (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000).

Ao longo da história, o desmatamento da Mata Atlântica foi vinculado com os principais ciclos econômicos no Brasil, primeiramente com a exploração do pau-brasil, *Caesalpinia echinata* no século 16, seguido pela expansão da cana-de-açúcar no século 18 e conversões de áreas para pastagens e plantações de café nos séculos 19 e 20 (TEXEIRA, et al., 2009). Hoje, principalmente devido à construção de rodovias, caça predatória, exploração de espécies arbóreas, desmatamento e ao aumento da população urbana, a Mata Atlântica tornou-se uma paisagem fragmentada e dominada por florestas secundárias reduzindo a quantidade de habitats para as espécies florestais (DEAN, 2002; TEXEIRA et al., 2009).

### 2.2 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

A fragmentação pode ser entendida como uma modificação da estrutura da paisagem ocorrendo perda de habitat nativo, formação de fragmentos isolados e aumento das áreas de contato, conhecidas como bordas dos fragmentos, entre ambientes nativos e áreas de uso antrópico (METZGER, 2000).

Um fragmento florestal pode ser caracterizado como qualquer área de vegetação natural contínua que pode tanto ser interrompida por barreiras naturais como lagos, tipos de solo, formações vegetais e rochosas ou barreiras provocadas pela ação do homem como estradas, hidrelétricas, culturas agrícolas, pecuária, ocupações rurais, ou urbanas (VIANA, 1990; BARROS, 2006).

O estudo do processo de fragmentação florestal tem como base a Teoria da Biogeografia de Ilhas de Mac Arthur e Wilson (1967). Esta teoria sugere o número de espécies que uma ilha de determinado tamanho pode suportar, sendo um balanço entre as taxas de extinção e imigração. Esta teoria permeia estratégias conservacionistas devido à analogia dos habitats fragmentados com as ilhas oceânicas, sugerindo o número de espécies que um determinado fragmento pode manter (GASCON; LAURENCE; LOVEJOY, 2001).

De acordo com Gimenes e Anjos (2003) essa similaridade entre ilhas e fragmentos florestais circundados por uma área modificada pela ação do homem, incentivou pesquisas posteriores para explicar a riqueza de espécies em fragmentos florestais através dos princípios da teoria da biogeografia de ilhas.

A fragmentação no sudeste brasileiro atingiu estágio avançado e a preservação de suas áreas florestais remanescentes representa um dos grandes problemas de conservação (CÂMARA 1983; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2002; RAMBALDI; OLIVEIRA 2003; TABARELLI et al., 2005).

De acordo com Machado et al. (2008), os fragmentos florestais, sendo somente retalhos da floresta primordial, acabam sendo amostras com pouca representatividade do sistema complexo que compõe um habitat original, devido às modificações que ocorrem com a fragmentação. Ainda, segundo os autores, avaliar a diversidade biológica dos fragmentos pode permitir uma previsão, a longo prazo, de perdas e conservação de espécies.

### 2.3 CONSEQUÊNCIAS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

De acordo com Viana (1990) dentre as consequências mais relevantes do processo de fragmentação podem ser destacadas a redução da diversidade biótica local, alteração do regime hidrológico de bacias hidrográficas, degradação ambiental, alterações climáticas e diminuição da qualidade de vida das populações.

Novos fatores na história evolutiva de populações naturais de espécies de plantas e animais são introduzidos com o processo de fragmentação de habitats. Essas alterações atingem de formas diversas as taxas de mortalidade e natalidade das espécies, e consequentemente a dinâmica e estrutura dos ecossistemas (VIANA; PINHEIRO, 1998).

Segundo Young e Boyle (2000), existem três efeitos principais do processo de fragmentação sobre as espécies: redução do tamanho médio da população, do número total de indivíduos e o isolamento espacial de populações remanescentes.

Quando populações de tamanho pequeno ficam isoladas por várias gerações devido ao processo de fragmentação das florestas, pode ocorrer aumento da endogamia, da deriva genética e da divergência genética entre as populações. Esses processos levam à redução da diversidade genética, podendo prejudicar a adaptação de populações remanescentes e levar à extinção de espécies (ENGLAND et al., 2002).

A ruptura de uma vegetação natural contínua para a criação de áreas agrícolas é relatada como uma das principais causas do processo de fragmentação. Como consequência, ocorre formação de bordas, o que leva as espécies a experimentarem condições ambientais diferentes das encontradas no interior da floresta, como: maior radiação, altas temperaturas, aumento da intensidade dos ventos e diminuição da umidade relativa do ar e do solo (HOLANDA et al., 2010). As bordas são caracterizadas como regiões de contato entre o que restou da vegetação natural e a região ocupada (matriz antrópica) (PRIMAK; RODRIGUES, 2001; LIMA-RIBEIRO, 2008).

A borda é a área onde ocorre a maior parte dos processos físicos e biológicos relacionados ao processo de fragmentação florestal. Dentre as consequências negativas desse processo está o aumento de plantas invasoras, que prejudica o estabelecimento de outras espécies e que possui elevada importância para a manutenção do fragmento (GREGGIO; PISSARA; RODRIGUES, 2009).

Uma borda recém-criada pode ser estruturalmente homogênea. Ao longo do tempo irão ocorrer modificações, que podem resultar numa comunidade mais heterogênea nesse limite (RODRIGUES; NASCIMENTO, 2006). As várias modificações que ocorrem nessa região mais externa dos fragmentos florestais, causadas pelo contato com a matriz, são conhecidas como efeito de borda (MURCIA, 1995; PRIMAK; RODRIGUES, 2001).

## 2.4 EFEITO BORDA

Os efeitos de borda podem ser divididos em: abióticos, biológicos diretos e indiretos. Os efeitos abióticos envolvem mudanças nos fatores climáticos ambientais, que resultam da proximidade da matriz que é estruturalmente diferente como a umidade, a radiação solar e o vento (MURCIA, 1995; RODRIGUES, 1993; HOLANDA et al., 2010). Consequentemente, irá haver aumento da evapotranspiração, que influenciará na queda de indivíduos de porte maior (HOLANDA et al., 2010). Fontoura, Ganade e Larocca (2006) observaram, num estudo

realizado nas proximidades de uma borda entre floresta com araucária e pastagem no sul do Brasil, que a ação de fortes ventos esporádicos causaram grande dano à vegetação e alta mortalidade de árvores na borda. Além disso, houve uma diminuição nas taxas de germinação, de riqueza e abundância de espécies.

Os efeitos biológicos diretos envolvem mudanças na abundância e na distribuição de espécies provocadas pelos fatores abióticos nas proximidades das bordas, como por exemplo, o aumento da densidade de plantas devido ao aumento da radiação solar (MURCIA, 1995). Os indiretos estão relacionados com as mudanças na interação entre as espécies, como predação, parasitismo, herbivoria, competição, dispersão de sementes e polinização (MURCIA, 1995).

## 2.5 INFLUÊNCIA DO EFEITO DE BORDA NA ADAPTAÇÃO DAS PLANTAS

Logo após a fragmentação, as bordas tendem a ser estruturalmente mais abertas e, portanto, mais permeáveis a fluxos de calor, luz e vento (GASCON; WILLIAMSON; FONSECA, 2000). Com o passar do tempo, elas tornam-se mais fechadas pela proliferação de árvores colonizadoras e lianas, que têm influência na mudança do microclima (DIDHAM; LAWTON, 1999), e na estrutura e dinâmica da vegetação (MURCIA, 1995).

Como as espécies vegetais estão adaptadas a determinadas condições de temperatura, luminosidade e umidade, muitas destas espécies poderão ser eliminadas com essas alterações. A perda de habitat pode excluir imediatamente determinadas espécies se estas forem raras ou estiverem distribuídas em manchas (FERRAZ, 2011).

Um estudo realizado num fragmento da floresta Jaguarão em Rio Formoso (PE), avaliou o efeito de borda em comunidades de samambaias. Durante o estudo, os efeitos foram observados com uma influência negativa sobre a diversidade, riqueza e abundância das espécies, a borda da floresta mostrou uma perda de espécies quando comparada com o interior. O interior do fragmento proporcionou melhores condições para o desenvolvimento de flora de samambaias, oferecendo maior disponibilidade de água, sombreamento e diversidade de microhabitats (SILVA; PEREIRA; BARROS, 2011).

Nas proximidades da borda a radiação solar tende a ser mais intensa devido ao menor sombreamento. Na maioria das vezes, o sub-bosque torna-se mais exposto, com a radiação solar alcançando o solo no período da manhã e no final da tarde. Esta mudança climática afeta a flora e a fauna do fragmento (BARROS, 2006).

Alguns táxons vegetais podem, no entanto, serem favorecidos pela maior incidência de radiação, apresentando aumento nas taxas de crescimento e de recrutamento de plântulas e

árvores, principalmente pioneiras (SIZER; TANNER, 1999; LAURANCE et al., 1998; TABARELLI; PINTO; LEAL, 2009). Enquanto outros grupos como, por exemplo, árvores de grande porte, árvores polinizadas por vertebrados, as que possuem flor, fruto e sementes maiores e principalmente as sensíveis à alta radiação entram em declínio (TABARELLI; PINTO; LEAL, 2009).

Este aumento da incidência de luz estimula a germinação de sementes fotossensíveis, presentes no banco de sementes, alterando os padrões de recrutamento das plântulas, afetando todo o piso florestal (BARROS, 2006).

A competição com cipós e espécies tolerantes a solos pobres aumenta as taxa de mortalidade das árvores jovens, ao mesmo tempo em que as árvores adultas ficam mais vulneráveis à borda e caem, principalmente devido às mudanças microclimáticas e aumento dos ventos (MURCIA, 1995; TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004). Era de se esperar que houvesse menos árvores nas bordas do que no interior. Porém, não é o que ocorre, em função das altas taxas de recrutamento sustentadas pela alta regeneração das espécies da borda. Ocorrendo uma substituição de espécies tolerantes à sombra por espécies pioneiras levando assim, a uma modificação na composição das espécies (DISLICH, 2002).

Um grupo de pesquisadores, Oliveira-Filho et al. (2007) estudou a dinâmica de comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal. Os autores concluíram que houve maior rotatividade na borda do que no interior da floresta, provavelmente devido à maior abundância de luz na borda, mas também porque populações de espécies pioneiras e exigentes de luz, de rápido crescimento, são mais abundantes na borda.

Plantas de sub-bosque crescem em ambientes de floresta caracterizados por baixas temperaturas do ar e do solo, alta umidade relativa e baixa disponibilidade de luz, características que são dramaticamente alteradas em fragmentos de florestas tropicais (BRUNA et al., 2002).

Embora as bordas dos fragmentos florestais ofereçam um ambiente inóspito para a maioria das espécies, essas áreas não devem ser vistas como locais adversos ao estabelecimento e desenvolvimento das espécies florestais. Devido ao fato de que os efeitos de borda não devem ocorrer exatamente da mesma forma em todas as bordas e as espécies florestais nem sempre respondem da mesma maneira a esses efeitos, devendo-se levar em conta suas características e as alterações ambientais ocorridas (PACIENCIA; PRADO, 2004; LOWE et al., 2005; GUIDUGLI, 2011).

## 2.6 MATRIZES E SUAS INFLUÊNCIAS

A severidade dos efeitos de borda descritos anteriormente depende muito da “matriz”, ou seja, o tipo de vegetação que cerca os fragmentos florestais (TONHASCA, 2005). As manchas de habitats são frequentemente cercadas por um complexo mosaico de tipos de cobertura e uso de terras, que podem diferir quanto à resistência ao movimento de indivíduos entre as manchas e, portanto, influenciar as taxas de extinção regional (RICKETTIS, 2001; PERFECTO; VANDERMEER, 2002).

As qualidades ecológicas da matriz podem influenciar as taxas de migração entre os fragmentos, a movimentação de pólen e a qualidade e extensão do efeito borda dentro dos fragmentos florestais. Conseqüentemente, a dinâmica nos fragmentos irá variar em função dos tipos de matrizes que circundam os fragmentos (JULES; SHAHANI, 2003). As características da matriz também afetam a sobrevivência de populações, com as variações na frequência e na intensidade de intervenções humanas como caça, extração e fogo (LAURANCE; COCHRANE, 2001; TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004).

A maior parte de habitats convertidos em matriz está sempre mudando, seja por influências naturais ou antrópicas. Pode-se tornar complicada a inclusão da qualidade da matriz em estudos de fragmentação florestal, pois as matrizes são dinâmicas e não estáticas, com diversas rotações de culturas e colheitas, sendo assim, a influência da matriz nos processos dentro dos fragmentos pode variar temporalmente (JULES; SHAHANI, 2003).

Prevedello e Vieira (2010) fizeram uma revisão quantitativa de estudos feitos entre 1995 e 2008 que compararam os efeitos de diferentes tipos de matrizes sobre indivíduos, populações e comunidades. Segundo esses autores na maioria dos estudos, o tipo de matriz teve influência sobre a biodiversidade, mas esses efeitos foram menores quando comparados ao tamanho das manchas de habitat e seu isolamento.

O efeito do tipo de matriz tem sempre um componente espécie-específico, mas existe sempre um padrão de que quanto maior for a similaridade estrutural entre matriz e mancha de habitat maior será a qualidade da matriz do ponto de vista de conectividade funcional (PREVEDELLO; VIEIRA, 2010). De acordo com Laurance et al. (2002) os efeitos da fragmentação são geralmente reduzidos quando a matriz tem uma estrutura semelhante à floresta, uma vez que muitas espécies florestais são capazes de utilizar a matriz como corredor ou até mesmo como um habitat alternativo.

As plantas são um grupo de grande importância para estudos em ecologia, entretanto, pouco investigado no que se refere aos efeitos dos tipos de matrizes. Uma das razões para isso se deve a sua frequente distribuição ao longo de gradientes ambientais, o que torna sua

resposta mais complexa em relação às respostas de grupos de animais. (MURPHY; LOVETT-DOUST, 2004)

## 2.7 RADIAÇÃO SOLAR E O CRESCIMENTO VEGETAL

Um fluxo de energia proveniente do sol mantém a vida na Terra. Através do processo fotossintético, a energia radiante é convertida em energia química, utilizada por toda a cadeia alimentar para realizar os processos vitais (LARCHER, 2000).

A radiação solar fornece energia para a fotossíntese que regula o desenvolvimento vegetal por meio de receptores de luz, sensíveis a diferentes intensidades luminosas. As modificações dessa radiação podem proporcionar diferentes respostas fisiológicas nas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

O crescimento das plantas pode ser refletido pela habilidade de adaptação das espécies às condições de radiação em que estão se desenvolvendo. Geralmente as características de crescimento são utilizadas para inferir o grau de tolerância ou de intolerância das espécies à baixa disponibilidade de luz (SCALON et al., 2002).

O estudo da radiação torna-se importante para avaliar as respostas das espécies em programas de revegetação, pois a intensidade de luz é um dos fatores críticos para o crescimento (GAJEGO et al., 2001).

A fotossíntese é a fonte primária de carboidratos que serão utilizados para o crescimento e manutenção das plantas, e sua redução pode diminuir o crescimento, desenvolvimento e as reservas de carboidratos presentes nos vários órgãos das plantas (RIBEIRO; MACHADO, 2007).

Segundo Larcher (2000), a capacidade fotossintética é uma característica específica de cada espécie, sendo que as trocas gasosas mudam durante o ciclo do desenvolvimento e dependem do curso diário e anual das flutuações ambientais em torno do vegetal.

Alta intensidade luminosa, associada a altas temperaturas, podem ser fatores limitantes para muitas espécies. Pode-se supor, que as espécies com taxas de fotossíntese elevada e capacidade de dissipação térmica são as dominantes nos estágios iniciais de sucessão da floresta (SOUZA et al., 2004). Gajego et al., (2001) constataram que diferentes espécies heliófitas podem apresentar maior desenvolvimento em condições de alta luminosidade, com maior produção de matéria seca, enquanto outras desenvolvem-se melhor em condições de baixa luminosidade.

A fotossíntese pode ser limitada de acordo com a quantidade de radiação e CO<sub>2</sub> presente no ambiente de crescimento. Plantas que se desenvolvem à sombra investem em

complexos coletores de luz e plantas desenvolvidas ao sol, em proteínas do ciclo de Calvin e do transporte de elétrons (LAISK et al., 2005).

A luz também pode influenciar outros processos fisiológicos, quantitativamente ou qualitativamente. Ambientes sombreados ou a pleno sol podem inibir a fotossíntese, porque há pouca ou muita radiação disponível (ZHANG; KEPING; LINGZHI, 2003; LARCHER, 2000).

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) pode ser entendida como a radiação utilizada para a fotossíntese das plantas e que se encontra dentro de uma faixa espectral de 400-700nm (PAIVA; OLIVEIRA, 2006). De acordo com Frisina (2002), medições de RFA podem ser feitas diretamente por meio de sensores quânticos que medem a radiação solar na faixa espectral do visível ou por espectroradiômetros que medem as distintas faixas espectrais da Radiação Global (R<sub>g</sub>).

O termo "Radiação Fotossinteticamente Ativa" engloba o conceito de fótons fotossintéticos e o de energia. Para fins fisiológicos, as unidades de RFA são expressas em termos de densidade de fluxo de fótons fotossintéticos expressa em  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (ALADOS; ALADOS-ARBOLEDAS 1999; NETO et al., 2008). Segundo Almeida et al. (2005), estudos mostram a plasticidade fisiológica de espécies vegetais em relação à radiação fotossinteticamente ativa disponível através de avaliações do crescimento inicial em relação a diferentes níveis de sombreamento.

A adaptação das plantas ao ambiente de luz depende do ajuste de seu aparelho fotossintético. O crescimento do vegetal pode estar relacionado com a habilidade de adaptação das plântulas e com as condições de intensidade luminosa (FANTI; PEREZ, 2003).

Clorofila e carotenóides são os principais fatores relacionados à eficiência fotossintética, ao crescimento e à adaptabilidade dos vegetais aos mais variados ambientes (FERRAZ; SILVA, 2001). Folhas adaptadas à sombra possuem menor relação clorofila a/b do que as adaptadas ao sol (TAIZ; ZEIGER, 2002).

Alvarenga et al. (2003), estudando quatro níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) em mudas de *Croton urucurana* observaram que as mudas submetidas à 70% de sombreamento obtiveram entre outras características, maior área foliar, aumento na concentração de clorofila e queda na atividade fotossintética.

A síntese e a degradação das clorofilas estão sob o efeito direto da intensidade de luz, havendo decomposição maior sob radiação mais alta e maior equilíbrio, em baixa intensidade de radiação (ENGEL; POGGIANI, 1991, apud PINTO et al., 2007).

## 2.8 ANATOMIA FOLIAR ECOLÓGICA

De acordo com Dickson (2000), a folha é o órgão que mais sofre modificações anatômicas em relação às variações luminosas de um determinado ambiente. Indivíduos de grupos taxonômicos próximos que crescem em condições ambientais diferentes podem apresentar diferenças principalmente em relação à anatomia foliar (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009). Os fatores ambientais podem promover alterações nas características estruturais da folha como: densidade estomática, índice estomático, tamanho dos estômatos, além de apresentar diferenças na espessura da epiderme, cutícula, parênquima paliçádico e esponjoso e alterações nos tecidos vasculares (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

A diminuição do diâmetro polar dos estômatos é importante na regulação de trocas gasosas, folhas com estômatos menores apresentam maior eficiência no uso da água devido ao menor tamanho dos poros estomáticos e conseqüentemente menor perda de água por transpiração (MELO et al., 2007). A intensidade de luz e o estado de hidratação da folha determinam a abertura e fechamento dos estômatos. A produtividade do vegetal é influenciada pelo funcionamento dos estômatos, que controla a absorção de CO<sub>2</sub> e pela área foliar, que determina a interceptação da luz (COSTA; MARENCO, 2007).

