



KATIUSCIA FREIRE DE SOUZA

**COMPARAÇÃO DA ANATOMIA FOLIAR DE
Myrsine coriacea E *Myrsine umbellata* EM
DIFERENTES COTAS ALTITUDINAIS**

**LAVRAS- MG
2014**

KATIUSCIA FREIRE DE SOUZA

**COMPARAÇÃO DA ANATOMIA FOLIAR DE *Myrsine coriacea* E
Myrsine umbellata EM DIFERENTES COTAS ALTITUDINAIS**

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

Orientador

Dr. Evaristo Mauro De Castro

**LAVRAS- MG
2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Souza, Katiúscia Freire de.

Comparação da anatomia foliar de *Myrsine coriacea* e *Myrsine
umbellata* em diferentes cotas altitudinais / Katiúscia Freire de
Souza. – Lavras : UFLA, 2014.

50 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Evaristo Mauro de Castro.

Bibliografia.

1. Altitude. 2. Anatomia ecológica. 3. Primulaceae. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 583.67

KATIUSCIA FREIRE DE SOUZA

**COMPARAÇÃO DA ANATOMIA FOLIAR DE *Myrsine coriacea* E
Myrsine umbellata EM DIFERENTES COTAS ALTITUDINAIS**

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

APROVADO em 27 de fevereiro de 2014

Dra. Adriana Tiemi Nakamura UFLA

Dr. João Antônio Argenta UNILAVRAS

Dr. Evaristo Mauro De Castro

Orientador

**LAVRAS- MG
2014**

*Aos meus pais, Ademar e Fátima.
Ao meu irmão Wallace (in memoriam).*

DEDICO

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, por iluminar e abençoar minha vida, por me permitir sonhar!

Aos meus pais, Ademar e Fátima, pelo apoio e por tudo que sempre fizeram por mim. Pela simplicidade, amizade, carinho, e principalmente, exemplo fundamental no meu dia a dia. Pelo aconchego e por sempre acreditarem na minha capacidade de realizar!

Ao meu irmão Wallace, que sempre fará parte da minha vida.

A todos os meus professores, que certamente contribuíram para minha formação.

À Rosana, que sempre confiou e acreditou na minha capacidade, por todo incentivo e exemplo, por ser mais que uma orientadora, por ser minha amiga.

Ao Professor Evaristo, meu orientador, pelos ensinamentos, pela confiança em mim depositada, que foi fundamental para minha formação profissional.

Aos professores do Programa de Pós- graduação em Botânica Aplicada pelos ensinamentos. Ao Ítalo por todo o suporte no laboratório, ao Fernando e Eliana por serem sempre tão solícitos.

Ao Tácio, Elícia, Maíra e Tuani pelo auxílio nas análises anatômicas.

Ao Wedley, Patrícia e Bruna pelas aventuras da coleta.

A todos os amigos e colegas do Programa de Pós- graduação em Botânica Aplicada por todos os momentos divertidíssimos vividos.

A todos meus amigos, aos de longa data e aos mais recentes, por sempre me incentivarem, compreenderem a ausência e torcerem por minhas conquistas.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Biologia por propiciar a realização deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa.
Sem vocês não seria possível.

RESUMO

Anatomia ecológica é uma importante ferramenta para o estudo da plasticidade morfológica das plantas quando as mesmas estão submetidas a diferentes pressões ambientais. O gênero *Myrsine* L. é nativo do Brasil e suas espécies são comuns nas florestas do sudeste brasileiro, possuindo ampla distribuição, abrangendo diversas formações florestais brasileiras. Sua ocorrência é comum na Mata Atlântica, ocorrendo também nas cotas altimétricas mais elevadas. Objetivou-se neste estudo analisar a anatomia foliar de *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult e *Myrsine umbellata* Mart. em diferentes níveis de altitude (1700 m, 1900 m e 2100 m) em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana. A caracterização anatômica foi realizada por meio de secções paradérmicas e transversais. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de scott-knott. Em *Myrsine coriacea* a densidade estomática foi menor no nível de altitude mais elevado, e a espessura dos tecidos foliares aumentou na altitude de 2100 m. Já em *M. umbellata*, a densidade estomática aumentou na altitude mais elevada assim como o índice estomático, e em relação aos tecidos foliares houve aumento da espessura a 2100 m de altitude. Pode-se dizer que, a altitude juntamente com os fatores ambientais ligados a ela propiciam modificações na estrutura interna da planta.

Palavras-chave: Anatomia ecológica. Estômatos. Floresta nebulosa. *Myrsine*. Primulaceae.

ABSTRACT

Ecologic anatomy is an important tool for the study of morphological plasticity of plants when they are exposed to different environmental pressure. *Myrsine* L. genus is native from Brazil and their species are common in the forest of Southeastern Brazil, having wide distribution, covering various Brazilian forest areas. Their occurrence is common in the Atlantic Forest, also occurring in higher elevations. The aim of this paper is to analyze the leaf anatomy of *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult and *Myrsine umbellata* Mart. in different altitude levels (1,700 m, 1,900 m and 2,100 m) in Montane Tropical Rain Forest. The anatomical characterization was performed by paradermic and transversal sections. The data were submitted to analysis of variance and the Scott-Knott test. In *Myrsine coriacea* stomatal density was lower in the higher level of altitude, and thickness of leaf tissue increased at 2,100 m altitude. While in *M. umbellata*, the stomatal density increased at higher altitude as well as the stomatal index, and in relation to leaf tissue it was increased in thickness at 2100 m altitude. Therefore, the altitude along with environmental factors linked to it provide changes to the internal structure of the plant.

Keywords: ecological anatomy, stomata, cloud forest, *Myrsine*, Primulaceae.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 A imagem do Google abaixo demonstra a área total da Fazenda Pinhão Assado e dentro desta a área da RPPN Alto-Montana..... 25
- Figura 2 Vista geral da área de estudo, com nevoeiro típico em florestas nebulares..... 26
- Figura 3 Secção paradérmica de folhas de *Myrsine umbellata* coletadas em (a) 1700 m; (b) 1900 m; (c) 2100 m em uma Floresta Ombrófila Densa, Itamonte - MG. Barras: 20 µm. 35
- Figura 4 Secção paradérmica de folhas de *Myrsine coriacea* coletadas em (a) 1700 m; (b) 1900 m; (c) 2100 m em uma Floresta Ombrófila Densa, em Itamonte- MG. Barras: 20 µm..... 36
- Figura 5 Secções transversais de folhas de *Myrsine umbellata* coletadas a (a) 1700 m; (b) 1900 m; (c) 2100 m em uma Floresta Ombrófila Densa, em Itamonte- MG. (d) detalhe da epiderme foliar a 1700 m; (e) detalhe da epiderme foliar a 1900 m; (c) detalhe da epiderme foliar a 2100m. 41
- Figura 6 Secções transversais de folhas de *Myrsine umbellata*. (a) Detalhe da nervura central a 1700 m; (b) Detalhe da nervura central a 1900 m; (c) Detalhe da nervura central a 2100 m em uma Floresta Ombrófila Densa, em Itamonte- MG. (d) Detalhe da parte superior da nervura; (e) Detalhe de uma cavidade secretora típica do mesofilo; (f) Detalhe de uma célula diferenciada na região subepidérmica. 42

Figura 7 Secções Transversais de folhas de *Myrsine coriacea* (a) a 1700 m; (b) a 1900 m; (c) a 2100 em uma Floresta Ombrófila Densa, em Itamonte- MG. (d) Detalhe da parte superior da nervura evidenciando idioblastos cristalíferos; (e) Detalhe de uma cavidade secretora; (f) Detalhe de uma célula diferenciada na região subepidérmica. 43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise estomática de <i>Myrsine umbellata</i> em diferentes níveis de altitude em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, em Itamonte, MG.	30
Tabela 2	Análise estomática de <i>Myrsine coriacea</i> em diferentes níveis de altitude em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, em Itamonte, MG.	33
Tabela 3	Espessura dos Tecidos Foliare de <i>Myrsine umbellata</i> em diferentes níveis de altitude em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, em Itamonte, MG.....	38
Tabela 4	Espessura dos Tecidos Foliare de <i>Myrsine coriacea</i> em diferentes níveis de altitude em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, em Itamonte, MG.....	39