Em muitas espécies, folhas que crescem sob altas intensidades luminosas (folhas de sol) geralmente são menores e mais espessas do que as folhas que se desenvolvem em ambientes de menor intensidade luminosa (folhas de sombra). Folhas de sol apresentam maior desenvolvimento do parênquima paliçádico, sistema vascular mais desenvolvido e as paredes das células epidérmicas mais espessas (RAVEN, 2007).

Para a compreensão da plasticidade de adaptação de determinada espécie submetida às condições ambientais diferentes, o estudo da anatomia foliar torna-se importante por estas adaptações estarem relacionadas com os processos de trocas gasosas, assimilação de CO<sub>2</sub> e outras características ligadas ao crescimento da planta (LIMA JR et al., 2006).

## 2.9 CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE *Psychotria vellosiana* BENTH – FAMÍLIA RUBIACEAE

A família Rubiaceae compreende cerca de 9.000 espécies distribuídas pelo mundo, sendo mais representada em regiões tropicais, onde já foram registradas aproximadamente 5.000 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005). É a família com o maior número de gêneros heterostílicos dentre as Angiospermas (BARRETT, 1992; SOUZA; LORENZI, 2005). No Brasil ocorrem cerca de 2.000 espécies de Rubiaceae distribuídas em 120 gêneros, sendo considerada uma das principais famílias da flora brasileira (SOUZA; LORENZI, 2005).

apresentando grande ocorrência na Mata Atlântica (BARROSO et al., 1991 apud PEREIRA; CARVALHO-OKANO; GARCIA, 2006).

A maioria das espécies de Rubiaceae são árvores de pequeno porte ou arbustos. Apresentam folhas geralmente opostas cruzadas e estípulas interpeciolares. A grande variação nas formas, tamanhos e cores das flores atrai um grande número de polinizadores. Os frutos carnosos também variam nas cores e tamanhos, podendo ser dispersos por pássaros, morcegos ou ainda por pequenos mamíferos (TAYLOR; CAMPOS; ZAPPI, 2007).

Espécies do gênero *Psychotria* ocorrem no interior de matas fazendo parte do estrato inferior da floresta, ocorrendo em locais sombreados, com preferência por solos úmidos (MORAES et al., 2011). *Psychotria vellosiana* Benth. (Rubiaceae) é uma planta arbustiva, de 2,5 a 4 m de altura distribuída no Brasil oriental, ocorrendo em florestas ombrófila, floresta tropical úmida e cerrado denso (cerradão) (ARAÚJO; CARDOSO, 2006). Existem controvérsias quanto ao estágio sucessional a que pertence à espécie *P. vellosiana*. Segundo Carvalho; Fontes; Oliveira-Filho (2000) trata-se de uma espécie secundária tardia, apresentando baixo porte e não alcançando o dossel da floresta. Ainda segundo este mesmo autor numa floresta no sudeste do Brasil, a distribuição de *P. vellosiana* apresentou forte correlação com maiores aberturas do dossel, o que foi justificado pela sua maior demanda por luz. De outra forma, Carvalho; Nascimento Braga (2007) classificaram a espécie *P. vellosiana* como secundária inicial.

### **3 JUSTIFICATIVA**

As possíveis causas nas diferenças morfológicas e estruturas anatômicas existentes entre indivíduos da mesma espécie presentes na borda e no interior de fragmentos florestais, circundados por matrizes distintas, podem ser esclarecidas pelo estudo de suas condições microclimáticas, ambientais e fisiológicas.

*Psychotria vellosiana* é uma espécie de sub-bosque, sendo um modelo ideal para investigações experimentais das consequências da fragmentação para o crescimento do indivíduo. A manutenção da vegetação nativa depende dentre outros fatores, do conhecimento das respostas de crescimento e desenvolvimento das espécies presentes na borda e no interior dos fragmentos florestais.

#### 4 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo geral foi verificar as condições microclimáticas da borda em direção ao interior de três fragmentos florestais que poderiam afetar o crescimento e estabelecimento de indivíduos de *Psychotria vellosiana* Benth.

Os objetivos específicos foram avaliar, em escala local, se existem diferenças (i) quanto ao microclima (temperatura, umidade, abertura de dossel e radiação solar) entre borda e interior dentro de cada fragmento; (ii) analisar possíveis diferenças na morfoanatomia de folhas de *P. vellosiana* vegetando em ambientes de borda e interior de cada fragmento, relacionando com as condições microclimáticas; (iii) verificar possível efeito de matrizes distintas (pastagem e cana-de-açúcar) na morfoanatomia de *P. vellosiana*.

De acordo com Murcia (1995) em estudos de processos de fragmentação florestal é esperado que haja uma diferença nas condições microclimáticas da borda em relação ao interior do fragmento. Essas possíveis alterações podem influenciar nas características foliares de espécies que vegetam nos fragmentos, a fim de se adaptarem às condições impostas pelo ambiente.

O tipo de vegetação (matriz) que cerca os fragmentos florestais pode interferir de maneiras distintas na qualidade e na extensão dos efeitos de borda dentro dos fragmentos, podendo interferir no crescimento e desenvolvimento de espécies presentes no fragmento florestal (JULES; SHAHANI, 2003).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALADOS, I.; ALADOS-ARBOLEDAS, L. Direct and diffuse photosynthetically active radiation: measurements and modeling. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 93, p. 27-38, 1999.
- ALMEIDA, S. M. Z. et al. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.
- 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**, v. 27, n. 1, p. 53-57, 2003.
- ARAÚJO, C. G.; CARDOSO, V. J. M. Storage in cerrado soil and germination of *Psychotria vellosiana* (Rubiaceae) seeds. **Braz. J. Biol.**, 66(2B): p. 709-717, 2006.
- ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.
- BARRETT, S. C. H. **Evolution and function of heterostyly. Monographs on theoretical and applied genetics**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. p. 1-24.
- BARROS, F. A. **Efeito de borda em fragmentos florestais de floresta Montana, Nova Friburgo/ RJ**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2006.
- BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 1991. 326 p.v.3.
- BRASIL.Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. 2000. Disponível em:< <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/Sumario.pdf>> Acesso em: 28 mar. 2012.
- BRUNA, E. M. et al. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in a fragmented Amazonian landscape. **Journal of Ecology**, v. 90, p. 639–649, 2002.
- CÂMARA, I. G. Tropical moist forest conservation in Brazil. In: SUTTON, S. L; WHITMORE, T. C.; CHADWICK, A. C. (Ed.). **Tropical Rain Forest: ecology and management**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1983. p. 413-421.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica Submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, n. 31, v. 004, p. 717-730, 2007.

CARVALHO, L. M. T.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Tree species distribution in canopy gaps and mature forest in an area of cloud Forest of the Ibitipoca Range, south-eastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 149, p. 9-22, 2000.

CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234p.

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

DEAN, W. **A Ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras:, 2002. 484p.

DICKSON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Horcant Academy Press, 2000. 533 p.

DIDHAM, R. K.; LAWTON, J. H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 17-30, 1999.

DISLICH, R. **Análise da vegetação arbórea e conservação na Reserva Florestal da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”**, São Paulo, SP. 2002. 251 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e no espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, p. 39-45, 1991.

ENGLAND, P. R. et al. Microsatellite diversity and genetic structure of fragmented populations of the rare, fire-dependent shrub *Grevillea macleayana*. **Molecular Ecology**, v. 11, n. 6, p. 967-977, 2002.

FAHRIG, L. Effects of fragmentations on biodiversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenantha pavonina* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 49-56, 2003.

FERRAZ, A. C. P. Efeitos de borda em florestas tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dípteros ciclórrafos. **Oecologia Australis**, v.15, n.2, p.189-198, 2011.

FERRAZ, K. K. F.; SILVA, D. M. Avaliação ecofisiológica do crescimento inicial de espécies florestais usadas na recuperação de áreas degradadas: II. *Calliandracalothyrsus* Meisn. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBFV, 2001. CD-ROM.

FONTOURA, S. B.; GANADE, G.; LAROCCA, J. Changes in plant community diversity and composition across an edge between Araucaria forest and pasture in South Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.1, p.79-91, 2006.

FRISINA, V. A. **Modelagem das radiações global, difusa e fotossinteticamente ativa em ambiente protegido e suas relações com o crescimento e produtividade da cultura de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Botucatu. 2002. 177 f. Tese Doutorado. UNESP, Botucatu. 2002.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período, São Paulo, 1995-2000**. 2002.

GAJEGO, E. B. et al. Crescimento de plantas jovens de *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* em diferentes condições de sombreamento. In: Congresso Nacional de Fisiologia, 8. 2001, **Anais...** Ilhéus-BA. CD-ROM.

GASCON, C.; LAURENCE, W. F. LOVEJOY, T. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazonia Central. In: GARAY I.; DIAS, B. (Org). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Vozes, 2001, p. 29-42.

GASCON, C.; WILLIAMSON, G. B.; FONSECA, G. A. B. Receding edges and vanishing reserves. **Science**, Washington, v. 288, p. 1356-1358, 2000.

GIMENES, M. A.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.

GODEFROID, S.; KOEDAM, N. Distribution pattern of the flora in a peri-urban forest: an effect of the city-forest ecotone. **Landscape and Urban Planning**. v. 65, p. 169-185, 2003.

GREGGIO, T.C; PISSARA, T. C. T; RODRIGUES, F. M. Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 1, p. 117-124, 2009.

GUIDUGLI, M. C. **Estudos genéticos da espécie florestal *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze: diversidade, sistema de cruzamento e fluxo gênico contemporâneo**. 2011. 170 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, São Paulo, 2011.

HAMILTON, C. W. A revision of Mesoamerican *Psychotria* subg. *Psychotria* (Rubiaceae). Part.1: Introduction and species. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.76, p. 67 - 111, 1989.

HARPER, K. A. et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, v.19, p. 768-782, 2005.

HOLANDA, A. C. et al. Estruturas de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n.1, p.103-114, 2010.

- JULES, E. S. SHAHANI, P. A. broader ecological context to habitat fragmentation: why matrix habitat is more important than we thought. **Journal of Vegetation Science**, v.14, p. 459-464, 2003.
- LAISK, H. et al. Adjustment of leaf photosynthesis to shade in a natural canopy: rate parameters. **Plant, Cell and Environment**, v. 28, n. 3, p. 375-388, 2005.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Editora Rima, 2000. p. 531.
- LAURANCE, W. F. et al. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. **Conservation Biology**, v.12, p. 460-464, 1998.
- LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A. Synergetic effects in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, v.15, p. 1488-1489, 2001.
- LAURANCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. **Conserv. Biol.** v.16, n. 3, p. 605-618, 2002.
- LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecol. Bras.**, v.13, n.3, p. 434-451, 2009.
- LIMA JR, E. C. et al. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.33-41, 2006.
- LIMA-RIBEIRO, M. S. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 22, n. 2, p. 535-545. 2008.
- LOWE, A. J. et al. Genetic resource impacts of habitat loss and degradation: reconciling empirical evidence and predicted theory for Neotropical trees. **Heredity**, v. 95, p. 255-273, 2005.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**, Monographs in Population Biology. New Jersey: Princeton University Press, n.1, 1967, 203p.
- MACHADO, E. L. M. et al. Efeitos do substrato, bordas e proximidade espacial na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. **Revista Brasil. Bot.**, v. 31, n. 2, p. 287-302, abr./jun. 2008.
- MELO, H. C. et al. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 145-153, 2007.
- METZGER, J. P. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, n. 142, p. 1138-1140, 2009.
- METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, p. 1147-1161, 2000.

- MORAES, T. M. S. et al. Comparative leaf anatomy and micromorphology of Psychotria species (Rubiaceae) from the Atlantic Rainforest. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n. 1, p. 178-190, 2011.
- MULLER, A.; BATAGHIN, F. A. & SANTOS, S. C. 2010. Efeito de borda sobre a comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Perspectiva, Erechim**. v.34, n.125, p. 29-39.
- MURCIA, C. Edges effects in fragmented forest: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.
- MURPHY, H. T.; LOVETT-DOUST, J. Context and connectivity in plant metapopulations and landscape mosaics: does the matrix matter? **Oikos**, 105:3–14, 2004.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858. 2000.
- NETO, A. J. S. et al. Razão entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global no cultivo do tomateiro em casa-de-vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, Nov/Dez 2008.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). **Revista Brasil. Bot.**, v.30, n.1, p.149-161, jan./mar. 2007.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n.4, p. 793- 809, 2000.
- PACIENCIA, M. L. B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, n.4, p.641-653, 2004.
- PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras: UFLA, 2006. 104p.
- PEREIRA, Z. V.; CARVALHO-OKANO, R. M.; GARCIA, F. C. P. Rubiaceae Juss. da Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.20, n.1, 2006.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: Ants in coffee plantations in southern Mexico. **Conservation Biology**, v. 16, p. 174-182, 2002.
- PINTO, J. E. B. P. et al. Aspectos morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 210-214. 2007.
- PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. **Biodivers Conserv.**, v. 19, p. 1205–1223, 2010.

- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Efraim Rodrigues, 2001. 321p.
- RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, 2003.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**, 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2007, 830 p.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, n. 142, p. 1141–1153, 2009.
- RIBEIRO, M. T.; RAMOS, F. N.; SANTOS, F. A. M. Tree structure and richness in an Atlantic Forest fragment: distance from anthropogenic and natural edges. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p. 1123-1132, 2009.
- RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E. C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.393-411, 2007.
- RICKETTIS, T. H. The Matrix Matters: Effective Isolation in Fragmented Landscapes. **The American Naturalist**, v. 158, n. 1, p.87-99, 2001.
- RODRIGUES, E. **Ecologia de fragmentos florestais ao longo de um gradiente de urbanização em Londrina-PR**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Carlos. 1993,110p.
- RODRIGUES, P. J. F. P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeito de borda. **Rodriguésia**, v. 57, n. 1, p. 63-74, 2006.
- SCALON, S. de P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, p.1-5, 2002.
- SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 71, n. 2, p. 421-430, 2011.
- SIZER, N.; TANNER, E. V. J. Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. **Biological Conservation**, v. 91, p. 135-142, 1999.
- SOUZA, G. M. et al. Functional groups of forest succession as dissipative structures: an applied study. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.64, n.3b, Aug. 2004.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira: baseado em APG II**. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2005.
- TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, p. 132-138, 2005.

- TABARELLI, M., SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of Neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p.1419-1425, 2004.
- TABARELLI, M.; PINTO, S. R.; LEAL, I. R. Floresta Atlântica nordestina: fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade. **Ciência Hoje**, v.44, n.263, p.36-41, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER E. **Plant physiology**. 3 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002, 690 p.
- TAYLOR, C. M.; CAMPOS, M. T. V. A.; ZAPPI, D. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Rubiaceae. **Rodriguésia**, v.58, n3, p.549-616, 2007.
- TEXEIRA, et al. Modeling landscape dynamics in an Atlantic Rainforest region: Implications for Conservation. **Forest Ecology and Management**, n. 257, p. 1219–1230, 2009.
- TONHASCA, J. A. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. p. 198.
- VALLADARES, F. et al. Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. **Ecology**, v. 81, p. 1925–1936, 2000.
- VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, 2010.
- VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990. Campos do Jordão-SP. **Anais...** v.1, p.113-118,1990.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.
- YOUNG, A. BOYLE, T. Forest fragmentation. In: YOUNG, A. BOYLE, T.; BOSCHER, D. (Ed.). **Forest conservation genetics**. Melbourne: CISRO, 2000. p.123-132.
- ZHANG, S, KEPING, M. LINGZHI, C. Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. **Environ. Exp. Bot.**, v. 49, p. 121-133, 2003.

## Artigo 1 – Características morfoanatômicas de *Psychotria vellosiana* (Benth) em fragmentos de floresta estacional semidecidual

### RESUMO

O efeito da distância da borda no microclima e nas características morfoanatômicas de folhas de *Psychotria vellosiana* foi estudado em três fragmentos de floresta Estacional Semidecidual localizados no sul de Minas Gerais. Foram estabelecidas parcelas em cinco distâncias (0, 20, 40, 60 e 80 m) da margem em direção ao interior ao longo de quatro transecções estabelecidas em cada fragmento. As distâncias de 0, 20 e 40m foram consideradas como borda e de 60 e 80m como interior. Em todas as parcelas foram coletados dados de temperatura e umidade do ar e do solo. Nas parcelas de 0, 40 e 80m foram coletados dados de radiação e de abertura de dossel. Para análises de características morfológicas e anatômicas, em cada indivíduo de *P. vellosiana* encontrado nas parcelas, foram coletadas duas folhas de dois indivíduos, completamente expandidas do 2° e 3° nós. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Os dados mostram que não houve diferença significativa em relação à radiação e abertura de dossel entre borda e interior dos fragmentos. Os dados de temperatura e umidade mostraram-se bastante homogêneos ao longo dos transectos. As folhas de *P. vellosiana* apresentaram a mesma área foliar e mesma razão clorofila a/b para borda e interior nos três fragmentos, não apresentando grande plasticidade anatômica para a maioria dos caracteres. Esses resultados podem estar relacionados com as mesmas características microclimáticas encontradas ao longo de 80m dos transectos em cada fragmento, visto que essa distância foi insuficiente para atingir o centro dos fragmentos.

**Palavras-chave:** Efeito de borda. Anatomia foliar. Radiação. *Psychotria vellosiana*.

Submetido à Revista Acta Botânica Brasílica

## ABSTRACT

The effect of edge distance on the microclimate and the anatomical and morphological characteristics of leaves of *Psychotria vellosiana* was studied in three fragments of semideciduous forest located in southern Minas Gerais. Plots were established at five distances (0, 20, 40, 60 and 80m) from the edge toward the interior along four transects in each fragment. The distances of 0, 20 and 40m were considered as border and 60 and 80 as interior. In all plots, data were collected in temperature and humidity of the air and soil. In the plots of 0, 40 and 80 were collected radiation data and canopy openness. For analysis of morphological and anatomical characteristics in each individual of *P. vellosiana* found in plots, two leaves were collected from two individuals, fully expanded in the 2nd and 3rd nodes. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and means were compared by Scott-Knott test at 5% significance level. The data show no significant difference in relation to radiation and canopy openness between edge and interior of the fragments. The data of temperature and humidity were quite homogeneous along the transect. The leaves of *P. vellosiana* had the same leaf area and the same ratio of chlorophyll a/b to edge and interior in three fragments, not showing major anatomical plasticity for most characters. These results may be related to the same microclimatic characteristics found along 80m transects in each fragment, since this distance was insufficient to reach the center of the fragments.

**Keywords:** Effect of edge. Leaf anatomy. Radiation. *Psychotria vellosiana*.

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são conhecidas por sua alta biodiversidade (BRIGGS 1996, BURSLEM et al., 2001), são os biomas mais ricos e diversos, apresentando uma estrutura complexa favorecendo a existência de vários nichos ecológicos (MANTOVANI, 2003). Entretanto, muitas espécies diminuíram rapidamente sua abundância, e outras extintas em consequência da caça predatória, destruição de habitats e ação de novos predadores e competidores (PRIMACK; RODRIGUES, 2002).

Nas últimas décadas foi crescente o avanço nos estudos descritivos de comunidades florestais tropicais em todo mundo. No Brasil, estes estudos têm sido cada vez mais incentivados devido ao processo desordenado de ocupação do solo que vêm transformando extensões florestais contínuas em fragmentos isolados (BOTREL et al., 2002).

O acelerado processo de fragmentação da Mata Atlântica tornou este bioma uma das áreas de maior prioridade para a conservação em todo o mundo, sendo que grande parte dos fragmentos sofreu algum tipo de perturbação antrópica (DÁRIO; ALMEIDA, 2000). O que restou deste bioma encontra-se dividido em diversos fragmentos de tamanhos variados, estando uma grande parte em regiões montanhosas e algumas em áreas submontanas, margens de rios e ecossistemas litorâneos (ROCHA et al., 2003).