LISTA DE SIGLAS

O ₂	Gás Oxigênio
CO ₂	Gás Dióxido de Carbono
SISVAR	Sistema de Análise de Variância para dados Balanceados
UV	Radiação Ultravioleta

LISTA DE SÍMBOLOS

<	Menor que
°C	Graus Celsius
μm	Micrômetro
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro quadrado
cm ²	Centímetro quadrado
Km ²	Quilômetro quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Floresta atlântica, serra Mantiqueira e floresta nebulosa.....	17
2.2	Influência da altitude nas plantas.....	18
2.3	Família Primulaceae: gênero <i>Myrsine</i>	21
2.4	<i>Myrsine coriacea</i> : características gerais.....	21
2.5	<i>Myrsine umbellata</i> : características gerais.....	22
2.6	Área de estudo	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Anatomia foliar de <i>Myrsine umbellata</i> e <i>M. coriacea</i>	27
3.2	Análise estatística	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1	Análise das características da anatomia foliar de <i>Myrsine coriacea</i> e <i>Myrsine umbellata</i>	29
5	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIA	45

1 INTRODUÇÃO

A vegetação da Mata Atlântica é conhecida principalmente por sua exuberância e diversidade, sendo considerada uma das mais ricas do planeta comportando uma enorme variedade de espécies de importância ecológica e econômica (CAMPANILI; SCHAFFER, 2010). A Mata Atlântica mineira é considerada a maior área do bioma, sendo assim, é de fundamental importância a conservação do mesmo. Na zona da mata mineira, cinco formações da Floresta Atlântica são encontradas, destacando-se as Florestas Ombrófilas Baixo-Montana e Altomontana (VALENTE et al., 2011).

Pode-se dizer que Florestas Altomontanas são consideradas ecossistemas únicos que ocorrem em regiões onde há formação constante de neblina na qual a vegetação exerce importante função como fonte captadora de água, no Brasil estes ecossistemas ocorrem principalmente na Mata Atlântica. (VENEKLAAS, 1990; HUTLEY et al., 1997).

De acordo com Meireles et al. (2008) o gênero *Myrsine* possui espécies típicas de níveis altimétricos elevados, sendo sua ocorrência frequente em formações altomontanas. Pode-se dizer que o gênero é típico de formações florestais nebulares (MEIRELES; SHEPHERD; KINOSHITA, 2008; BERTONCELLO, 2009).

De acordo com Esau (1974), Menezes, Silva e Pinna (2003) e Castro, Pereira e Paiva (2009) os fatores ambientais causam efeitos sobre os órgãos vegetais, sendo a estrutura da lâmina foliar a que mais se modifica em resposta à estas alterações, uma vez que esta é um dos órgãos mais plásticos da planta em relação às respostas a fatores ambientais.

As plantas exigem do meio abiótico: água, dióxido de carbono, radiação solar, adequadas características de solo além de uma faixa ótima de temperatura para germinar, crescer e reproduzir para que possa se instalar com sucesso em

qualquer habitat. Uma vez que, esses parâmetros mudam drasticamente na medida em que se eleva o gradiente altitudinal, infere-se que as plantas sejam forçadas a se adaptar nesse novo habitat, ou serão sujeitas a perecer em condições ambientais mais severas, como as encontradas em altas altitudes (ALONSO- AMELOT, 2008).

Percebe-se hoje que, no que diz respeito às pesquisas em anatomia ecológica, há diversos estudos que estão sendo realizados visando elucidar a relação existente entre a estrutura anatômica e os diversos fatores ambientais. Assim este trabalho teve por objetivo comparar a anatomia foliar de *Myrsine coriacea* e *Myrsine umbellata* presentes em três níveis de altitude distintos (1700 m, 1900 m e 2100 m) em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana inserida na Serra da Mantiqueira, no município de Itamonte, MG.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Floresta Atlântica, serra Mantiqueira e floresta nebulosa

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais sendo elas Florestas Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta bem como de ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude, que inicialmente ocupavam aproximadamente 1.300.000 km² distribuídos em 17 estados do território brasileiro. Hoje os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Além de ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, a Mata Atlântica regula o fluxo dos mananciais hídricos, assegura a fertilidade do solo, suas paisagens oferecem belezas cênicas, controla o equilíbrio climático e protege escarpas e encostas das serras, além de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

A Serra da Mantiqueira é parte integrante do domínio da Mata Atlântica, e integra várias formações florestais. O complexo da Serra da Mantiqueira estende-se pelo sudeste do país, abrangendo os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, constituindo uma importante área de conservação da diversidade biológica. Contudo, percebe-se que mesmo com tamanha importância na biodiversidade brasileira, trabalhos com descrições florísticas e estruturais na Serra da Mantiqueira ainda são poucos, a despeito da sua importância florística e ecológica (YAMAMOTO, 2009).

A Floresta Atlântica tem sofrido intensa exploração antrópica desde o período colonial, acompanhando os ciclos agrícolas e a demanda pela expansão das áreas cultivadas. Percebe-se que, atualmente, grande parte de seus

remanescentes está representado apenas por fragmentos de formações florestais secundárias (PEREIRA, 2006), sendo que os poucos núcleos ainda caracterizados como florestas primárias estão concentrados em áreas de altitude elevada e difícil acesso. Na Região Sudeste do Brasil, grande parte das florestas montanas encontra-se situada em altitudes elevadas do complexo montanhoso que inclui a Serra da Mantiqueira e Serra do Mar (PEREIRA, 2006).

O gradiente de altitude implica em transformações das condições ambientais e influencia a distribuição de espécies arbóreas (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). A temperatura, umidade do ar, a forma de chuva ou de neblina, se intermitente ou permanente, velocidade e intensidade dos ventos e, condições do solo como idade e disponibilidade de nutrientes são os principais fatores envolvidos nas variações de distribuição de espécies ao longo dos gradientes altitudinais (VALENTE et al., 2011).

2.2 Influência da altitude nas plantas

Ao longo de um gradiente de altitude, massas de ar podem se resfriar causando a formação de orvalho e neblina, chegando a ser formadas nas superfícies sólidas gotículas de água, como ocorre comumente nas matas nebulares de altitude (MCJANNET; WALLACE; REDDELL, 2007).

Eventos de neblina são uma importante fonte de água para vários ecossistemas terrestres, uma vez que molham a superfície das folhas das plantas sem interferir na quantidade de água do solo. Esta água pode escoar ou ser absorvida diretamente pela folha (LIMA, 2010).

Experimentos realizados por Lima (2010) evidenciam que as espécies são capazes de obter água diretamente pela folha, por via apoplástica, onde a água pode difundir diretamente pela cutícula. Este processo favorece a hidratação, o desempenho ecofisiológico, bem como, o crescimento e

sobrevivência da planta mesmo sob baixa disponibilidade hídrica do solo. E no caso de espécies de *Myrsine*, os tricomas podem ser estruturas importantes para a absorção de água.

Embora a entrada de água por meio das folhas seja em quantidade pequena mediante toda a água utilizada pela planta diariamente, esta água pode contribuir para manter o status hídrico da planta quando a disponibilidade de água no solo é baixa (SIMONIN; SANTIAGO; DAWSON, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2009).

O gradiente altitudinal ao longo de uma montanha é associado com alterações em um número de fatores ambientais, tais como ar, temperatura, precipitação da água, exposição ao vento, intensidade da luz, radiação, fertilidade do solo, pressão parcial de CO₂, entre outros fatores. Por outro lado, o gradiente sazonal, durante o período de crescimento, está também associado com alterações com parâmetros ambientais como fotoperíodo, temperatura do ar e disponibilidade de água. A combinação de todos estes fatores exerce uma pressão nas plantas, que é expressa por meio de mudanças não somente em sua morfologia e anatomia, mas também em sua fisiologia e produtividade. Em altitudes maiores as plantas estão expostas às médias mais baixas de temperaturas e maiores intensidades de luz, logo as mesmas desenvolvem mecanismos para suportar tais condições (KOFIDIS; BOSABALIDIS; MOUSTAKAS, 2003).