A fragmentação florestal pode ser entendida como sendo a separação ou o desligamento não natural de áreas amplas, comprometendo a conservação da biodiversidade (VIANA; TABANEZ, 1996). A formação de bordas é um dos principais efeitos, ocorrendo mudanças físicas e biológicas distintas daquelas encontradas no interior do fragmento (MURCIA, 1995). Estudos têm demonstrado que a borda apresenta aumento da luminosidade, (RIGUEIRA et al., 2012) temperatura, (BERNARDI; BUDKE, 2010) da intensidade dos ventos (GASCON; WILLIAMSON; FONSECA, 2000) e uma diminuição da umidade relativa do ar (MULLER; BATAGHIN; SANTOS, 2010). Essas mudanças podem causar diferenças na estrutura e densidade das árvores desses fragmentos remanescentes. Além disso, podem produzir diferenças na composição e diversidade de plantas devido ao aumento da mortalidade, recrutamento, dano e queda de árvores (LAURENCE et al., 1998; OLIVEIRA; GRILLO; TABARELLI, 2004).

Entre as alterações ambientais com efeitos mais óbvios sobre a comunidade arbórea está o aumento da luminosidade nas bordas e proximidades (MURCIA, 1995). Segundo Castro et al. (2003) a luz é um fator que atua no controle do desenvolvimento e crescimento das plantas, através da diferenciação durante a morfogênese e do processo fotossintético.

Espécies expostas a diferentes condições ambientais podem sofrer alterações na estrutura interna foliar constituindo aspectos essenciais na capacidade de aclimação dos vegetais (HANBA; KOGAMI; TERASHIMA, 2002; SCHLUTER et al., 2003). De acordo com Sanches et al., (2009) o estudo das mudanças na morfologia foliar em respostas a diferentes ambientes de crescimento fornece informações importantes sobre a plasticidade morfológica e fisiológica em relação as adaptações as condições de luminosidade ou sombreamento.

Indivíduos de grupos taxonômicos próximos que crescem em condições ambientais diferentes podem apresentar diferenças principalmente em relação à anatomia foliar (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009). Segundo Somavilla e Ribeiro (2011) o emprego de estudos anatômicos foliares têm-se revelado promissor no âmbito ecológico.

A família Rubiaceae compreende cerca de 9.000 espécies distribuídas pelo mundo, sendo mais representada em regiões tropicais, onde já foram registradas aproximadamente 5.000 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005). Exerce papel fundamental na estrutura da comunidade, fornecendo recursos para animais através de pólen, néctar e frutos (MELO; BENTO; OLIVEIRA, 2003 apud SANTOS; WEBBER; COSTA, 2008).

*Psychotria* é o maior gênero da família Rubiaceae, com número estimado de 700 espécies Neotropicais (HAMILTON, 1989). Ocorrem no estrato inferior da floresta, em locais sombreados, com preferência por solos úmidos (MORAES et al., 2011). *Psychotria vellosiana* Benth. é uma planta arbustiva, de 2,5 a 4 m de altura distribuída no Brasil oriental, ocorrendo em florestas ombrófila, floresta tropical úmida e cerrado denso (cerradão) (ARAÚJO; CARDOSO, 2006).

A folha é o órgão que melhor responde às alterações ambientais. A fragmentação da floresta resulta em alterações do microclima. Devido à falta de informações sobre o comportamento da espécie em estudo em relação à perturbação ambiental, o presente trabalho teve como objetivo analisar as características morfológicas (massa fresca, seca, teor de água, massa foliar específica, área foliar específica e teores de clorofilas) e anatômicas (características estomáticas, espessuras de cutícula, epiderme, parênquimas, fibras e floema e o número e diâmetro de vasos de metaxilema) de folhas de indivíduos de *Psychotria vellosiana* vegetando na borda e no interior de fragmentos florestais.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido durante o mês de julho de 2011 em três fragmentos de Mata Atlântica Estacional Semidescidual, próximos ao município de Alfenas/MG. Os fragmentos estão localizados na Fazenda Usina Monte Alegre (21°21'S; 46°17'W) com área de estudo de 229,642 ha; na Pousada do Porto (21° 25'S; 46° 07'W) que possui uma área total de 72,35 ha; e na Fazenda Santa Amália ( 21° 22'S; 45° 55'W) com área total de 78,174 ha. (Figura 1).

A forma foi calculada para cada fragmento utilizando a equação descrita por Viana e Pinheiro (1998). A área, o perímetro e a distância até o centro dos fragmentos foram calculados com o programa ArcGis 10.

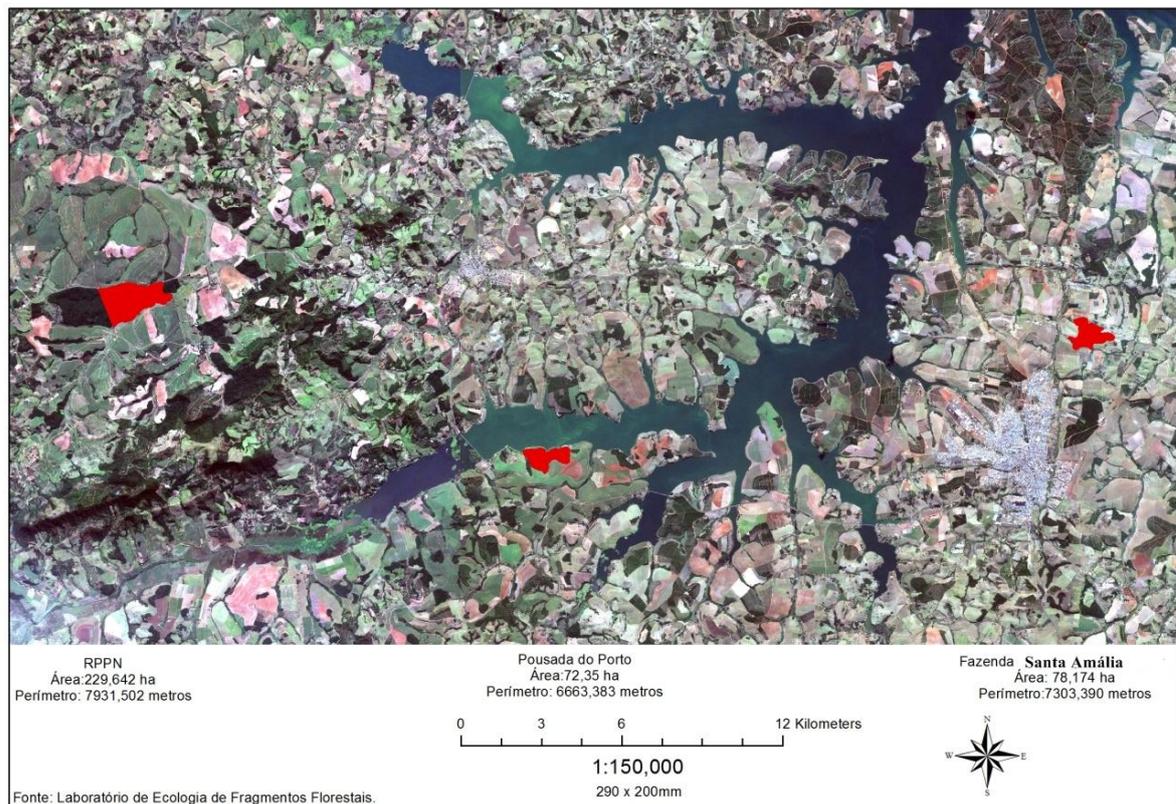


Figura 1 - Áreas de estudo: Fazenda Usina Monte Alegre, Pousada do Porto e Fazenda Tropical. Em cada fragmento foram estabelecidos transectos divididos em parcelas onde foram coletadas folhas de *Psychotria vellosiana* Benth.

Fonte: do autor

### 2.2 Desenho amostral e coleta de dados

Em cada fragmento foram instalados quatro transectos a partir das margens em direção ao interior. Cada transecto com 80 m foi subdividido perpendicularmente à margem do fragmento a cada 20 m em 5 parcelas de 10x2 m (20m<sup>2</sup>). As parcelas de 0, 20 e 40 m da

margem dos fragmentos foram caracterizadas como borda; e as parcelas de 60 e 80 m foram caracterizadas como interior. Foram coletadas duas folhas do 2° e 3° nó, completamente expandidas de dois indivíduos de *Psychotria vellosiana* em cada parcela.

A espécie foi identificada através de exemplar depositado no herbário da Universidade Federal de Alfenas (UALF 1546).

### **2.3 Análise das condições microclimáticas**

Em todas as parcelas foram mensurados dados referentes à temperatura do ar por meio de termômetro de máxima e mínima e umidade relativa do ar com o auxílio de um psicrômetro. Um termômetro de haste foi usado para a leitura da temperatura a dez centímetros abaixo da superfície do solo. Uma amostra de solo foi coletada de cada parcela para a determinação da umidade.

Para a obtenção das medidas de radiação foi utilizado um espectroradiômetro (modelo SPR- 4002). Nas parcelas de 0, 40 e 80 m foram efetuadas medidas por 2 minutos, com partição de 15 segundos entre 10 h e 14 h. Os valores de abertura de dossel foram estimados em 1,30m (altura do peito) com um densiômetro plano no centro das parcelas de 0, 40 e 80 m de distância das margens.

### **2.4 Determinação de características morfológicas**

A área foliar foi determinada usando um software de análise de imagens UTHSCSA-Imagetool. As folhas foram pesadas para determinar a massa fresca e a massa seca foi calculada após a secagem das folhas em estufa a 65°C até atingirem peso constante. Foi então calculada a massa foliar específica (MFE) a área foliar específica (AFE) e o teor de água (TA) de acordo com Benincasa (2003).

Para a determinação dos teores de clorofila foram retirados 5 discos foliares de cada folha e pesados. Os discos foram colocados em 5 ml de dimetilsulfóxido (neutralizado em CaCO<sub>3</sub>) à temperatura de 65°C em banho-maria por 3 h. Após este período determinou-se a absorvância das amostras em espectrofotômetro (Dynamica - modelo Halo SB-10) a 649 e 665nm.

Durante todo o processo de extração da clorofila, o ambiente estava escuro para evitar-se qualquer tipo de fotodegradação da molécula. Os comprimentos de onda e as equações para o cálculo das concentrações de clorofila **a** e **b** foram baseados conforme Wellburn (1994). Os cálculos foram expressos em mg g<sup>-1</sup> MF.

## 2.6 Anatomia foliar

As folhas foram fixadas em solução de formaldeído, ácido acético e etanol 70% (F.A.A.70%) por um período de 72 horas, posteriormente sendo armazenadas em etanol 70% (KRAUS; ARDUIN, 1997). Foram obtidas secções paradérmicas das folhas com o uso de lâminas de aço na face abaxial. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio 50%, lavadas em água destilada, coradas com solução de safranina 1% e montadas em lâmina e lamínula com glicerina 50% (KRAUS; ARDUIN, 1997). Fragmentos de 2 cm das folhas retirados da região contendo a nervura central foram cortados em secção transversal com auxílio de micrótomo de mesa modelo LPC. Os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio, lavados em água destilada, corados com solução safrablau (safranina 1% e azul de astra 0,1% na proporção de 7:3) e montados em lamina e lamínula em glicerina 50%. As lâminas foram fotografadas em microscópio Zeiss Scope AX 10 acoplado à câmera digital Canon Powershot G10.

As fotomicrografias foram analisadas em software para análise de imagens UTHSCSA-Imagetool medindo-se: EAB= espessura da epiderme da face abaxial, EAD= espessura da epiderme da face adaxial, MF= espessura do mesofilo, CT= espessura da cutícula, PP= espessura do parênquima paliçádico, PE= espessura do parênquima esponjoso, PP/PE= proporção entre parênquima paliçádico e esponjoso, NE= número de estômatos por campo; NC= número de células epidérmicas por campo; POL= diâmetro polar dos estômatos; EQU= diâmetro equatorial dos estômatos; DE= densidade estomática (estômatos por  $\text{mm}^2$ ); FUN= funcionalidade estomática (relação POL/EQU); IE= índice estomático, espessura do floema, diâmetro dos vasos de metaxilema, número de vasos de metaxilema, IVC= índice de vulnerabilidade do sistema vascular (índice de vulnerabilidade de Carlquist). O IVC foi calculado segundo Carlquist, (1975) a DE e o IE foram calculados segundo Castro, Pereira e Paiva (2009). Para cada característica foram avaliados três campos em cada fotomicrografia, totalizando 180 campos por avaliação.

## 2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Foram realizados os testes de Shapiro-Wilk para normalidade e teste de Bartlett para homogeneidade de variância.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Parâmetros abióticos

A figura 2 apresenta as médias de temperatura e umidade do ar e do solo para cada distância da borda. Esses valores foram bastante similares ao longo do gradiente borda-interior nos três fragmentos. As médias de radiação e abertura de dossel para cada distância da borda estão representadas na figura 3.

A análise de variância (ANAVA) mostrou que os valores das médias de radiação e abertura de dossel não diferiram estatisticamente entre os fragmentos e entre borda e interior (Tabela 1). A média de radiação na borda foi de 85,66nw/m<sup>2</sup>.nm e no interior 55,87 nw/m<sup>2</sup>.nm e a média de abertura de dossel foi de 20,08% na borda e 23,87% no interior.

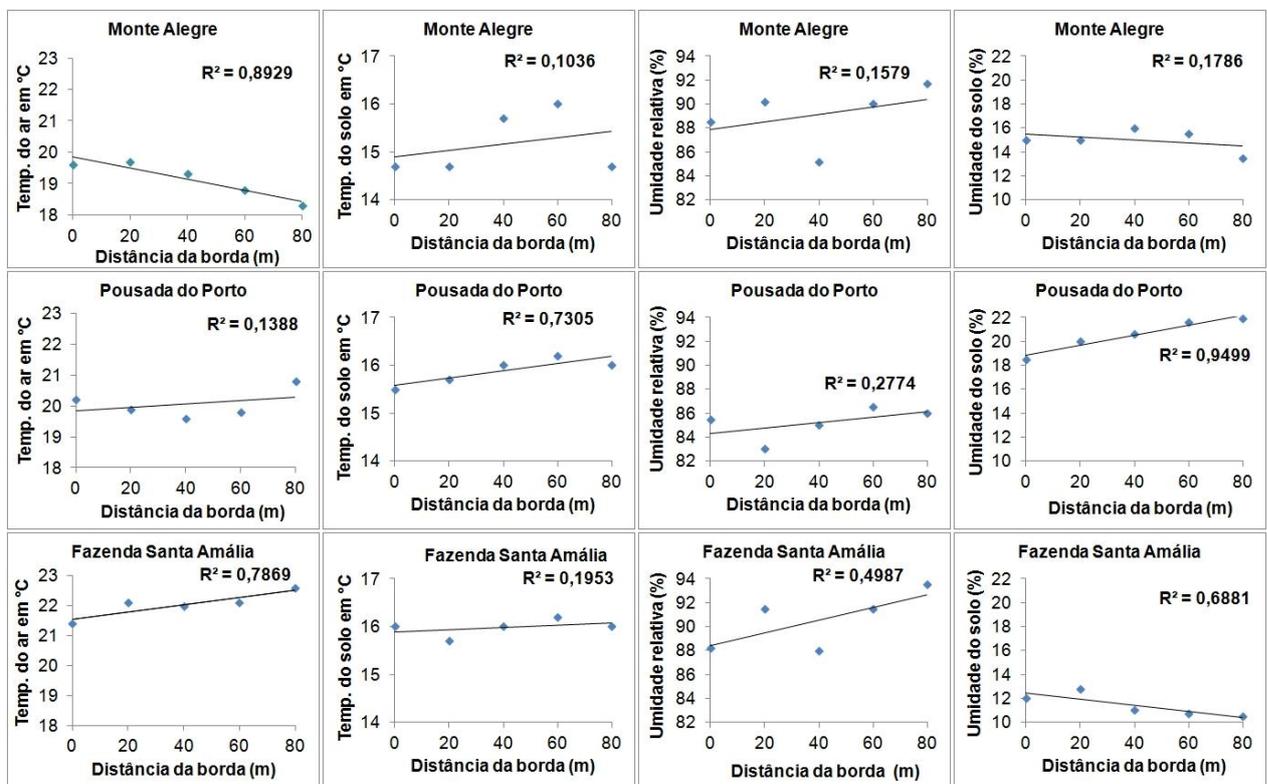


Figura 2- Gráficos de dispersão entre dados microclimáticos (temperatura do ar do solo, umidade do ar e do solo) e a distância da borda para os três fragmentos: Fazenda Usina Monte Alegre; Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália

Fonte: do autor

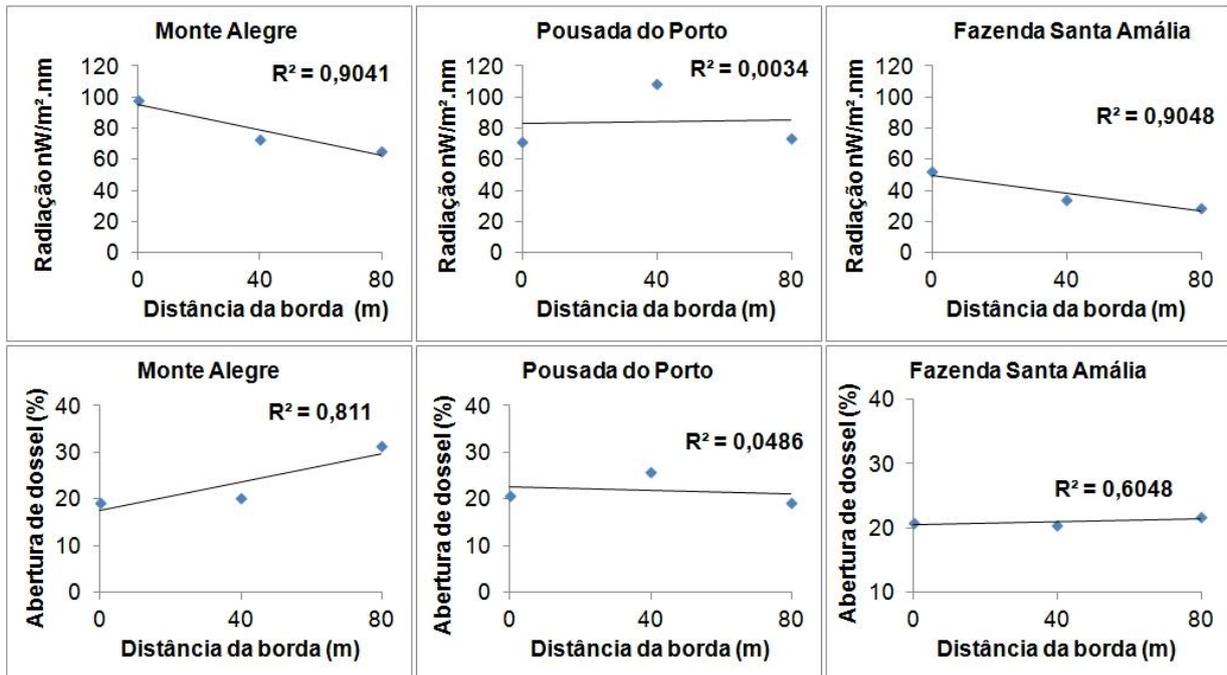


Figura 3- Gráficos de dispersão relacionando dados de radiação e abertura de dossel com a distância da borda para os três fragmentos: Fazenda Usina Monte Alegre; Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália.  
Fonte: do autor

Tabela 1- Médias e desvio padrão da radiação e abertura de dossel entre os fragmentos florestais de Monte Alegre, Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália.

	Fragmentos		
	Monte Alegre	Pousada do Porto	Fazenda Santa Amália
Radiação	85,26a(±130,37)	91,01a(±157,09)	50,91a(±73,61)
Abertura dossel	25,31a(±11,11)	20a(±1,19)	20,62a (±1,68)

As médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si (Scott-Knott, 5%).