Segundo Körner (2007) há quatro principais alterações atmosféricas associadas com a altitude: (a) diminuição da pressão atmosférica total e pressão parcial de todos os gases atmosféricos dos quais O₂ e CO₂ são de particular importância para a vida, (b) a redução da temperatura atmosférica, com implicações para a umidade do ambiente, (c) o aumento da radiação solar, e (d) uma fração maior de radiação UV-B total.

A redução da pressão parcial tem um impacto significativo sobre a troca de gases nas plantas. Em plantas, o efeito líquido é ainda mais reduzido pelo fato de 70-80% do total da resistência à transferência de CO₂ entre o ar e os cloroplastos está na fase líquida, o que não é influenciada pela pressão. A maioria das plantas alpinas tem o número de estômatos aumentado (KÖRNER, 2003), e pode-se dizer que isto ocorre para compensar a baixa pressão de CO₂ no ambiente (KÖRNER, 1989).

Sob condições de elevada altitude, a radiação solar tende a aumentar devido à turbidez atmosférica reduzida. No entanto, a radiação solar em geral, a taxa por dia, em particular, não interfere diretamente nas plantas, visto que, os organismos estão inseridos num ambiente com grande ocorrência de nuvens e neblina, que tende muitas vezes a aumentar com a elevação da altitude (KÖRNER, 2007). Sendo que o mesmo pode-se inferir para taxas de radiação UV-B, uma vez que, as nuvens e nevoeiro podem atuar de modo a amenizar os efeitos desta sobre as plantas.

A radiação absorvida pela planta e que não é usada na fotossíntese é dissipada através da emissão de irradiação e transpiração. Se não houvesse dissipação de calor, a temperatura das folhas atingiria níveis muito elevados para as suas funções normais. As temperaturas mínima, máxima e ótima, variam para a mesma função em diferentes plantas, sendo que, a temperatura ótima para a fotossíntese é geralmente mais baixa do que a temperatura ótima para a respiração e esta relação é importante na determinação dos limites geográficos de ocorrência de grupos de plantas. Através da transpiração a água das folhas é transformada em vapor de água que passa para a atmosfera adjacente. A transpiração consome energia, portanto resfria a folha (PILAR, 1995).

Dessa forma, Körner (2007) sugere que com o aumento da altitude, temperaturas reduzidas, o aumento da exposição ao vento e a redução da oferta de nutrientes devem impactar negativamente as taxas de crescimento.

Em um estudo realizado por P'yankov e Kondrachuk (2003), os autores afirmam que mudanças nas características quantitativas em folhas de plantas alpinas são determinadas principalmente pelas condições de altitude e ambientais nos habitats da planta, uma vez que, diversas espécies de plantas têm a sua própria “altitude ideal”. Observa-se que a estrutura do mesofilo pode ser diferente em altitudes sub- e supra- ótima.

2.3 Família Primulaceae: gênero *Myrsine*

A família Myrsinaceae R. Br. é sinônimo heterotípico de Primulaceae Batsch ex Borkh. Sendo atualmente Primulaceae o nome usado para designar a família de acordo com a APG III. Primulaceae engloba onze gêneros, dentre eles *Myrsine*, nativo do Brasil (APG III, 2009; FREITAS, 2014).

Myrsine L. é um gênero pantropical com cerca de 26 espécies no Brasil, é um gênero nativo, porém não endêmico, que possui distribuição nos domínios amazônico, caatinga, cerrado e Mata Atlântica (FREITAS, 2014).

2.4 *Myrsine coriacea*: características gerais

Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult, são arbustos e arvoretas, que medem entre quatro a sete metros de altura, possuem ramos cilíndricos com cicatrizes e pilosos. As folhas cartáceas, ovadas a elípticas, possuem pontuações na face abaxial, base aguda, ápice agudo, margem inteira revoluta, a nervura principal pilosa em ambas as faces com tricomas ramificados, nervuras secundárias inconspícuas em ambas as faces; pecíolos cilíndricos e pilosos. Flores estaminadas pentâmeras, pedicelos pilosos. Ocorre preferencialmente em regiões abertas e na orla da mata. As folhas e ramos terminais são cobertos total ou parcialmente por tricomas ramificados, de

colocação ferrugínea. É conhecida popularmente como capororoca (FREITAS; CARRIJO, 2008).