Fonte: do autor

A distância de 80 m dos transectos foi insuficiente para atingir o centro dos fragmentos. No fragmento de Monte Alegre essa distância em média foi cerca de 10% em relação ao centro; no fragmento da Pousada do Porto foi de 23% e no fragmento da Fazenda Santa Amália de 16%.

## 3.2 Parâmetros Bióticos

### 3.2.1 Fragmento Fazenda Usina Monte Alegre

A análise de variância (ANAVA) mostrou que a massa fresca e seca das folhas de *P. vellosiana* foram 30,0% e 35,5% respectivamente maiores na borda em relação ao interior (Tabela 2). A área foliar, teor de água, massa foliar específica e área foliar específica não se diferiram estatisticamente entre borda e interior (Tabela 2). Tanto na borda quanto no interior

não houve diferença significativa quanto aos teores de clorofila **a**, **b**, total e razão clorofila **a/b** (Tabela 2).

Tabela 2- Médias e desvio padrão das características morfológicas de folhas de *Psychotria vellosiana* vegetando na borda (B) e no interior (I) de três fragmentos florestais: Fazenda Usina Monte Alegre, Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália, situados próximos ao município de Alfenas-MG.

Características Morfológicas	Local	Fragmentos		
		Monte Alegre	Pousada do Porto	Fazenda S. Amália
Massa Fresca (g)	B	0,13a (±0,04)	0,13a(±0,04)	0,09b(±0,06)
	I	0,10b(±0,04)	0,16a(±0,07)	0,15a(±0,05)
Massa Seca (g)	B	0,042a(±0,01)	0,038a(±0,01)	0,05a(±0,03)
	I	0,031b(±0,01)	0,049a(±0,02)	0,02b(±0,01)
Teor de Água (%)	B	78,94a(±20,01)	82,01a(±9,59)	64,60a(±5,75)
	I	85,48a(±9,51)	78,08a(±7,02)	72,20a(±3,46)
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	B	9,31a(±2,87)	11,40a(±3,02)	9,42a(±2,94)
	I	9,97a(±2,42)	10,70a(±2,94)	9,51a(±2,97)
Área Foliar Específica (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	B	234,13a(±34,49)	290,77a(±53,84)	206,53b(±52,37)
	I	255,32a(±50,39)	246,32b(±40,19)	311,00a(±56,12)
Massa Foliar Específica (g.cm <sup>-2</sup> )	B	0,004a(±0,00)	0,003a(±0,00)	0,005a(±0,00)
	I	0,004a(±0,00)	0,004a(±0,00)	0,003b(±0,00)
Clorofila a	B	0,20a(±0,02)	0,18a(±0,02)	0,24a(±0,04)
	I	0,21a(±0,02)	0,19a(±0,02)	0,17b(±0,01)
Clorofila b	B	0,43a(±0,06)	0,38a(±0,05)	0,47a(±0,08)
	I	0,44a(±0,04)	0,42a(±0,04)	0,36b(±0,06)
Clorofila Total	B	0,64a(±0,08)	0,56a(±0,07)	0,71a(±0,12)
	I	0,65a(±0,06)	0,61a(±0,06)	0,53b(±0,07)
Razão clorofila a/b	B	0,48a(±0,12)	0,47a(±0,02)	0,47a(±0,11)
	I	0,47a(±0,02)	0,44a(±0,03)	0,50a(±0,04)

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%).

Fonte: do autor

Em secção paradérmica as folhas de *P. vellosiana* apresentaram estômatos paracíticos (Figura 3). Para as variáveis: número de estômatos, densidade estomática, número de células epidérmicas, índice estomático, diâmetro polar e equatorial dos estômatos e funcionalidade estomática não houve diferença estatística entre as folhas presentes na borda e no interior (Tabela 3 e Figura 4).

Tabela 3- Médias e desvio padrão das características anatômicas de folhas de *Psychotria vellosiana* em secção paradérmica vegetando na borda (B) e no interior (I) de três fragmentos florestais: Fazenda Usina Monte Alegre, Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália, situados próximos ao município de Alfenas-MG.

Características Anatômicas	Local	Fragmentos		
		Monte Alegre	Pousada do Porto	Fazenda S. Amália
NE	B	30,48a(±7,41)	30,31a(±6,72)	24,66a(±3,08)
	I	32,93a(±11,02)	32,50a(±12,48)	22,58a(±4,88)
DE	B	107,83a(±26,23)	106,78b(±23,79)	94,95a(±10,90)
	I	108,84a(±38,97)	112,13a(±44,16)	92,53a(±17,26)
NC	B	277,70a(±44,87)	244,18b(±41,24)	226,50a(±35,26)
	I	282,33a(45,99)	271,83a(69,68)	224,33a(±22,65)
IE	B	9,89a(±1,97)	11,08a(±1,98)	9,92a(±1,37)
	I	10,26a(±2,24)	10,47a(±2,02)	9,09a(±1,32)
POL(µm)	B	24,10a(±2,99)	23,89a(±2,61)	23,58a(±1,88)
	I	23,81a(±2,97)	24,71a(±2,36)	24,20a(±2,50)
QUE(µm)	B	15,30a(±2,42)	15,36a(±2,33)	15,91a(±1,85)
	I	14,76a(±2,10)	15,34a(±2,41)	15,21a(±1,96)
FUN	B	1,61a(±0,29)	1,58a(±0,28)	1,49a(±0,16)
	I	1,63a(±0,26)	1,64a(±1,74)	1,61a(±0,24)

As médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). NE=número de estômatos por campo; DE= densidade estomática (estômatos por mm<sup>2</sup>); NC= número de células epidérmicas por campo; IE= índice estomático; POL= diâmetro polar dos estômatos; EQU= diâmetro equatorial dos estômatos; FUN=funcionalidade estomática (relação POL/EQU).

Fonte: do autor

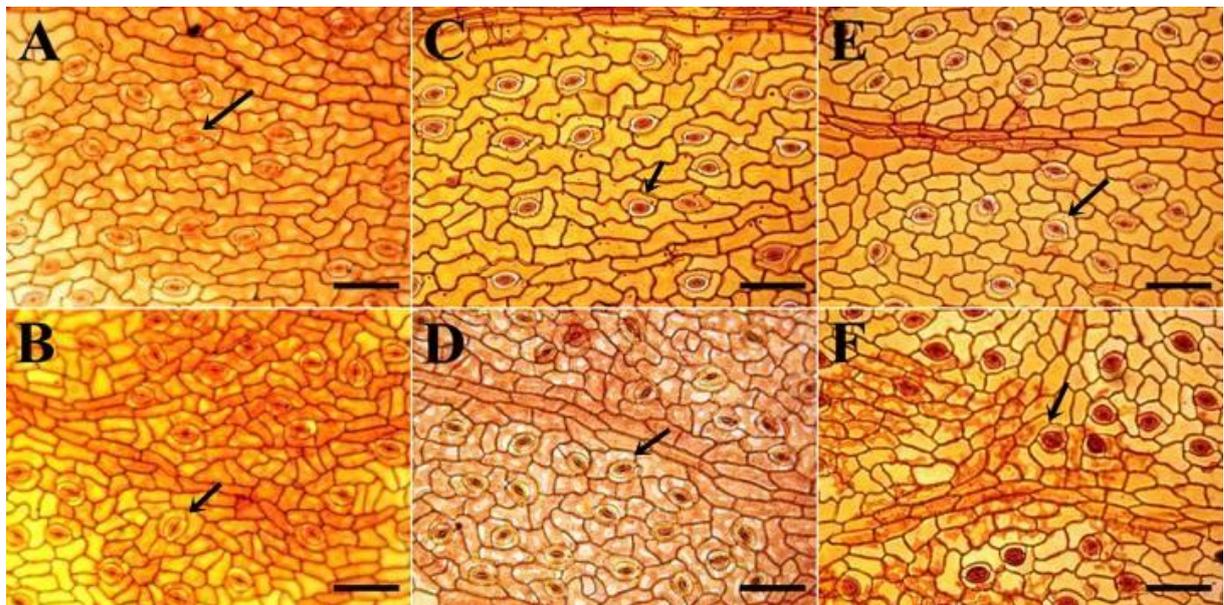


Figura 4- Secção paradérmica de folhas de *Psychotria vellosiana*, coradas com safranina. Setas indicando estômatos paracíticos. A= Folhas da borda do fragmento de Monte Alegre; B= Folhas do interior do fragmento de Monte Alegre; C= Folhas de borda do fragmento de Pousada do Porto; D= Folhas do interior do fragmento da Pousada do Porto; E= Folhas da borda do fragmento da Fazenda Santa Amália; F= Folhas do interior do fragmento da Fazenda Tropical (Barra= 100 µm).

Fonte: do autor

Em secção transversal as folhas apresentaram parênquima esponjoso e mesofilo (8,9% e 7,0% respectivamente) mais espessos no interior quando comparado à borda (Tabela 4 e Figura 5). Não houve diferença significativa para a espessura da cutícula, da epiderme da face adaxial e abaxial, do parênquima paliçádico e para a relação parênquima paliçádico/esponjoso entre borda e interior (Tabela 4).

Os resultados apresentados na tabela 5 mostram que não houve diferença entre borda e interior para as variáveis: espessura da fibra e do floema e diâmetro dos vasos de metaxilema. Entretanto, o número de vasos de metaxilema foi 36,6% maior no interior (Figura 4). Conseqüentemente, a borda apresentou um índice de vulnerabilidade de 23,0% maior em relação ao interior (Tabela 5).

### 3.2.2 Fragmento da Pousada do Porto

As folhas de *P. vellosiana* apresentaram área foliar específica 18,4% maior na borda em relação ao interior (Tabela 2), não apresentando diferença estatística quanto à massa fresca, seca, teor de água, área foliar e massa foliar específica entre borda e interior (Tabela 2). Tanto na borda quanto no interior não houve diferença significativa quanto aos teores de clorofila **a**, **b**, total e razão clorofila **a/b** (Tabela 2).

Em secção paradérmica as folhas de *P. vellosiana* apresentaram estômatos paracíticos (Figura 4). A densidade estomática e o número de células epidérmicas foram 5,0% e 11,3% respectivamente maiores no interior em relação à borda (Tabela 3 e Figura 3). Para as variáveis: número de estômatos, índice estomático, diâmetro polar e equatorial dos estômatos e funcionalidade estomática não houve diferença estatística entre as folhas presentes na borda e no interior (Tabela 3 e Figura 4).

As variáveis analisadas (cutícula, epiderme da face adaxial, parênquima paliçádico, parênquima esponjoso, mesofilo, relação parênquima paliçádico/esponjoso e epiderme da face abaxial) mostraram-se iguais na borda e no interior (Tabela 4 e Figura 5). Os resultados apresentados na tabela 5 mostram que não houve diferença entre borda e interior para as variáveis: espessura da fibra e do floema e diâmetro dos vasos de metaxilema. O número de vasos de metaxilema não diferiu entre borda e interior, com isso não houve diferença significativa para o índice de vulnerabilidade (Tabela 5 e Figura 6).

Tabela 4- Médias e desvio padrão das características anatômicas de folhas de *Psychotria vellosiana* em secção transversal vegetando na borda (B) e no interior (I) de três fragmentos florestais: Fazenda Usina Monte Alegre, Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália.

Características Anatômicas	Local	Fragmentos		
		Monte Alegre	Pousada do Porto	Fazenda S. Amália
CUT ( $\mu\text{m}$ )	B	2,17a( $\pm$ 0,40)	1,91a( $\pm$ 0,27)	1,77a( $\pm$ 0,22)
	I	2,14a( $\pm$ 0,41)	1,91a( $\pm$ 0,26)	1,64a( $\pm$ 0,22)
EAD( $\mu\text{m}$ )	B	39,55a( $\pm$ 5,10)	42,90a( $\pm$ 3,96)	42,43a( $\pm$ 4,85)
	I	40,47a( $\pm$ 6,63)	41,79a( $\pm$ 4,10)	39,68a( $\pm$ 3,90)
PP( $\mu\text{m}$ )	B	29,29a( $\pm$ 4,44)	30,95a( $\pm$ 4,73)	24,84a( $\pm$ 4,24)
	I	29,70a( $\pm$ 5,74)	30,95a( $\pm$ 4,74)	22,95a( $\pm$ 2,40)
PE( $\mu\text{m}$ )	B	39,09b( $\pm$ 7,69)	35,17a( $\pm$ 7,17)	33,48a( $\pm$ 7,44)
	I	42,57a( $\pm$ 10,11)	36,77a( $\pm$ 14,36)	30,81a( $\pm$ 5,29)
EAB( $\mu\text{m}$ )	B	14,11a( $\pm$ 2,51)	13,86a( $\pm$ 1,40)	13,40a( $\pm$ 1,29)
	I	14,74a( $\pm$ 2,68)	13,55a( $\pm$ 1,73)	11,58b( $\pm$ 1,56)
MF( $\mu\text{m}$ )	B	66,54b( $\pm$ 10,74)	63,42a( $\pm$ 10,12)	58,05a( $\pm$ 7,17)
	I	71,19a( $\pm$ 13,83)	65,72a( $\pm$ 18,57)	51,87a( $\pm$ 7,07)
PP/PE	B	1,34a( $\pm$ 0,26)	1,14a( $\pm$ 0,23)	1,43a( $\pm$ 0,21)
	I	1,45a( $\pm$ 0,35)	1,17a( $\pm$ 0,38)	1,35a( $\pm$ 0,25)

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). CUT=espessura da cutícula; EAD= espessura da epiderme da face adaxial; PP=espessura do parênquima paliçádico; PE= espessura do parênquima esponjoso; EAB= espessura da epiderme da face abaxial; MF=espessura do mesofilo; PP/PE= proporção entre parênquima paliçádico e esponjoso.

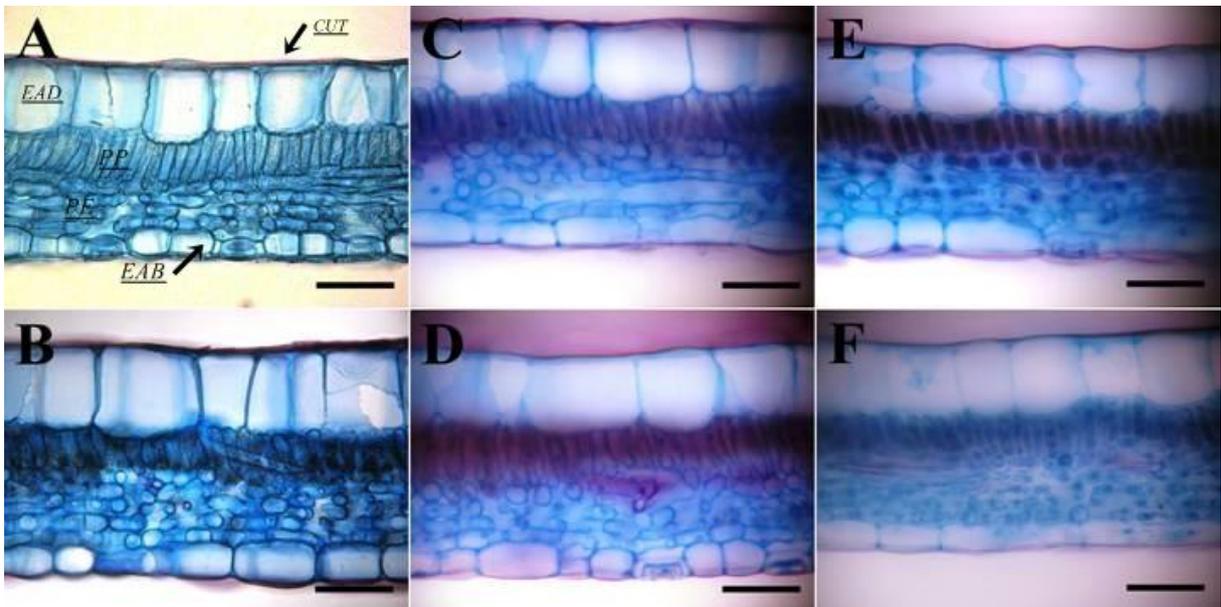


Figura 5- Secção transversal do mesofilo de folhas de *Psychotria vellosiana*, coradas com safrablau. A= Folhas da borda do fragmento de Monte Alegre; B= Folhas do interior do fragmento de Monte Alegre; C= Folhas de borda do fragmento da Pousada do Porto; D= Folhas do interior do fragmento da Pousada do Porto; E= Folhas da borda do fragmento da Fazenda Santa Amália; F= Folhas do interior do fragmento da Fazenda Tropical (Barra= 50 $\mu\text{m}$ ).

Fonte: do autor

### 3.2.3 Fragmento da Fazenda Santa Amália

As folhas de *P. vellosiana* apresentaram massas frescas 66,6% e áreas foliares específicas 50,6% maiores no interior em relação à borda (Tabela 2). A massa seca e a massa foliar específica foram 60% e 66,6% maiores na borda em relação ao interior. Enquanto o teor de água e área foliar não apresentaram diferenças entre os ambientes (Tabela 2).

Na borda as folhas apresentaram maiores teores de clorofila **a** (41,2%), clorofila **b** (30,6%) e clorofila total (34,0%) em relação ao interior. Mas não houve diferença significativa entre borda e interior para a variável razão clorofila a/b (Tabela 2).

Em secção paradérmica as folhas de *P. vellosiana* apresentaram estômatos paracíticos (Figura 4). Para as variáveis: número de estômatos, densidade estomática, número de células epidérmicas, índice estomático, diâmetro polar e equatorial dos estômatos e funcionalidade estomática não houve diferença estatística entre as folhas presentes na borda e no interior (Tabela 3 e Figura 4).

Em secção transversal a epiderme da face abaxial foi 15,7% mais espessa nas folhas da borda do fragmento (Tabela 4 e Figura 5). As variáveis: cutícula, epiderme da face adaxial, parênquimas paliçádico e esponjoso, mesófilo e a relação parênquima paliçádico/esponjoso não diferiram entre borda e interior (Tabela 4 Figura 5). Os resultados apresentados na tabela 5 mostram que não houve diferença entre borda e interior para as variáveis: espessura da fibra e do floema e diâmetro dos vasos de metaxilema. O número de vasos de metaxilema não diferiu entre borda e interior com isso não houve diferença significativa para o índice de vulnerabilidade (Tabela 5 e Figura 6).

Tabela 5- Médias e desvio padrão das características anatômicas de folhas de *Psychotria vellosiana* em secção transversal vegetando na borda e no interior de três fragmentos florestais: Fazenda Usina Monte Alegre, Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália.

Características Anatômicas	Local	Fragmentos		
		Monte Alegre	Pousada do Porto	Fazenda S. Amália
FB (µm)	B	20,07a(±3,71)	20,73a(±3,56)	22,34a(±3,34)
	I	18,65a(±3,27)	19,69a(±3,79)	20,51a(±3,33)
FL(µm)	B	26,57a(±5,56)	27,24a(±6,31)	25,82a(±3,94)
	I	28,48a(±8,01)	27,13a(±7,05)	24,32a(±5,73)
DX(µm)	B	10,15a(±1,64)	9,68a(±1,48)	10,20a(±0,86)
	I	9,56a(±1,17)	9,36a(±1,09)	9,76a(±2,04)
NV(µm)	B	69,14b(±24,36)	59,95a(±12,49)	54,25a(±10,30)
	I	94,43a(±49,91)	55,79a(±16,35)	59,50a(±15,48)
IV	B	0,16a(±0,04)	0,16a(±0,04)	0,19a(±0,05)
	I	0,13b(±0,07)	0,18a(±0,05)	0,16a(±0,02)

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). FB= espessura da fibra; FL=espessura do floema; DX= diâmetro dos vasos de metaxilema; NV= número de vasos de metaxilema; IV= índice de vulnerabilidade de Carlquist

Fonte: do autor

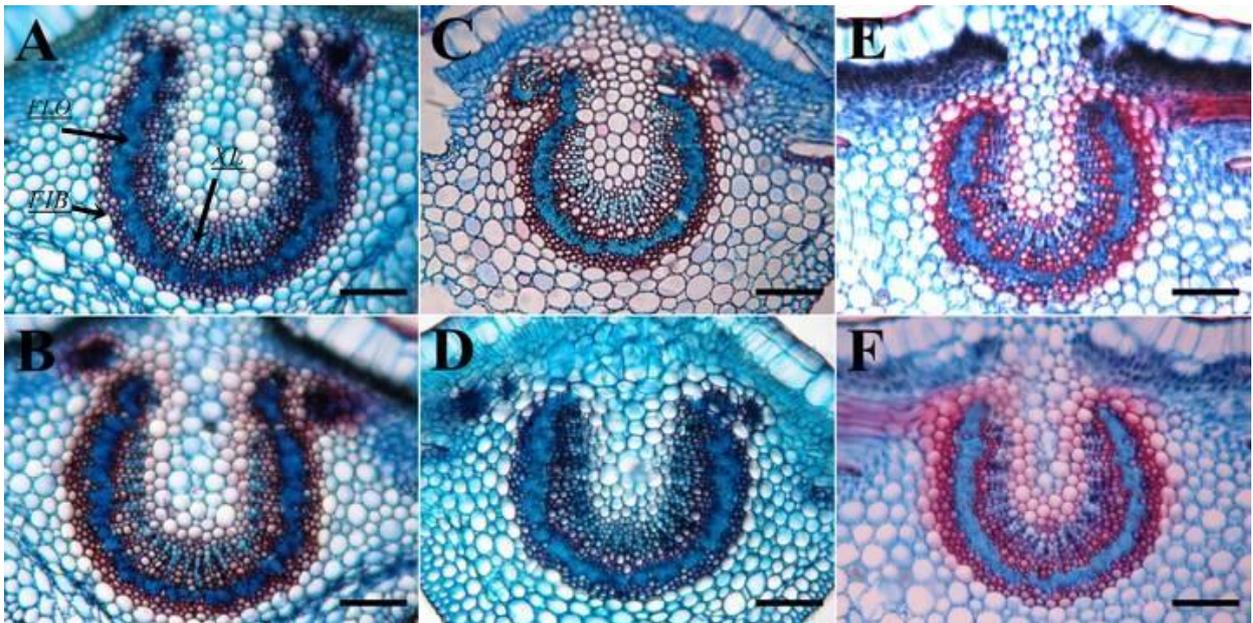


Figura 6- Secção transversal da nervura central de folhas de *Psychotria vellosiana*, coradas com safrablau. A= Folhas da borda do fragmento de Monte Alegre; B= Folhas do interior do fragmento de Monte Alegre; C= Folhas de borda do fragmento da Pousada do Porto; D= Folhas do interior do fragmento da Pousada do Porto; E= Folhas da borda do fragmento da Fazenda Tropical; F= Folhas do interior do fragmento da Fazenda Santa Amália (Barra=100µm)

Fonte: do autor

#### 4 DISCUSSÃO

Com base na regressão linear, os valores de temperatura do ar no fragmento de Monte Belo mostraram uma correlação negativa ao longo do gradiente de 80m e os valores de umidade do solo no fragmento da Pousada do Porto uma correlação positiva ao longo dos 80m da borda em direção ao interior. Apesar desses resultados obtidos, entre a distância da borda e os dados microclimáticos de temperatura e umidade, de maneira geral, existe grande similaridade entre os valores encontrados ao longo de 80m da borda em direção ao interior dos fragmentos.

Esperava-se que houvesse uma maior radiação solar na borda dos fragmentos em relação ao interior, visto que na borda as mudanças microclimáticas são mais acentuadas. Entretanto, para os três fragmentos a análise estatística mostrou que não houve diferença entre as parcelas consideradas de borda e de interior, apesar de haver uma correlação negativa ao longo do gradiente borda-interior nos fragmentos de Monte Alegre e Fazenda Santa Amália. A análise da abertura de dossel também não indicou diferença significativa entre os ambientes dos fragmentos. Esses resultados podem indicar que mesmo em regiões mais distantes da borda, pode haver influência dos efeitos de borda. Marques, Beijo e Ramos (2010) em estudo conduzido em quatro fragmentos de floresta estacional semidescidual, analisando os fatores abióticos, não encontraram diferenças entre borda e interior para temperatura, umidade do solo e abertura de dossel.

A baixa irradiância existente sob o dossel de florestas tropicais limita o crescimento da maioria das espécies florestais, de modo que as espécies só alcançam pleno desenvolvimento com o aumento da irradiância, que pode ocorrer através de aberturas de clareiras (WHITMORE, 1998 apud ILLENSEER; PAULILO, 2002). Muller; Bataghin; Santos (2010) analisando os efeitos de borda em fragmento de Floresta Ombrófila Mista verificaram que a distância da borda e a luminosidade não apresentaram uma correlação significativa, o que foi atribuído à presença de clareiras que são formadas pela própria ação do efeito de borda e por atividades humanas. Podendo provocar condições de borda no interior do fragmento.

De acordo com Murcia (1995) os efeitos de borda podem sofrer variações dependendo do tamanho, idade e forma do fragmento além do tipo de matriz e da orientação da borda. O efeito de borda também pode depender de fatores como tipo de floresta e histórico de perturbações (PORTELA; SANTOS, 2007).

De acordo com a classificação de Viana e Pinheiro (1998) os três fragmentos estudados foram considerados muito alongados (fator de forma  $<0,6$ ) estando mais sujeitos aos efeitos de borda.

Segundo Rodrigues (1998) um fragmento considerado grande seria maior que 10 ha e teria composições de espécies diversas das bordas de fragmentos pequenos. Entretanto, Lomolino e Weiser (2001) consideram que o tamanho mínimo para um fragmento manter suas funções e a diversidade de espécie é de 100 ha. De acordo com esses autores os fragmentos da Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália foram considerados pequenos com 72,3 ha e 78,2 ha respectivamente, já o fragmento de Monte Alegre com uma área estudada de 229,6 ha foi considerado grande. O tamanho do fragmento é um fator que está relacionado diretamente com os efeitos de borda, ou seja, quanto menor for um fragmento florestal, maior será a razão borda/área, assim, fragmentos menores estarão mais sujeitos a maiores intensidades dos efeitos de borda (ZUDEIMA et al., 1996). E quanto mais irregulares são os formatos, maior é o total de bordas do fragmento (JUVANHOL et al., 2011).

Nos três fragmentos estudados a distância de 80m dos transectos não foi suficiente para atingir o centro dos fragmentos, esse fato pode estar relacionado com a similaridade encontrada nos dados microclimáticos ao longo da borda em direção ao interior. Demonstrando que os efeitos de borda podem ainda ser notados a 80 m de distância em direção ao centro dos fragmentos.

Em *P. vellosiana* os mesmos dados para área foliar encontrados na borda e interior podem estar relacionado com as poucas variações encontradas nas condições ambientais (temperatura, umidade e luminosidade) presentes em ambos os ambientes dos fragmentos. Muitos estudos com diferentes espécies (AGUILERA, FERREIRA, CECON, 2004; BOEGER et al., 2008; JÚNIOR et al., 2009) demonstraram modificações na área foliar em resposta às condições de luminosidade, geralmente com maiores valores associados às condições de sombreamento. Porém, em *Euterpe edulis*, maior área foliar foi observada sob alta irradiância (ILLENSEER; PAULILO, 2002), demonstrando assim, que as espécies podem possuir ou não capacidade de aclimação em resposta a diferentes condições de luminosidade (CHIAMOLERA; ÂNGELO; BOEGER, 2010). A área foliar é uma característica referencial associada ao processo de capacitação de energia responsável pela produção de matéria orgânica e, conseqüentemente, pelo crescimento da planta (CASTRO et al., 2003).

Os dados de massa fresca e massa seca são diretamente influenciados pelo teor de água na folha. Nos fragmentos de Monte Alegre e Fazenda Santa Amália os resultados encontrados para esses parâmetros não apresentaram coerência biológica entre si, ou seja, não refletem, num contexto geral, características de folhas presentes na borda e no interior dos fragmentos, visto que esses parâmetros variaram entre as bordas e interiores dos fragmentos.

Segundo Benincasa (2003) a área foliar específica é a relação entre a área foliar e massa seca da folha e que fornece um indicativo da espessura da lâmina foliar, ou seja, quanto maior a área foliar específica menor será a espessura da lâmina.

No fragmento de Monte Alegre as folhas tanto da borda quanto do interior apresentaram a mesma espessura da lâmina foliar. No fragmento da Fazenda Santa Amália as folhas são mais espessas na borda em relação ao interior, enquanto no fragmento da Pousada do Porto as folhas foram mais espessas no interior em relação à borda. Essa maior espessura pode ser uma adaptação da espécie a um ambiente de maior luminosidade, apesar de estatisticamente não haver diferença quanto à radiação e abertura de dossel entre os ambientes de borda e interior do fragmento.

De acordo com Alvarenga et al. (2003) folhas sombreadas possuem maiores teores de clorofila do que folhas que crescem a pleno sol. O aumento na proporção de clorofila **b** em relação à clorofila **a** em plantas sob forte sombreamento pode maximizar a captura de luz (NAKAZONO et al., 2001). A clorofila **b** capta energia de outros comprimentos de onda e transfere para a clorofila **a**, que atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese, representando um mecanismo de adaptação à condição de menor intensidade luminosa (SCALON et al., 2002). Em folhas *P. vellosiana* presentes nos fragmentos de Monte Alegre e Pousada do Porto, os teores de clorofila **a** e **b** foram os mesmos nos dois ambientes, contrariando os resultados esperados, que houvesse uma quantidade maior de clorofila **b** em folhas presentes no interior do fragmento. Visto que esse ambiente apresentaria um maior sombreamento em comparação à borda, o que não ocorreu.

No fragmento da Fazenda Santa Amália, os maiores teores de clorofila **a** e **b**, encontrados nas folhas presentes nos indivíduos de borda, pode ser um indicativo de maior influência da borda em relação à luminosidade. Tendo em vista que o teor de clorofila é influenciado diretamente pela disponibilidade de luz no ambiente, e os dados de radiação não terem apresentado diferença entre os ambientes de borda e interior, esperava-se que não houvesse diferença no teor de clorofila nos dois ambientes.

Em secção paradérmica as folhas de *P. vellosiana* apresentaram estômatos paracíticos (Figura 1) somente na face abaxial da lâmina foliar sendo consideradas hipostomáticas, corroborando com Moraes et al. (2011). Os estômatos de *P. vellosiana* apresentaram o mesmo tamanho tanto na borda quanto no interior dos fragmentos, ou seja, a funcionalidade estomática não foi influenciada pelos ambientes mais próximos e mais distantes da borda, visto que as condições microclimáticas foram bastante similares. Santiago et al. (2001) estudando a anatomia foliar de *Piper hispidinervium* sob diferentes condições de

luminosidade não encontraram diferenças significativas para o diâmetro polar e equatorial dos estômatos indicando que essas variáveis não foram influenciadas pela luminosidade.

A densidade estomática variou entre as folhas presentes na borda e no interior do fragmento da Pousada do Porto. Esse é um parâmetro que pode variar de acordo com condições ambientais (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009) e em várias espécies com a idade das plantas (RICHARDSON et al., 2000).

A epiderme é um tecido que responde às alterações ambientais. MELO et al. (2007) demonstrou que em *Setaria anceps* e *Paspalum paniculatum* mantidas sob estresse hídrico apresentaram diferença na espessura da epiderme. Entretanto, em *P. vellosiana* nenhuma variação significativa foi observada na epiderme da face adaxial já que a distância de 80m da margem em direção ao interior não foi suficiente para alterar os valores de temperatura, umidade e radiação.

Segundo Castro, Pereira e Paiva (2009) o aumento da intensidade luminosa pode provocar um alongamento nas células do parênquima paliçádico. As folhas de *P. vellosiana* apresentaram a mesma espessura do parênquima paliçádico na borda e no interior dos fragmentos, corroborando com o fato da radiação solar não ter apresentado diferença entre os ambientes.

As folhas de *P. vellosiana* apresentaram maior número de vasos condutores no interior do fragmento de Monte Belo. O índice de vulnerabilidade (IV) foi maior na borda e, com isso, as folhas deste ambiente possuem menor potencial para a condutividade de água e nutrientes, pois o sistema vascular é menos protegido contra embolias (CARLQUIST, 1975).

Em um estudo conduzido na Colômbia com duas espécies de arbustos *Palicourea gibbosa* e *Faramea affinis*, Restrepo et al. (1999) não encontraram diferenças na germinação de sementes e crescimento de mudas até 200m da borda em direção ao interior do fragmento. Segundo os mesmos autores bordas de florestas podem afetar a distribuição de plantas, algumas espécies podem aumentar o número de indivíduos, outras diminuir, ou ainda, podem não responder a nenhuma mudança da borda em direção ao interior. Murcia (1996) estudando 16 espécies de plantas não encontrou diferença na visitação das flores em diferentes distâncias da borda.

Ramos e Santos (2006) estudando a densidade reprodutiva de *Psychotria tenuinervis* não encontraram diferenças entre bordas naturais, bordas antrópicas e interior de fragmento de floresta Atlântica. Júnior et al. (2007) não encontraram influência negativa do efeito de borda para a densidade de plantas de *Psychotria leiocarpa*. Murcia (1995), em um estudo de revisão, indicou que na maioria dos trabalhos o efeito de borda pode ser detectado até 50m da borda.

Entretanto, as características foliares de *P. vellosiana* se mantiveram bastantes similares ao longo dos 80m dos transectos.

*P. vellosiana* apresentou características morfológicas e anatômicas similares a partir da margem dos fragmentos em direção ao interior, provavelmente em função das condições microclimáticas impostas pela homogeneidade dos dados de radiação solar e da abertura de dossel. Segunda Murcia (1995), florestas secundárias, bordas florestais e clareiras são ambientes que recebem grande quantidade de radiação solar. De acordo com informações coletadas nos fragmentos, que estão localizados em propriedades rurais particulares, há indicação que os fragmentos menores (Pousada do Porto e Fazenda Santa Amália) são caracterizados por formação secundária. Pode ser observado nesses fragmentos, que as espécies apresentam DAP abaixo de 40 cm. Enquanto o fragmento de Monte Alegre, considerado grande, apresenta formação primária com poucas alterações em suas características originais de estrutura e com presença de espécie que possuem DAP em torno de 40 a 50 cm (dados não mostrados). Segundo Nunes et al. (2003) a presença de plantas pequenas e finas pode ser um indicativo de que, no passado, esses fragmentos sofreram algum tipo de perturbação. Os resultados apresentados demonstram grande similaridade entre plantas de *P. vellosiana* de borda e interior, denotando, portanto, que os fragmentos, de maneira geral, sofreram o mesmo tipo de influência de borda até os 80m em direção ao interior.

## 5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as características anatômicas e morfológicas de *P. vellosiana* não sofrem influência dentro da faixa de 80m de distância das margens em direção ao interior dos fragmentos. Não sendo possível definir com nitidez dentro dessa faixa uma condição de interior dos fragmentos estudados, provavelmente essa distância de 80m não foi suficiente para atingir o centro dos fragmentos. Além disso, a ausência de diferença nos dados microclimáticos pode ser um indicativo que os fragmentos menores estejam sofrendo em toda sua extensão, os efeitos de borda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILERA, D. B.; FERREIRA, F. A.; CECON, P. R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 1, p. 43-51, 2004.
- 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**, v. 27, n. 1, p. 53-57, 2003.
- ARAÚJO, C. G.; CARDOSO, V. J. M. Storage in cerrado soil and germination of *Psychotria vellosiana* (Rubiaceae) seeds. **Braz. J. Biol.**, v. 66, n. 2, p. 709-717, 2006.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP. 2003. 41p.
- BERNARDI, S.; BUDKE, J. C. Estrutura da sinúsia epifítica e efeito de borda em uma área de transição entre floresta estacional semidecídua e floresta ombrófila mista. **FLORESTA**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 81-92, 2010.
- BOEGER, M. R. T. et al. Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. **Rev. Bras. Bot.**, v. 31, n. 3, p. 443-452, 2008.
- BOTREL, R. T. et al. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 195-213, 2002.
- BRIGGS, J.C. Tropical diversity and conservation. **Conservation Biology**. v. 10, p. 713-718, 1996.
- BURSLEM, D. R. R. P.; GARWOOD, N.C.; THOMAS, S. C. Tropical forest diversity-The plot thickens. **Science**, v. 291, p. 606-607, 2001.
- CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution**. Berkeley: University of California Press, 1975, 259 p.
- CASTRO, E. M. et al. Crescimento e anatomia foliar de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) submetidas a diferentes fotoperíodos **Ciênc. Agrotec**, v. 27, n. 6, p. 1293-1300, 2003.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: Estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009, 234p.
- CHIAMOLERA, L. B.; ÂNGELO, A. C.; BOEGER, M. R. Resposta morfoanatômica da folha de *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl (Podocarpaceae) implantado em duas áreas com diferentes graus de sucessão às margens do Reservatório Iraí – PR. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 1-11, 2010.

- DÁRIO, F. R., ALMEIDA, A. F. Influência de corredor florestal sobre a avifauna da Mata Atlântica. **Scientia Forestalis**, v. 58, p. 99-109, 2000.
- GASCON, C.; WILLIAMSON, G. B.; FONSECA, G. A. B. Receding edges and vanishing reserves. **Science**, v. 288, p. 1356-1358, 2000.
- HAMILTON, C. W. A revision of Mesoamerican *Psychotria* subg. *Psychotria* (Rubiaceae). Part.1: Introduction and species. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 76, p. 67 - 111, 1989.
- HANBA, Y. T.; KOGAMI, H.; TERASHIMA, L. The effects of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. **Plant Cell and Environment**, v. 25, n. 8, p. 1021-1030, 2002.
- ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botanica Brasílica**, v. 16, n. 4, p. 385-394, 2002.
- JUNIOR, A. E. et al. Variação na estrutura foliar de *Mikania glomerata* Spreng. (Asteraceae) sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasil. Bot.** v. 32, n. 4, p.749-758, 2009.
- JUNIOR, F. M. R. S. et al. Densidade populacional e relações alométricas de *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schlttd. (Rubiaceae) em paisagem fragmentada no Morro Santana (Porto Alegre, RS). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 486-488, 2007.
- JUVANHOL, R. S. et al. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul. Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 353-364, 2011.
- KRAUS, J. E.; ARDUIM, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997, 221 p.
- LAURANCE, W. F. et al. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. **Conservation Biology**, v. 12, p. 460-464, 1998.
- LOMOLINO, M. V.; WEISER, M. D. Towards a more general species–area relationship: diversity on all islands, great and small. **Journal of Biogeography**, v. 28, p. 431–445, 2001.
- MANTOVANI, W. Delimitação do bioma Mata Atlântica: implicações legais e conservacionistas. **Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, p. 287-295, 2003.
- MARQUES, T. E.D.; BEIJO, L. A. RAMOS, F. N. Are biotic and abiotic factors and seedling mechanical damage in forest-edge fragments always different from the interior? **Australian Journal of Botany**, v. 58, p. 241–247, 2010.
- MELO, C.; BENTO, E. C. & OLIVEIRA, P. E. Frugivory and dispersal of *Fareamea cyanea* (Rubiaceae) in Cerrado woody plant formations. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 75-82, 2003.