A espécie possui ampla distribuição, nas Américas do Sul e Central, é comum em diferentes ambientes, sendo considerada espécie pioneira e recomendada na recuperação de ambientes degradados, é conhecida popularmente como canela-azeitona, azeitona-do-mato, camará, capororocaçu, capororoca vermelha, pororoca, capororoca-mirim (LORENZI, 1992).

2.5 *Myrsine umbellata*: características gerais

Myrsine umbellata Mart. vulgarmente conhecida como capororocão, ou capororoca- verdadeira possui abrangência desde o estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul em quase todas as formações vegetais (LORENZI, 1998; FREITAS, 2003; FREITAS; KINOSHITA, 2005). É uma espécie amplamente distribuída, com ocorrência em diversos habitats e bastante frequente na Mata Atlântica, tanto em mata primária como em capoeiras e áreas abertas e nas matas de araucárias do sudeste paulista (LORENZI 2002; FREITAS 2003), sendo comum nas cotas altimétricas mais elevadas na região de Monte Verde na Serra da Mantiqueira (MEIRELES; SHEPHERD; KINOSHITA, 2008).

Segundo Backes e Irgang (2002) a semente germina facilmente em qualquer tipo de solo, após os frutos passarem pelo tubo digestivo dos animais que os consomem. Assim, a espécie torna-se bastante agressiva em campos, capoeira, ou mesmo em ambiente urbano. Os autores relatam que a espécie possui uma importância ecológica por ser pioneira, sendo indicada para a recuperação de áreas degradadas de campo ou de vegetação secundária.

De acordo com Lorenzi (1998) a planta é perenifólia e heliófita sendo encontrada em várias áreas de floresta pluvial atlântica, não exigindo condições

especiais de solo e umidade, sua ocorrência pode ser em matas primárias bem como em capoeiras e áreas abertas ou nos capões do planalto meridional.

Corroborando com a informação de Lorenzi supracitado, Backes e Irgang (2002) observaram que *Myrsine umbellata* é uma espécie de médio porte que pode atingir até 20 m de altura, com fustes curtos e retos de até 50 cm de diâmetro. Possui casca cinzento-esverdeada, grossa, verrugosa, com fissuras longitudinais. As folhas são simples, alternas, coriáceas, verde-escuras, sendo brilhantes e visivelmente nervadas na face adaxial e opacas com glândulas esparsas na face abaxial.

Quanto à fenologia, Lorenzi (1998) afirma que a espécie floresce durante os meses de dezembro a janeiro e de junho a julho. A frutificação ocorre de março a dezembro, produzindo anualmente abundante quantidade de sementes viáveis, amplamente disseminadas por pássaros.

Economicamente a madeira pode ser empregada na construção civil, confecção de móveis bem como para lenha e carvão, casca possui propriedades medicinais, possuindo importante fonte de tanino sendo indicada na medicina popular para mal estomacal, cólicas e prisão de ventre, há relatos ainda de sua utilização para curtir couro, a árvore possui qualidades ornamentais e é indicada para paisagismo (LORENZI, 1998; BACKES; IRGANG, 2002; BOSCOLO; SENNA-VALLE, 2008). Em estudos fitoquímicos evidenciou-se a presença de glicosídeos flavônicos, esteróides e triterpenóides, amino grupos, glicosídeos saponínicos e taninos. (MAZZA et al., 2000).

2.6 Área de estudo

Em razão da grande exploração de madeira em todo o mundo, as áreas florestais têm sido submetidas a exaustivo desmatamento, com a finalidade de atender às necessidades humanas. Por sua vez, a própria demanda de produtos

florestais tem aumentado consideravelmente a cada ano. Mesmo que as monoculturas de espécies exóticas bem adaptadas, como *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp, estejam assumindo papel muito importante diante do fornecimento de madeira à indústria, as florestas nativas continuam a representar a maior fonte de matéria prima. A extração seletiva, embora não represente a principal atividade responsável pela devastação das florestas brasileiras, constitui uma prática perigosa com risco de extinção de várias espécies. Assim, percebe-se a necessidade de se realizarem, pesquisas com espécies nativas que levem ao amplo conhecimento das mesmas visando sua preservação (PINHEIRO; CARMO 2009).

A criação de áreas protegidas na Mata Atlântica avançou expressivamente ao longo dos últimos anos, com a contribuição das várias esferas do governo, por meio de leis e mais recentemente da iniciativa privada.

O município de Itamonte localiza-se na Mesorregião Sul de Minas Gerais, mais precisamente nas mediações da Serra da Mantiqueira, na divisa com o estado do Rio de Janeiro. Ocupando uma área de aproximadamente 431,786 km², seu relevo predominante é do tipo montanhoso, permeado por vales significativos, com altitudes variando entre 900 m a 2790 m. No município predomina o tipo climático Cwb, com estação seca no inverno e verões curtos e suaves. A temperatura média anual é de 18,8°C, sendo a média do mês mais quente cerca de 30 °C e a do mês mais frio 13°C. Normalmente os verões são chuvosos, e quanto aos invernos, as baixas temperaturas tornam as manhãs dominadas por nevoeiros e não muito incomum à formação de geadas (POMPEU, 2011; SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO SUSTENTÁVEL; PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAMONTE; CONSELHO MUNICIPAL DE TURISMO, 2013).

A Fazenda Pinhão Assado, local da coleta, está localizada em área prioritária para a conservação da biodiversidade segundo as Nações Unidas,

sendo a preservação das espécies nela contida inquestionável para a conservação da Mata Atlântica na Serra da Mantiqueira. Dos 1050 hectares de extensão da propriedade, 672 hectares foram destinados exclusivamente para a conservação da Mata Atlântica em caráter perpétuo através da criação da RPPN Alto-Montana (Figura 1).



Figura 1 A imagem do Google abaixo demonstra a área total da Fazenda Pinhão Assado e dentro desta a área da RPPN Alto-Montana.
Fonte: <http://institutoaltomontana.blogspot.com.br/>

3 MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal de *Myrsine coriacea* e *Myrsine umbellata* foi coletado em uma formação de Floresta Ombrófila Densa, também considerada Floresta Nebular devido à constância de nevoeiro na região, entre as cotas de 1700 m, 1900 m e 2100 m acima do nível do mar, estando a floresta inserida na Serra da Mantiqueira, domínio da Mata Atlântica (Figura 2).

A coleta foi realizada no mês de janeiro de 2013, nas cotas de 1700 m, 1900 m, 2100 m. O espécime vegetal foi coletado de indivíduos adultos de ambas as espécies, na face sudoeste da copa. As exsicatas foram depositadas no herbário do Jardim Botânico RB: *Myrsine coriacea* RB 560740 e *Myrsine umbellata* RB 560723.



Figura 2 Vista geral da área de estudo, com nevoeiro típico em florestas nebulares.

Fonte: Próprio autor

3.1 Anatomia foliar de *Myrsine umbellata* e *M. coriacea*

O estudo da caracterização anatômica foi conduzido no Laboratório de Anatomia Vegetal, Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram coletadas folhas completamente expandidas, livres de patógenos e herbivoria, de 4 indivíduos de *Myrsine coriacea* e *M. umbellata* por cota de altitude (1700 m, 1900 m, 2100 m), nas quais foram realizadas secções paradérmicas e transversais em 6 folhas por indivíduo, sendo analisados 6 campos por folha.

As secções paradérmicas foram realizadas na superfície adaxial e abaxial da folha, à mão livre, com auxílio de lâmina de aço. As secções foram clarificadas em solução de hipoclorito de sódio a 50%, por aproximadamente 1 minuto e em seguida lavadas em água destilada duas vezes por cerca de 10 minutos, as mesmas foram coradas com safranina 1% e montadas em lâmina e lamínula com glicerina 50% (KRAUS; ARDUIN, 1997). As imagens foram obtidas com auxílio de microscópio Olympus CX 31 com sistema de captura acoplado. A análise das características estomáticas foi realizada por meio do software UTHSCSA-Imagetool[®] versão 3.0. Foram calculados a densidade (número de estômatos por mm²), o índice estomático [(número de estômatos/ número de estômatos + número de células estomáticas) x 100] e a funcionalidade estomática que consiste na relação do diâmetro polar e diâmetro equatorial do estômato de acordo com Castro, Pereira e Paiva (2009).