- MELO, H. C. et al. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 145-153, 2007.
- MORAES, T. M. S. et al. Comparative leaf anatomy and micromorphology of Psychotria species (Rubiaceae) from the Atlantic Rainforest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p.178-190, 2011.
- MULLER, A.; BATAGHIN, F. A.; SANTOS, S. C. Efeito de borda sobre a comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Perspectiva, Erechim**, v. 34, n. 125, p. 29-39, 2010.
- MURCIA, C. Edges effects in fragmented forest: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.
- MURCIA, C. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. In: **Forest Patches in Tropical Landscapes**, Ed. by J. Schelhas, R. Greenberg. Washington, DC:Island Press, p. 19–35, 1996.
- NAKAZONO, E. M. et al. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Rev. Brasil. Bot.**, v. 24, n. 2, p.173-179. 2001.
- NUNES, Y. R. F. Variações da fisionomia da comunidade arbóreas em um fragmento de Floresta Semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botânica Brasilica**, v. 17, n. 2, p.213-229, 2003.
- OLIVEIRA, M. A.; GRILLO, A. S.; TABARELLI, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**, v. 38, p. 389-394, 2004.
- PORTELA, R. C. Q.; SANTOS, F. A. M. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Revista Brasil. Bot.**, v. 30, n. 2, p. 271-280, 2007.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. 3ed. Londrina: Vida, 2002.
- RAMOS, F. N.; SANTOS, F. A. M. Floral Visitors and Pollination of *Psychotria tenuinervis* (Rubiaceae): Distance from the Anthropogenic and Natural Edges of an Atlantic Forest Fragment. **Biotropica**, v.38, n. 3, p. 383–389, 2006.
- RESTREPO, C.; VARGAS, A. Seeds and seedlings of two neotropical montane understory shrubs respond differently to anthropogenic edges and treefall gaps. **Oecologia**, v. 119, p. 419, 426, 1999.
- RICHARDSON, A.D. et al. Foliar plasticity of hybrid spruce in relation to crown position and stand age. **Canadian Journal of Botany**, v. 78, n. 3, p. 305-317, 2000.
- RIGUEIRA, D. M. G. et al. Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 197-202, 2012.

- ROCHA, C. F. D. et al. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. São Carlos: Rima Editora, 163 p. 2003.
- RODRIGUES, E. Efeito de bordas em fragmentos de floresta. **Cadernos da Biodiversidade**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 1-5, 1998.
- SANCHES, M. C. et al. Morfologia foliar de indivíduos jovens e adultos de *Caesalpinia echinata* lam. numa floresta semidecídua do sul da Bahia. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 5, p. 885-893, 2009.
- SANTIAGO, E. J. A. et al. Aspectos da anatomia foliar da pimenta-longa (*Piper hispidinervium* c.dc.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1035-1042, 2001.
- SANTOS, O. A.; WEBBER, A. C.; COSTA, F. R. C. Biologia reprodutiva de *Psychotria spectabilis* Steyrm. e *Palicourea* cf. *virens* (Poepp & Endl.) Standl. (Rubiaceae) em uma floresta tropical úmida na região de Manaus, AM, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 22, n. 1, p. 275-285, 2008.
- SCALON, S. de P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, p. 1-5, 2002.
- SCHLUTER, U. et al. Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (sdd1-1) under different light regimes. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 383, p. 867-874, 2003.
- SOMAVILLA, N. S.; RIBEIRO, D. G. Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado sensu stricto. **Acta Botanica Brasilica** v. 25, n. 4, p. 764-775, 2011.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em AGP II. **Nova Odessa**, SP: Instituto Plantarum. 2005.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.
- VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A. Biology and conservation of forest fragments in Brazilian Atlantic moist forest. In: SHELLAS, J.; GREENBERG, R. (ED.). **Forest patches in tropical landscapes**. Washington, DC: Island, p.151-167, 1996.
- WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**. v. 144, p. 307-313, 1994.
- WHITMORE, T. C. **An Introduction to Tropical Rain Forest**, 2 ed. Oxford University Press, Oxford, 1998, 282p.

## Artigo 2 - Influência de matriz e borda nas características morfoanatômicas de *Psychotria vellosiana* em fragmentos florestais

### RESUMO

O efeito da distância da borda e de duas matrizes (pastagem e cana-de-açúcar) no microclima e nas características anatômicas e morfológicas de folhas de *Psychotria vellosiana* Benth foi estudado em dois fragmentos de floresta Estacional Semidecidual no sul de Minas Gerais. Foram estabelecidas parcelas em cinco distâncias (0, 20, 40, 60 e 80m) da margem em direção ao interior ao longo de três transecções estabelecidas na face sul de cada fragmento. As distâncias de 0, 20 e 40m foram consideradas como borda e de 60 e 80m como interior. Em todas as parcelas foram coletados dados de temperatura e umidade do ar e do solo. Nas parcelas de 0, 40 e 80m foram coletados dados de radiação e de abertura de dossel. Para análises de características morfológicas e anatômicas, em cada indivíduo de *P. vellosiana* encontrado nas parcelas, foram coletadas duas folhas completamente expandidas do 2° e 3° nós. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Os dados mostram que não houve diferença significativa em relação à radiação e abertura de dossel entre borda e interior dos fragmentos. Os dados de temperatura e umidade mostraram-se bastante homogêneos ao longo dos transectos dentro de cada fragmento e entre os fragmentos. As folhas de *P. vellosiana* apresentaram as mesmas características morfológicas para borda e interior nos fragmentos e entre os fragmentos. Esses resultados podem estar relacionados com as mesmas características microclimáticas encontradas ao longo de 80m dos transectos em cada fragmento. Alguns dados anatômicos sugerem melhor adaptação de *P. vellosiana* no fragmento de Monte Alegre cuja matriz é pasto. Entretanto, faz-se necessária análise mais detalhada incluindo parâmetros como disponibilidade hídrica e nutrientes do solo.

**Palavras-chave:** Efeito de matriz. Radiação. Anatomia foliar. *Psychotria vellosiana*.

## ABSTRACT

The effect of distance from the edge and two matrix (grazing and cane sugar) in the microclimate and the anatomical and morphological characteristics of leaves of *Psychotria vellosiana* Benth was studied in two forest fragments located in Seasonal Semidescidual of south of Minas Gerais. Plots were established at five distances (0, 20, 40, 60 and 80m) from the edge toward the interior along three transects on the south side of each fragment. The distances of 0, 20 and 40m were considered as edge and 60 and 80m were considered as interior. In all plots data were collected and temperature and humidity of the air and soil. In the plots of 0, 40 and 80m were collected radiation data and canopy openness. For analysis of morphological and anatomical characteristics in each individual of *P. vellosiana* found in plots, two fully expanded leaves were collected from the 2nd and 3rd nodes. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and means were compared by Scott Knott test at 5% significance level. The data show no significant difference in relation to radiation and canopy openness between edge and interior of the fragments. The data of temperature and humidity were quite homogeneous along transects within each fragment and between the fragments. The leaves of *P. vellosiana* had the same morphology for edge and interior fragments and between fragments. These results may be related to the same microclimatic characteristics found along 80m transects in each fragment. Some anatomical data suggest a better adaptation of *P. vellosiana* in Monte Alegre fragment whose matrix is pasture. However, it is necessary more detailed analysis including parameters such as water and soil nutrients.

**Keywords:** Effect of matrix. Radiation. Leaf anatomy. *Psychotria vellosiana*.

## 1 INTRODUÇÃO

A fragmentação pode ser entendida como uma modificação da estrutura da paisagem ocorrendo perda de habitat nativo, formação de fragmentos isolados e aumento das áreas de contato, conhecidas como bordas dos fragmentos, entre ambientes nativos e áreas de uso antrópico (METZGER, 2000). A fragmentação reduz áreas de vegetação contínua em paisagens compostas por uma matriz de pastagens e agricultura entremeada com fragmentos florestais de diversos formatos e tamanhos (YOUNG; BOYLE; BROWN, 1996).

As qualidades ecológicas da matriz podem influenciar as taxas de migração entre os fragmentos, a movimentação de pólen e a qualidade e extensão do efeito borda dentro dos fragmentos florestais. Conseqüentemente, a dinâmica nos fragmentos irá variar em função dos tipos de matrizes que circundam os fragmentos (JULES; SHAHANI, 2003).

De acordo com Holanda et al. (2010) a ruptura de uma vegetação natural contínua para a criação de áreas agrícolas é relatada como uma das principais causas do processo de fragmentação, levando as espécies a experimentarem condições ambientais diferentes do interior florestal: maiores luminosidade, temperatura e intensidade de ventos e uma diminuição da umidade do ar e do solo.

As manchas de habitats são frequentemente cercadas por um complexo mosaico de tipos de cobertura e uso de terras, que podem diferir quanto à resistência ao movimento de indivíduos entre as manchas (RICKETTIS, 2001) e, portanto, influenciar as taxas de extinção regional (PERFECTO; VANDERMEER, 2002).

As plantas são um grupo de grande importância para estudos em ecologia, entretanto, pouco investigado no que se refere aos efeitos dos tipos de matrizes. Uma das razões para isso se deve a sua frequente distribuição ao longo de gradientes ambientais, o que torna sua resposta mais complexa em relação às respostas de grupos de animais. (MURPHY; LOVETT-DOUST, 2004).

*Psychotria vellosiana* Benth. (Rubiaceae) é uma planta arbustiva, de 2,5 a 4 m de altura distribuída no Brasil oriental de Santa Catarina a Pernambuco, em locais sombreados, ocorrendo em florestas ombrófila e tropical úmida e cerrado denso (cerradão) (ARAÚJO; CARDOSO, 2006).

O presente estudo teve como objetivo comparar as características morfoanatômicas de indivíduos de *Psychotria vellosiana* que vegetam em dois fragmentos florestais circundados por matrizes distintas (pastagem e cana-de-açúcar).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido durante o mês de julho de 2011 em dois fragmentos de Mata Atlântica Estacional Semidescidual, próximos ao município de Alfenas/MG. Um dos fragmentos está localizado na Fazenda Usina Monte Alegre (21°21'S; 46°17'W) com área de estudo de 229,6 ha, no qual a face sul está inserida em uma matriz de pastagem; outro fragmento faz parte da Pousada do Porto (21° 25'S; 46° 07'W) que possui uma área total de 72,3ha, com a face sul inserida em uma matriz de cana-de-açúcar.

O parâmetro forma foi calculado para cada fragmento utilizando a fórmula descrita por Viana e Pinheiro (1998), através da área e perímetro dos mesmos. O tamanho (área e perímetro) dos fragmentos e a distância até o centro dos fragmentos foram calculadas com o programa ArcGis 10.

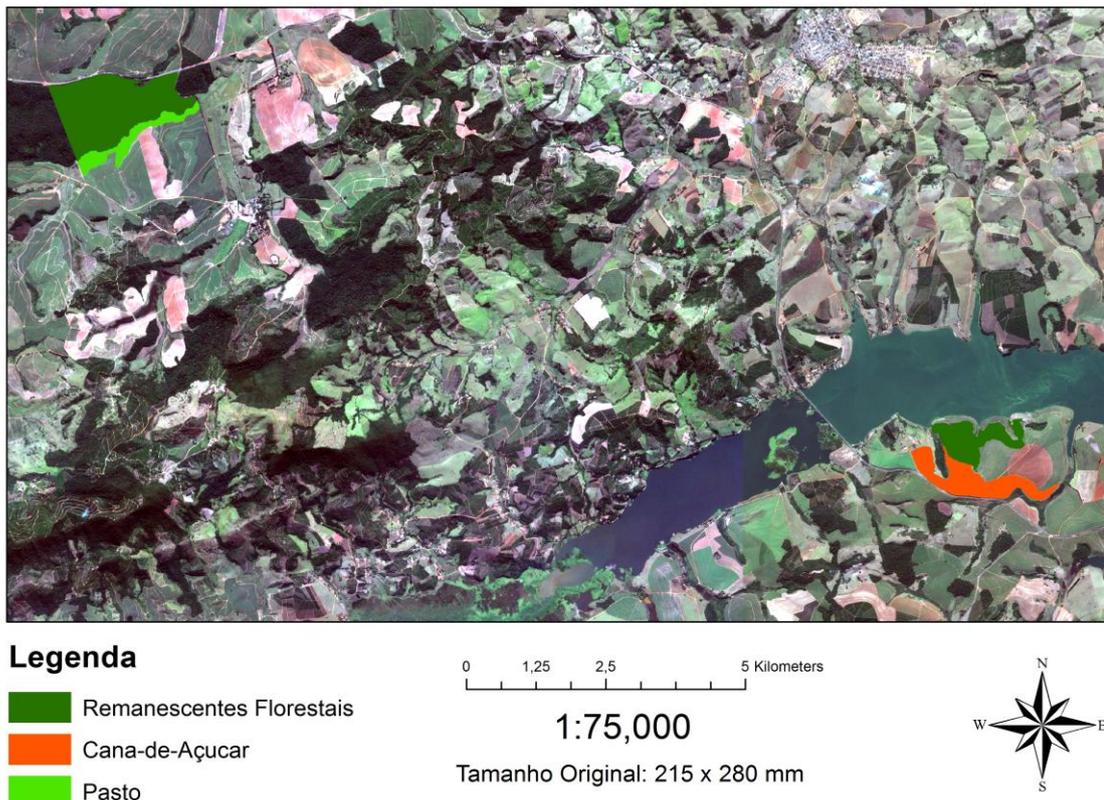


Figura 1- Áreas de estudo: Fazenda Usina Monte Alegre (lado sul matriz de pastagem) e Pousada do Porto (lado sul matriz de cana-de-açúcar).

Fonte: do autor

### 2.2 Desenho amostral e coleta de dados

Em cada fragmento foram instalados três transectos na face sul a partir das margens em direção ao interior. Cada transecto com 80m foi subdividido perpendicularmente à margem do fragmento a cada 20m em 5 parcelas de 10 x 2m (20m<sup>2</sup>). As parcelas de 0, 20 e

40m da margem dos fragmentos foram caracterizadas como borda; e as parcelas de 60 e 80m foram caracterizadas como interior. Foram coletadas duas folhas do 2° e 3° nó, completamente expandidas de dois indivíduos de *Psychotria vellosiana* em cada parcela.

A espécie foi identificada através de exemplar depositado no herbário da Universidade Federal de Alfenas (UALF 1546).

### **2.3 Análise das condições microclimáticas**

Em todas as parcelas foram tomados dados referentes à temperatura do ar por meio de termômetro de máxima e mínima e umidade relativa do ar com o auxílio de um psicrômetro. Um termômetro de haste permitiu a leitura da temperatura a dez centímetros abaixo da superfície do solo. Uma amostra de solo foi coletada de cada parcela para a determinação da umidade.

Para a obtenção das medidas de radiação foi utilizado um espectroradiômetro (modelo SPR- 4002). Nas parcelas de 0, 40 e 80m foram efetuadas medidas por 2 minutos, com partição de 15 segundos entre 10h e 14h. Os valores de abertura de dossel foram estimados em 1,30m (altura do peito) com um densiômetro plano no centro das parcelas de 0, 40 e 80m de distância das margens.

### **2.4 Determinação de características morfológicas**

A área foliar foi determinada usando um software de análise de imagens UTHSCSA-Imagetool. As folhas foram pesadas para determinar a massa fresca e a massa seca foi calculada após a secagem das folhas em estufa a 65°C por 48h e pesadas em balança de precisão. Foi então calculada a massa foliar específica (MFE) a área foliar específica (AFE) e o teor de água (TA) de acordo com Benincasa (2003).

Para a determinação dos teores de clorofila foram retirados 5 discos foliares de cada folha e pesados. Os discos foram colocados em 5ml de dimetilsulfóxido (neutralizado em CaCO<sub>3</sub>) à temperatura de 65°C em banho-maria por 3horas. Após este período determinou-se a absorvância das amostras em espectrofotômetro (Dynamica - modelo Halo SB-10) a 649 e 665nm.

Durante todo o processo de extração da clorofila, o ambiente estava escuro para evitar-se qualquer tipo de fotodegradação da molécula. Os comprimentos de onda e as equações para o cálculo das concentrações de clorofila **a** e **b** foram baseados no trabalho de Wellburn (1994). Os cálculos foram expressos em mg g<sup>-1</sup> MF.

## 2.6 Anatomia foliar

As folhas foram fixadas em solução de formaldeído, ácido acético e etanol 70% (F.A.A.70) por um período de 72 horas, posteriormente sendo armazenadas em etanol 70% (KRAUS; ARDUIN, 1997). Foram obtidas secções paradérmicas das folhas com o uso de lâminas de aço na face abaxial. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio 50%, lavadas em água destilada, coradas com solução de safranina 1% e montadas em lâmina e lamínula com glicerina 50% (KRAUS; ARDUIN, 1997). Fragmentos de 2 cm das folhas retirados da região contendo a nervura central foram cortados em secção transversal com auxílio de micrótomo de mesa modelo LPC. Os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio, lavados em água destilada, corados com solução safrablau (safranina 1% e azul de astra 0,1% na proporção de 7:3) e montados em lamina e lamínula em glicerina 50%. As lâminas foram fotografadas em microscópio Zeiss Scope AX 10 acoplado à câmera digital Canon Powershot G10.

As fotomicrografias foram analisadas em software para análise de imagens UTHSCSA-Imagetool medindo-se: EAB= espessura da epiderme da face abaxial, EAD= espessura da epiderme da face adaxial, MF= espessura do mesofilo, CT= espessura da cutícula, PP= espessura do parênquima paliçádico, PE= espessura do parênquima esponjoso, PP/PE= proporção entre parênquima paliçádico e esponjoso, NE= número de estômatos por campo; NC= número de células epidérmicas por campo; POL= diâmetro polar dos estômatos; EQU= diâmetro equatorial dos estômatos; DE= densidade estomática (estômatos por mm<sup>2</sup>); FUN= funcionalidade estomática (relação POL/EQU); IE= índice estomático, espessura do floema, diâmetro dos vasos de metaxilema, número de vasos de metaxilema, IVC= índice de vulnerabilidade do sistema vascular (índice de vulnerabilidade de Carlquist). O IVC foi calculado segundo Carlquist, (1975) a DE e o IE foram calculados segundo Castro, Pereira e Paiva (2009). Para cada característica foram avaliados três campos em cada fotomicrografia, totalizando 180 campos por avaliação.

## 2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Foram realizados os testes de Shapiro-Wilk para normalidade e teste de Bartlett para homogeneidade de variância.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Parâmetros Abióticos

As médias de temperatura e umidade do ar e do solo foram bastante similares ao longo do gradiente borda-interior nos dois fragmentos (Figura 2). As médias de radiação e abertura de dossel para cada distância da borda estão representadas na figura 3.

A análise de variância (ANAVA) mostrou que os valores das médias de radiação e abertura de dossel não diferiram estatisticamente entre os fragmentos e entre borda e interior. A média da radiação no fragmento de Monte Belo foi de  $38,03 \text{ nw/m}^2 \cdot \text{nm}$  e no fragmento da Pousada do Porto foi de  $125,43 \text{ nw/m}^2 \cdot \text{nm}$ . Enquanto na borda foi de  $96,27 \text{ nw/m}^2 \cdot \text{nm}$  e no interior  $52,70 \text{ nw/m}^2 \cdot \text{nm}$ . A média de abertura de dossel em Monte Belo foi de  $22,32\%$  e na Pousada do Porto foi de  $21,3\%$ . Para a borda foi de  $20,08\%$  e  $23,87\%$  para o interior.

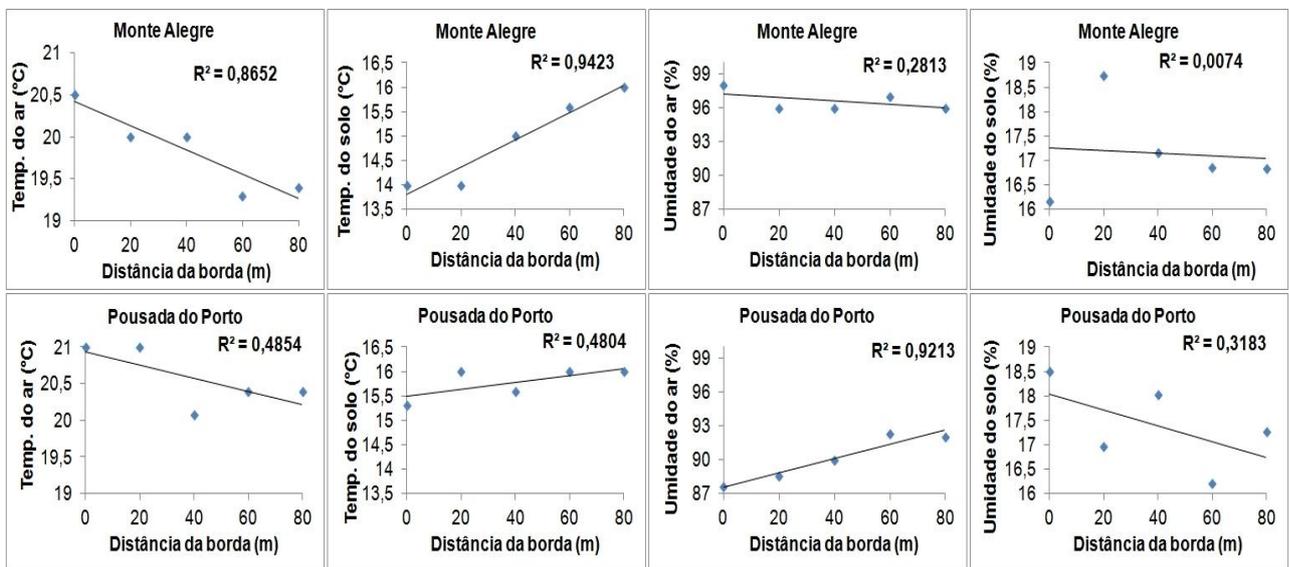


Figura 2- Gráficos de dispersão entre dados microclimáticos (temperatura do ar do solo, umidade do ar e do solo) e a distância da borda para os dois fragmentos: Fazenda Usina Monte Alegre ( matriz de pasto) e Pousada do Porto ( matriz de cana-de-açúcar).

Fonte: do autor

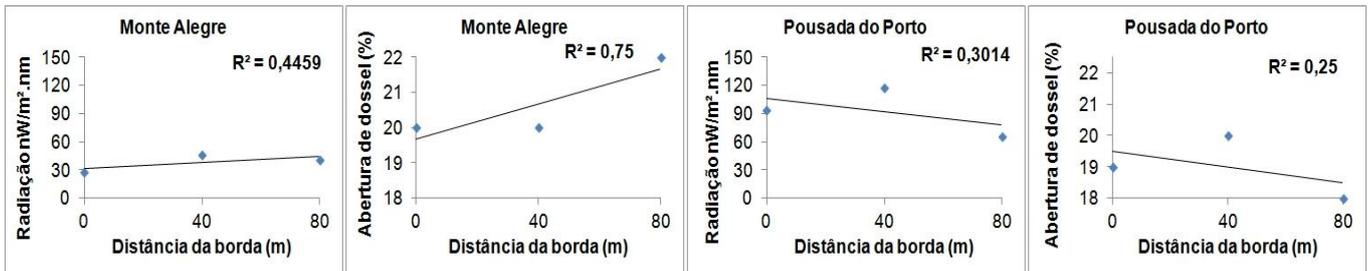


Figura 3- Gráficos de dispersão relacionando dados de radiação e abertura de dossel com a distância da borda para os fragmentos: Fazenda Usina Monte Alegre(matriz de pasto) e Pousada do Porto (matriz de cana-de-açúcar).  
Fonte: do autor

A distância de 80m dos transectos foi insuficiente para atingir o centro dos fragmentos. No fragmento de Monte Alegre essa distância foi perto de 7% e na Pousada do Porto foi de 13% em relação ao centro.

### 3.2 Parâmetros Bióticos

#### 3.2.1 Comparação de borda e interior dentro dos fragmentos: Monte Alegre e Pousada do Porto

A análise de variância (ANAVA) mostrou que os valores médios de massa fresca, seca, teor de água, área foliar, área foliar específica e massa foliar específica (Tabela 1) não diferiram significativamente entre borda e interior dos fragmentos.

Maior teor de clorofila a foi encontrado no interior do fragmento de Monte Alegre em relação à borda (Tabela 1). Enquanto no fragmento da Pousada do Porto as folhas apresentaram mesmo teor de clorofila a na borda e no interior (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre borda e interior dos fragmentos quanto aos teores de clorofila b, total e razão clorofila a/b (Tabela 1).

Tabela 1- Características morfológicas de folhas de *Psychotria vellosiana* vegetando na borda (B) e no interior (I) de dois fragmentos distintos: Monte Alegre (circundado por uma matriz de pasto) e Pousado do Porto (circundado por uma matriz de cana-de-açúcar).

Características Morfológicas	Local	Fragmentos	
		Monte Alegre (Pasto)	Pousada do Porto (Cana)
Massa Fresca (g)	B	0,14aX(±0,04)	0,15aX(±0,04)
	I	0,14aX(±0,02)	0,14aX(±0,06)
Massa Seca (g)	B	0,04aX(±0,01)	0,03aX(±0,01)
	I	0,04aX(±0,008)	0,04aX(±0,02)
Teor de Água (%)	B	71,33aX(±2,96)	73,75aX(±3,07)
	I	70,13aX(±2,31)	71,98aX(±4,08)
Área Foliar(cm <sup>2</sup> )	B	10,18aX(±4,35)	11,37aX(±3,09)
	I	10,91aX(±2,62)	10,71aX(±4,15)
Área Foliar Específica (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	B	248,70aX(±57,54)	294,38aX(±37,58)
	I	253,35aX(±31,93)	271,45aX(±38,69)
Massa Foliar Específica (g.cm <sup>-2</sup> )	B	0,004aX(±0,01)	0,003aX(±0,00)
	I	0,004aX(±0,00)	0,003aX(±0,00)
Clorofila a	B	0,19bX(±0,03)	0,18aX(±0,02)
	I	0,21aX(±0,02)	0,19aZ(±0,01)
Clorofila b	B	0,41aX(±0,07)	0,38aX(±0,05)
	I	0,45aX(±0,06)	0,41aX(±0,03)
Clorofila Total	B	0,60aX(±0,10)	0,56aX(±0,08)
	I	0,67aX(±0,08)	0,60aX(±0,05)
Razão clorofila a/b	B	0,48aX(±0,13)	0,48aX(±0,02)
	I	0,47aX(±0,02)	0,46aX(±0,02)

As médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si (Scott-Knott, 5%).

Fonte: do autor

Em secção paradérmica as folhas de *P. vellosiana* apresentaram estômatos paracíticos (Figura 1) somente na face abaxial da lâmina foliar. As folhas dos indivíduos presentes no interior do fragmento de Monte Alegre apresentaram maior número de estômatos em relação à borda (10,4% maior), enquanto não houve diferença para esse parâmetro entre borda e interior no fragmento da Pousada do Porto (Tabela 2).

O número de células epidérmicas foi 8,5% maior nas folhas da borda em relação ao interior do fragmento da Pousada do Porto e não houve diferença entre folhas de borda e interior quanto ao número de células epidérmicas no fragmento de Monte Alegre (Tabela 2). O índice estomático foi 7,1% maior no interior quando comparadas com as folhas da borda do fragmento de Monte Alegre. Não houve diferença significativa quanto a esse índice entre folhas de borda e interior do fragmento da Pousada do Porto (Tabela 2).

Tabela 2- Características anatômicas de folhas de *Psychotria vellosiana* em secção paradérmica vegetando em dois fragmentos distintos: Fazenda Usina Monte Alegre (circundado por matriz de pasto) e Pousada do Porto (circundado por matriz de cana-de-açúcar).

Características Anatômicas	Fragmentos		
	Local	Monte Alegre (Pasto)	Pousada do Porto (Cana)
NE	B	32,76bX(±9,42)	28,56aZ(±6,39)
	I	36,18aX(±10,81)	25,72aZ(±6,52)
DE	B	115,86aX(±33,31)	101,00aZ(±22,61)
	I	127,95aX(±38,24)	99,99aZ(±23,07)
NC	B	287,89aX(±52,69)	256,04aZ(±40,00)
	I	292,91aX(40,39)	236,04bZ(±32,84)
IE (%)	B	10,12bX(±1,92)	10,08aX(±1,89)
	I	10,84aX(±2,13)	9,74bZ(±1,60)
POL(µm)	B	23,78aZ(±2,62)	24,52bX(±2,50)
	I	23,61aZ(±2,93)	25,62aX(±2,29)
EQU(µm)	B	14,95aX(±2,20)	15,45aX(±2,08)
	I	15,14aX(±2,36)	15,86aX(±1,78)
FUN	B	1,61aX(±0,27)	1,61aX(±0,26)
	I	1,58aX(±0,24)	1,63aX(±0,22)

As médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). NE=número de estômatos por campo; DE= densidade estomática (estômatos por mm<sup>2</sup>); NC= número de células epidérmicas por campo; IE= índice estomático; POL= diâmetro polar dos estômatos; EQU= diâmetro equatorial dos estômatos; FUN=funcionalidade estomática (relação POL/EQU).

Fonte: do autor

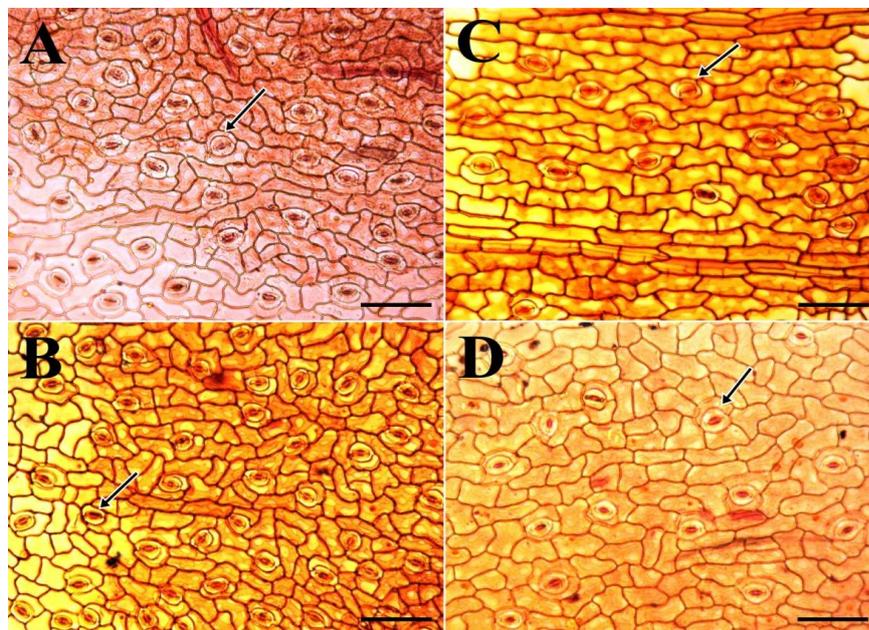


Figura 4- Secção paradérmica de folhas de *Psychotria vellosiana*, coradas com safranina. Setas indicando estômatos paracíticos. A= Folhas da borda do fragmento de Monte Alegre; B= Folhas do interior do fragmento de Monte Alegre; C= Folhas de borda do fragmento de Pousada do Porto; D= Folhas do interior do fragmento da Pousada do Porto (Barra= 100 µm).

Fonte: do autor

O diâmetro polar dos estômatos foi 4,5% maior no interior em relação à borda do fragmento da Pousada do Porto, mas não houve diferença entre folhas da borda e interior do fragmento de Monte Belo (Tabela 2). Não houve diferença significativa quanto ao diâmetro equatorial e funcionalidade estomática entre as folhas de *P. vellosiana* presentes na borda e no interior dos fragmentos (Tabela 2).

Em secção transversal, o parênquima paliçádico, epiderme da face abaxial e mesófilo das folhas foram 5,8%, 7,6% e 6,8% respectivamente mais espessos no interior em relação à borda do fragmento de Monte Belo (Tabela 3 e Figura 5). Enquanto não houve diferença significativa entre folhas de borda e interior do fragmento da Pousada do Porto quanto a esses parâmetros (Tabela 3).

Quanto à espessura da cutícula, da epiderme da face adaxial, parênquima esponjoso, relação parênquima paliçádico/esponjoso (Tabela 3 e Figura 5) e fibra (Tabela 4 e Figura 6) não houve diferença significativa entre as folhas de borda e interior dos fragmentos.

A espessura do floema foi 14,3% maior no interior em relação à borda do fragmento de Monte Belo, e não houve diferença quanto ao floema nas folhas dos ambientes de borda e interior do fragmento da Pousada do Porto (Tabela 4 e Figura 6).

O diâmetro e o número de vasos de metaxilema foram estatisticamente iguais entre as folhas de borda e interior dos fragmentos (Tabela 4 e Figura 6). As folhas da borda do fragmento da Pousada do Porto apresentaram índice de vulnerabilidade (IV) 14,3% maior em relação às folhas do interior. Entretanto, esse índice não variou significativamente entre as folhas de borda e interior do fragmento de Monte Alegre.

Tabela 3- Características anatômicas de folhas de *Psychotria vellosiana* em secção transversal vegetando em dois fragmentos distintos: Fazenda Usina Monte Alegre (circundado por matriz de pasto) e Pousada do Porto (circundado por matriz de cana-de-açúcar).

Características Anatômicas	Fragmentos		
	Local	Monte Alegre (Pasto)	Pousada do Porto (Cana)
CUT( $\mu\text{m}$ )	B	2,13aX( $\pm 0,45$ )	2,06aX( $\pm 0,29$ )
	I	2,16aX( $\pm 0,42$ )	1,93aX( $\pm 0,24$ )
EAD( $\mu\text{m}$ )	B	42,64aX( $\pm 4,58$ )	40,30aX( $\pm 4,82$ )
	I	40,79aX( $\pm 5,49$ )	40,70aX( $\pm 4,99$ )
PP( $\mu\text{m}$ )	B	29,31bX( $\pm 5,16$ )	27,93aX( $\pm 3,84$ )
	I	31,02aX( $\pm 3,97$ )	26,45aZ( $\pm 3,71$ )
PE( $\mu\text{m}$ )	B	41,48aX( $\pm 10,01$ )	34,77aZ( $\pm 6,88$ )
	I	43,54aX( $\pm 7,16$ )	32,30aZ( $\pm 5,73$ )
EAB( $\mu\text{m}$ )	B	13,91bX( $\pm 2,53$ )	13,42aX( $\pm 1,70$ )
	I	14,96aX( $\pm 2,55$ )	13,17aZ( $\pm 1,59$ )
MF( $\mu\text{m}$ )	B	69,47bX( $\pm 13,73$ )	60,74aZ( $\pm 8,76$ )
	I	74,20aX( $\pm 8,67$ )	58,46aZ( $\pm 7,80$ )
PP/PE	B	1,43aX( $\pm 0,34$ )	1,25aX( $\pm 0,26$ )
	I	1,42aX( $\pm 0,28$ )	1,24aX( $\pm 0,26$ )

As médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). CUT=espessura da cutícula; EAD= espessura da epiderme da face adaxial; PP=espessura do parênquima paliçádico; PE= espessura do parênquima esponjoso; EAB= espessura da epiderme da face abaxial; MF=espessura do mesofilo; PP/PE= proporção entre parênquima paliçádico e esponjoso.

Fonte: do autor

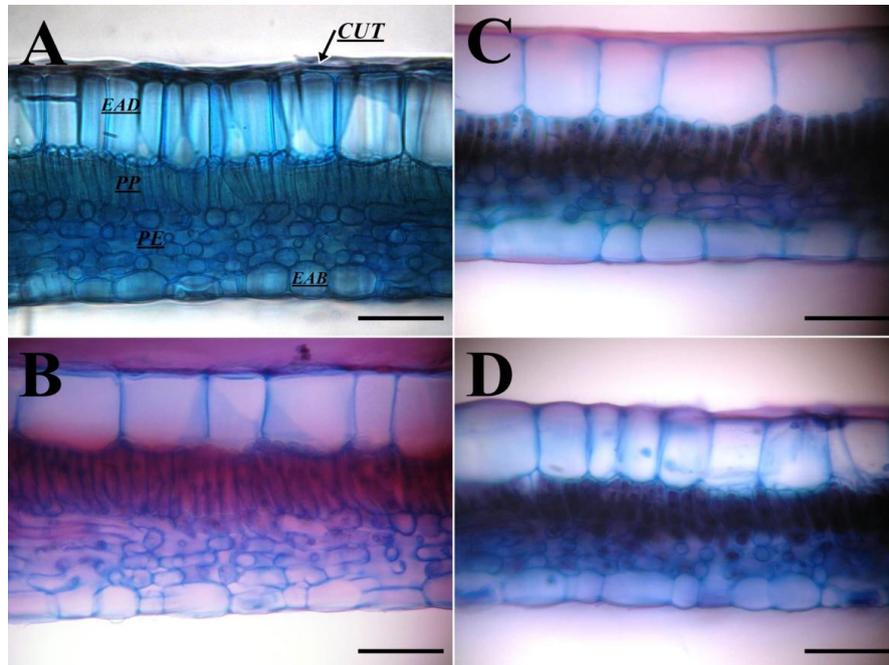


Figura 5- Secção transversal do mesofilo de folhas de *Psychotria vellosiana*, coradas com safrablau. A= Folhas da borda do fragmento de Monte Alegre; B= Folhas do interior do fragmento de Monte Alegre; C= Folhas de borda do fragmento da Pousada do Porto; D= Folhas do interior do fragmento da Pousada do Porto (Barra= 50 $\mu\text{m}$ ).

Fonte: do autor

### 3.2.2 Comparação das bordas entre os fragmentos

A análise de variância (ANAVA) mostrou que os valores médios de massa fresca, seca, teor de água, área foliar, área foliar específica, massa foliar específica, teores de clorofila **a**, **b**, total e razão clorofila **a/b** (Tabela 1) não diferiram significativamente entre as bordas dos dois fragmentos.

O número de estômatos foi maior nas folhas da borda do fragmento de Monte Alegre quando comparado à borda do fragmento da Pousada do Porto (Tabela 2 e Figura 4). O número de células epidérmicas foi maior nas folhas da borda do fragmento de Monte Alegre comparado às folhas da borda da Pousada do Porto (Tabela 2). As folhas das bordas dos fragmentos apresentaram a mesma densidade estomática e o mesmo índice estomático (Tabela 2).

O diâmetro polar dos estômatos foi maior nas folhas da borda do fragmento da Pousada do Porto (Tabela 2). Não houve diferença significativa quanto ao diâmetro equatorial dos estômatos e sua funcionalidade nas folhas entre as bordas dos fragmentos (Tabela 2).

Em secção transversal as folhas presentes na borda do fragmento de Monte Belo apresentaram maior espessura do parênquima esponjoso, mesofilo (Tabela 3 e Figura 5) e floema (Tabela 4 e Figura 5). Enquanto as folhas presentes nas bordas dos dois fragmentos apresentaram a mesma espessura quanto à cutícula, epiderme da face adaxial e abaxial, parênquima paliçádico, relação parênquima paliçádico/esponjoso (Tabela 3 e Figura 5), fibras e o diâmetro e número de vasos de metaxilema (Tabela 4 e Figura 6). Porém, as folhas da borda do fragmento da Pousada do Porto apresentaram um índice de vulnerabilidade (IV) maior em relação às folhas da borda do fragmento de Monte Alegre (Tabela 4).

### 3.2.3 Comparação entre os interiores dos fragmentos

A análise de variância (ANAVA) mostrou que os valores médios de massa fresca, seca, teor de água, área foliar, área foliar específica e massa foliar específica (Tabela 1) não diferiram significativamente entre os interiores dos dois fragmentos.

As folhas de *P. vellosiana* presentes no interior do fragmento de Monte Alegre apresentaram maior teor de clorofila **a** em relação às folhas do interior do fragmento da Pousada do Porto (Tabela 1). Os teores de clorofila **b**, total e razão clorofila **a/b** não diferem entre os ambientes de interior dos fragmentos (Tabela 1).

O número de estômatos, densidade estomática, número de células epidérmicas, índice estomático foram maiores nas folhas de indivíduos presentes no interior do fragmento de Monte Alegre (Tabela 2 e Figura 4). O diâmetro polar dos estômatos foi maior no interior do

fragmento da Pousada do Porto, enquanto não houve diferença significativa quanto ao diâmetro equatorial e funcionalidade entre os interiores dos fragmentos ( Tabela 2).

O parênquima paliçádico e esponjoso, a epiderme da face abaxial, mesofilo (Tabela 3 e Figura 5), floema (Tabela 4 e Figura 6) foram mais espessos nas folhas presentes no interior do fragmento de Monte Alegre.

Não houve diferença significativa quanto à espessura da cutícula, epiderme da face adaxial, relação parênquima paliçádico/esponjoso (Tabela 3 e Figura 5), fibra, diâmetro e número de vasos de metaxilema e índice de vulnerabilidade do sistema vascular (IV) entre os ambientes de interior dos fragmentos (Tabela 4 e Figura 6).

Tabela 4- Características anatômicas de folhas de *Psychotria vellosiana* em secção transversal vegetando em dois fragmentos distintos: Fazenda Usina Monte Alegre (circundado por matriz de pasto) e Pousada do Porto (circundado por matriz de cana-de-açúcar).

Características Anatômicas	Local	Fragmentos	
		Monte Alegre (Pasto)	Pousada do Porto (Cana)
FB ( $\mu\text{m}$ )	B	21,68aX( $\pm 3,31$ )	20,51aX( $\pm 2,97$ )
	I	21,84aX( $\pm 3,48$ )	19,89aX( $\pm 3,02$ )
FL( $\mu\text{m}$ )	B	29,48bX( $\pm 7,10$ )	27,23aZ( $\pm 5,77$ )
	I	33,71aX( $\pm 6,84$ )	26,28aZ( $\pm 5,13$ )
DX( $\mu\text{m}$ )	B	9,53aX( $\pm 2,35$ )	9,79aX( $\pm 1,68$ )
	I	9,66aX( $\pm 1,83$ )	9,21aX( $\pm 1,88$ )
NV	B	73,56aX( $\pm 17,02$ )	62,86aX( $\pm 13,94$ )
	I	78,45aX( $\pm 21,97$ )	66,31aX( $\pm 12,01$ )
IV	B	0,13aZ( $\pm 0,03$ )	0,16aX( $\pm 0,04$ )
	I	0,13aX( $\pm 0,04$ )	0,14bX( $\pm 0,03$ )

As médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si (Scott-Knott, 5%). FB= espessura da fibra; FL=espessura do floema; DX= diâmetro dos vasos de metaxilema; NV= número de vasos de metaxilema; IV= índice de vulnerabilidade de Carlquist.

Fonte: do autor

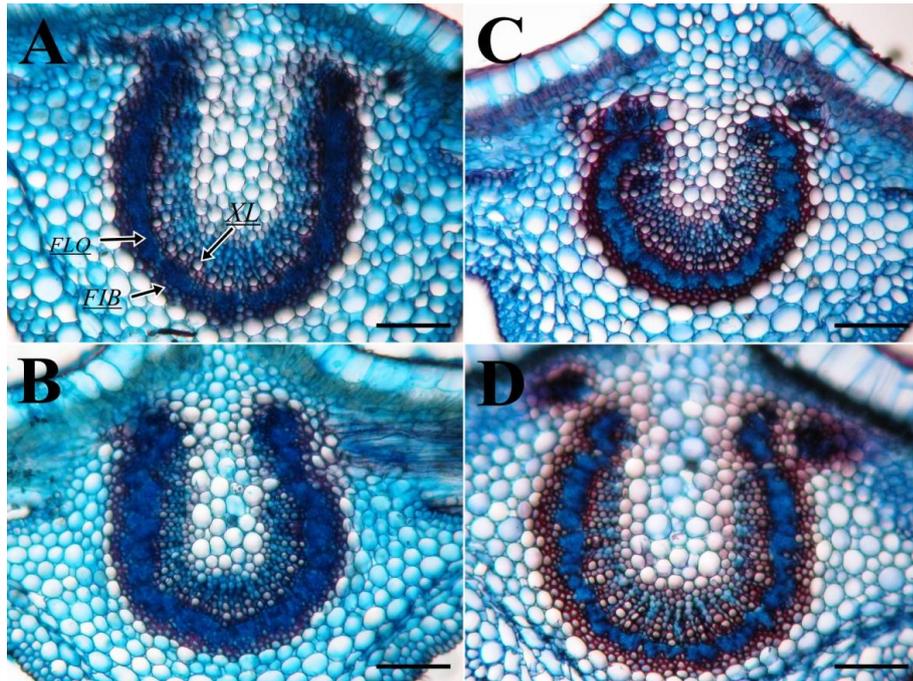


Figura 6- Secção transversal da nervura central de folhas de *Psychotria vellosiana*, coradas com safrablau A= Folhas da borda do fragmento de Monte Alegre; B= Folhas do interior do fragmento de Monte Alegre; C= Folhas de borda do fragmento da Pousada do Porto; D= Folhas do interior do fragmento da Pousada do Porto (Barra=100µm).  
 Fonte: do autor

#### 4 DISCUSSÃO

Com base na regressão linear, os valores de temperatura do ar no fragmento de Monte Belo mostraram uma correlação negativa e os valores de umidade do ar no fragmento da Pousada do Porto uma correlação positiva ao longo do gradiente de 80m. Apesar desses resultados obtidos, entre a distância da borda e os dados microclimáticos de temperatura e umidade, de maneira geral, existe grande similaridade entre os valores encontrados ao longo de 80m da borda em direção ao interior dos fragmentos.

Tanto a radiação solar quanto a abertura de dossel não apresentaram diferenças entre os fragmentos e entre os ambientes considerados de borda e interior dentro de cada fragmento. Segundo Debinski e Holt (2000), a formação de bordas entre florestas e áreas desmatadas (matriz) pode ocasionar mudanças nas condições abióticas dentro do habitat. Nos fragmentos em estudo, tanto a matriz de pasto quanto de cana-de-açúcar podem ter tido o mesmo tipo de influência no microclima da margem dos fragmentos até 80m em direção ao interior.

De acordo com Vendramini et al. (2002) características como massa seca e espessura da lâmina são consideradas indicadoras de crescimento, e o ajuste dessas características podem ser consideradas estratégias para maximizar a eficiência do uso de recursos, como luz e nutrientes. A área foliar é uma característica referencial associada ao processo de capacitação de energia responsável pela produção de matéria orgânica e, conseqüentemente, pelo crescimento da planta (CASTRO et al., 2003). Os diferentes tipos de matrizes não influenciaram de maneira distinta as características de crescimento de indivíduos de *P. vellosiana* tanto na borda quanto no interior dos fragmentos.

Tendo em vista que o teor de clorofila é influenciado diretamente pela disponibilidade de luz no ambiente, e os dados de radiação não terem apresentado diferença entre os ambientes de borda e interior e entre os fragmentos, esperava-se que não houvesse diferença no teor de clorofila entre borda e interior dentro do fragmento e também entre os interiores dos fragmentos. Entretanto foi observado maior espessura do parênquima paliádico no interior do fragmento de Monte Alegre o que pode estar diretamente relacionado com maior teor de clorofila **a** nas folhas de *P. vellosiana* nesse ambiente.

Segundo Almeida et al. (2004) a relação entre o crescimento e adaptação da planta em diferentes condições ambientais está intimamente ligada à eficiência do processo fotossintético, que por sua vez, está associada aos teores de clorofila. Fatores externos e internos podem alterar a biossíntese desse pigmento e seus conteúdos foliares podem apresentar variação significativa.

Em secção paradérmica as folhas de *P. vellosiana* apresentaram estômatos paracíticos (Figura 1) somente na face abaxial da lâmina foliar sendo consideradas hipostomáticas, corroborando com Moraes et al. (2011).

Não houve uma linearidade nos resultados encontrados para as características anatômicas relacionadas ao número de estômatos, número de células epidérmicas, índice estomático e diâmetro polar dos estômatos. Entretanto, os estômatos tiveram o mesmo diâmetro equatorial e mantiveram a sua funcionalidade, o que permite um fluxo adequado de CO<sub>2</sub> da atmosfera para a folha (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009). De acordo com Kozłowski; Kramer e Pallardy (1991) a respostas dos estômatos aos fatores abióticos são mais relevantes para a condutância estomática do que o seu número. Nesse sentido, as matrizes de pasto e cana-de-açúcar e as condições microclimáticas dentro de cada fragmento, não influenciaram de maneira distinta a capacidade de funcionamento dos estômatos.

Nas folhas de *P. vellosiana* presentes nos fragmentos, a epiderme da face adaxial não apresentou diferença quanto à espessura quando comparada entre folhas de borda e interior e entre os fragmentos. A epiderme é um tecido que responde às alterações ambientais. Segundo Castro, Pereira e Paiva (2009) a epiderme da face adaxial está mais exposta à radiação solar, temperaturas mais elevadas e ventos, ou seja, pressões que podem significativamente alterar a morfologia do tecido. Tanto a matriz de pasto quanto a de cana-de-açúcar, que circundam esses fragmentos, não influenciaram de maneira distinta o microclima presente ao longo dos 80m dos transectos dentro dos fragmentos, o que poderia causar diferenciação quanto à espessura da epiderme. Segundo Castro, Pereira e Paiva (2009) a epiderme da face abaxial reflete menos os fatores ambientais quando comparada à epiderme da face adaxial.

Maiores espessuras do parênquima esponjoso foram observadas em relação ao parênquima paliçádico, que segundo Júnior et al. (2009) favorecem a luz difusa, e as células do parênquima esponjoso com formato irregular e espaços intercelulares, presentes em folhas de *P. vellosiana* geram maiores quantidades de luz difusa, aumentando sua absorção tornando mais eficiente a distribuição de luz no interior da folha (VOGELMANN; NISHIO; SMITH, 2006).

A relação parênquima paliçádico/esponjoso pode representar um fator adaptativo da planta às condições ambientais em que ela se encontra (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009), mostrando que as condições microclimáticas desses fragmentos estudados e que a influência do tipo de matriz que circunda os fragmentos podem estar interferindo de maneira semelhante na adaptação de *P. vellosiana*.

O floema está diretamente relacionado com o transporte de fotossintatos das folhas para os órgãos drenos (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009), maiores valores encontrados para o floema pode refletir maior potencial para translocação e conseqüentemente promover maior desenvolvimento de indivíduos de *P. vellosiana*. Para os indivíduos dessa espécie, que foram amostrados nesse estudo, o floema mais espesso foi encontrado nas folhas dos indivíduos do fragmento de Monte Alegre. O que pode ser uma indicação que esses indivíduos possam estar melhores adaptados em Monte Alegre e conseqüentemente a matriz de pasto, que faz contato com esse fragmento, pode não estar influenciando de maneira negativa o crescimento dessa espécie.

De acordo com esses resultados do índice de vulnerabilidade (IV), as folhas de *P. vellosiana* presentes na borda do fragmento da Pousada do Porto possuem maior IV e parecem possuir um menor potencial para a condutividade de água e nutrientes, pois o sistema vascular é menos protegido contra embolias (CARLQUIST, 1975). O IV foi menor nas folhas dos indivíduos do fragmento de Monte Belo o que reforça que a matriz de pastagem, quando comparada com a matriz de cana-de-açúcar, no caso dos fragmentos em estudo, pode estar afetando de maneira mais sutil os indivíduos de *P. vellosiana*.

De acordo com a classificação de Viana e Pinheiro (1998) os fragmentos estudados foram considerados muito alongados (fator de forma  $<0,6$ ) e quanto mais irregulares são os formatos, maior é o total de bordas do fragmento (JUVANHOL et al., 2011). O tamanho do fragmento é um fator que está relacionado diretamente com os efeitos de borda, ou seja, quanto menor for um fragmento florestal, maior será a razão borda/área, assim, fragmentos menores estarão mais sujeitos a maiores intensidades dos efeitos de borda (ZUDEIMA et al., 1996).

Lomolino e Weiser (2001) consideram que o tamanho mínimo para um fragmento manter suas funções e a diversidade de espécie é de 100 ha. De acordo com esses autores, o fragmento da Pousada do Porto foi considerado pequeno com 72,3ha, já o fragmento de Monte Alegre com a área estudada de 229,6 ha foi considerado grande. De acordo com informações coletadas nos fragmentos, que estão localizados em propriedades rurais particulares, há indicação que o fragmento menor (Pousada do Porto) possui característica de formação secundária. Pode ser observado nesse fragmento, que as espécies apresentam DAP abaixo de 40 cm. Enquanto o fragmento de Monte Alegre possui formação primária, com poucas alterações em suas características originais de estrutura e com presença de espécie que possuem DAP em torno de 40 a 50 cm (dados não mostrados).

A distância de 80 m dos transectos que foi fixada no lado sul dos fragmentos, na divisa com as matrizes, não foi suficiente para atingir o centro destes. Essa distância pode estar relacionada com a similaridade encontrada nos dados microclimáticos ao longo da borda em direção ao interior. Demonstrando que os efeitos de borda podem ainda ser notados a 80 m de distância em direção ao centro dos fragmentos, e que pra esses fragmentos, as matrizes distintas não influenciaram nas características foliares da espécie.

Estudos realizados por Prevedello e Vieira (2010) indicam que o tipo de matriz tem influência sobre a biodiversidade, mas esses efeitos são menores quando comparados com o tamanho dos remanescentes e seu isolamento.

Contudo, deve-se salientar, que nesse estudo, foram levados em consideração apenas dois fragmentos, ou seja, um circundado por matriz de pastagem e outro por matriz de cana-de-açúcar. O que não podem ser conclusivos em relação à maior ou menor adaptabilidade da espécie num ambiente onde possa haver interferência de uma matriz de pasto ou de cana.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, parece não haver um padrão muito claro sobre até que ponto a matriz de pasto e de cana-de-açúcar, que circundam os fragmentos, podem afetar o crescimento e desenvolvimento de *Psychotria vellosiana* vegetando tanto na borda quanto a 80m em direção ao interior dos fragmentos. Entretanto, alguns parâmetros analisados (clorofila **a**, parênquima esponjoso, floema e índice de vulnerabilidade) demonstram que esta espécie pode estar melhor adaptada no fragmento de Monte Alegre circundado por pastagem. Ainda assim, faz-se necessária uma análise mais detalhada, incluindo parâmetros que não foram aqui considerados, como: disponibilidade hídrica e teor de nutrientes do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. P. et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, jan/fev, 2004.
- ARAÚJO, C. G.; CARDOSO, V. J. M. Storage in cerrado soil and germination of *Psychotria vellosiana* (Rubiaceae) seeds. **Braz. J. Biol.**, v. 66, n. 2, p. 709-717, 2006.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP. 2003.41p.
- CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution**. Berkeley: University of California Press, 1975, 259 p.
- CASTRO, E. M. et al. Crescimento e anatomia foliar de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) submetidas a diferentes fotoperíodos **Ciênc. Agrotec**, v. 27 n. 6, p. 1293-1300, 2003.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009, 234p.
- DEBINSKI, D. M.; HOLT, R. D. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. **Conservation Biology**, v.14, p. 342-355, 2000.
- HOLANDA, A. C. et al., Estruturas de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p.103-114, 2010.
- JULES, E. S. SHAHANI, P. A. broader ecological context to habitat fragmentation: why matrix habitat is more important than we thought. **Journal of Vegetation Science**, v. 14, p. 459-464, 2003.
- JUNIOR, A. E. et al. Variação na estrutura foliar de *Mikania glomerata* Spreng. (Asteraceae) sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasil. Bot.** v. 32, n. 4, p. 749-758, 2009.
- JUVANHOL, R. S. et al. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul. Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 353-364, 2011.
- KOZLOWSKI, T.; KRAMER, P. I.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. London: Academic Press, 1991. 657 p.
- KRAUS, J. E.; ARDUIM, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997, 221 p.
- LOMOLINO, M. V.; WEISER, M. D. Towards a more general species–area relationship: diversity on all islands, great and small. **Journal of Biogeography**, v. 28, p. 431–445, 2001.

- METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, p. 1147-1161, 2000.
- MORAES, T. M. S. et al. Comparative leaf anatomy and micromorphology of Psychotria species (Rubiaceae) from the Atlantic Rainforest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n.1, p. 178-190, 2011.
- MURPHY, H. T.; LOVETT-DOUST, J. Context and connectivity in plant metapopulations and landscape mosaics: does the matrix matter? **Oikos**, v. 105, p. 3–14, 2004.
- PERFECTO, I. & VANDERMEER, J. Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: Ants in coffee plantations in southern Mexico. **Conservation Biology**, v.16, p. 174-182, 2002.
- PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. **Biodivers Conserv.**, v. 19, p. 1205–1223,2010.
- RICKETTIS, T. H. The Matrix Matters: Effective Isolation in Fragmented Landscapes. **The American Naturalist**, v. 158, n. 1, p. 87-99, 2001.
- VENDRAMINI, F. et al. Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species. **New Phytologist**, v. 154, p. 147-157, 2002.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.
- VOGELMANN, T. C., NISHIO, J. N.; SMITH, W. K. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in Plant Science**, v. 1, p. 65-70, 1996.
- YOUNG, A. G., BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 11, p. 413-418, 1996.
- WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**. v. 144, p. 307–313, 1994.
- ZUDEIMA, P. A.; SAYER, J. A.; DIJKMAN, W. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. **Environmental Conservation**, v. 23, p. 290-297, 1996.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos estudos relacionados ao processo de fragmentação florestal demonstram que a principal consequência desse processo é o chamado efeito de borda. A criação de bordas implica em alterações ambientais dentro do habitat. Em relação ao interior do fragmento, a borda pode apresentar mudanças microclimáticas como aumento da temperatura, da radiação solar, da intensidade de ventos e consequentemente uma redução da umidade relativa do ar.

As populações de espécies vegetais que estão adaptadas a determinadas condições microclimáticas de temperatura, luminosidade e umidade podem sofrer alterações e até mesmo serem eliminadas. Diversas espécies de árvores são consideradas sensíveis à borda e sua abundância pode diminuir em locais mais próximos a essa região. Enquanto outras espécies podem se beneficiar com a fragmentação e sua abundância tende a aumentar na borda ou ainda em fragmentos pequenos.

*Psychotria vellosiana* é uma espécie arbustiva que pertence à família Rubiaceae ocorrendo principalmente em locais sombreados. Não se conhece a resposta dessa espécie frente ao processo de fragmentação.

Nos fragmentos estudados, os indivíduos de *P. vellosiana* não sofreram grandes influências em suas características morfoanatômicas dentro da faixa de 80m de distância da borda em direção ao interior. A ausência de diferença nos dados microclimáticos pode indicar que os fragmentos menores estejam sofrendo, em toda sua extensão, os efeitos de borda, além disso, deve-se levar em conta que a distância de 80m não foi suficiente para atingir o centro dos fragmentos.

Parece não haver um padrão muito claro sobre até que ponto a matriz de pastagem e cana-de-açúcar, especificamente nesses fragmentos, podem afetar o crescimento e desenvolvimento de indivíduos de *P. vellosiana* vegetando tanto na borda quanto a 80m em direção ao interior dos fragmentos.

Entretanto, vale ressaltar, que se fazem necessárias análises mais detalhadas, incluindo parâmetros que não foram considerados nesse estudo. Do ponto de vista de aplicações práticas, esse estudo pode fornecer informações que sirvam como subsídio para manejo, visando à conservação dos fragmentos florestais.