Para obtenção das secções transversais foram retirados fragmentos de aproximadamente 1 cm² da região mediana da folha contendo a nervura central. Para a confecção de lâminas permanente os fragmentos foliares foram desidratados em série crescente de etanol e a inclusão foi realizada em resina hidroxietilmetacrilato Leica[®] segundo protocolo do fabricante. Secções transversais, de cerca de 5 µm foram realizadas com auxílio de micrótomo

rotativo semi-automático e coradas com azul de toluidina a 0,05% (FEDER; O'BRIEN, 1968) e montada em resina sintética Permount®. As fotografias foram obtidas com auxílio de microscópio óptico Zeiss com sistema de captura acoplado e as imagens analisadas por meio do software UTHSCSA-Imagetool® versão 3.0, no qual foram mensurados valores da espessura dos tecidos foliares: epiderme da face adaxial (EAD), parênquima paliçádico (PP), parênquima esponjoso (PE), espessura total do limbo (LF), epiderme da face abaxial (EAB), bem como cutícula da superfície adaxial (CUT).

3.2 Análise estatística

Os dados obtidos referentes à anatomia de *Myrsine coriacea* e *M. umbellata* foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 95% de confiança, por meio do programa estatístico SISVAR, versão 4.6 (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise das características da anatomia foliar de *Myrsine coriacea* e *Myrsine umbellata*

As folhas *Myrsine umbellata* são hipoestomáticas e os estômatos classificados como anisocítico, as paredes das células epidérmicas possuem contorno sinuoso (Figura 3), observou-se que a espécie possui tricomas glandulares dispersos na epiderme da face abaxial, corroborando com os dados de Pereira (2012).

Por meio da análise da Tabela 1, percebe-se que as médias de densidade estomática aumentaram na medida em que se elevou a altitude, assim como observado para a variável índice estomático. Este resultado corrobora com os dados observados por Cruz (2013), no qual os autores constataram aumento na densidade e índice estomático em folhas de *Drimys brasiliensis* quando as mesmas estavam submetidas a um aumento de altitude. Os autores inferiram que este aumento ocorreu devido à menor disponibilidade de CO₂ atmosférico, de modo que o aumento da densidade estomática seria uma estratégia da planta de modo a compensar a menor disponibilidade de gases não havendo dessa maneira dano ao processo fotossintético quando a planta estiver sujeita a elevadas altitudes.

Ambientes montanhosos possuem diferentes níveis de altitude ao longo de seu relevo, e isso implica alterações atmosféricas, como a diminuição da pressão parcial dos gases atmosféricos, dentre eles O₂ e CO₂, além de redução da temperatura, aumento da radiação solar e elevação da radiação UV-B nos níveis mais elevados. Quando cultivadas em níveis maiores de dióxido de carbono a maioria das espécies respondem por reduzir o número de estômato que se formam na superfície da folha. Contudo, a influência do CO₂ na origem dos estômatos é dependente da umidade, sendo que, uma maior resposta é observada

em umidades elevadas (WOODWARD, 1987; LAKE; WOODWARD, 2008) condições similares a da área de estudo, uma vez que a presença de nevoeiro é constante no local.

Tabela 1 Análise estomática de *Myrsine umbellata* em diferentes níveis de altitude em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, em Itamonte, MG.

	1700	1900	2100
DQ (μm)	15,66 a	12,74 b	13,13 b
DP (μm)	20,49 a	16,33 b	16,29 b
DE (estômatos/ m^2)	220,05 c	258,98 b	290,65 a
IE %	28,96 b	35,46 a	36,66 a
FE (DP/DQ)	1,31 a	1,28 a	1,24 b

DQ = Diâmetro equatorial dos estômatos; DP = Diâmetro polar dos estômatos; DE = Densidade estomática; IE = Índice estomático; FE = Funcionalidade estomática. Todos os valores são expressos como a média. Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $P < 0,05$.

Em estudos realizados por Woodward, Lake e Quick (2002) foi constatado que a densidade estomática de *Vaccinium myrtillus* aumentou com o aumento da altitude, assim como Qiang et al. (2003) também evidenciou em seu estudo que a densidade estomática de *Picea crassifolia*, aumentou em altitudes de até 3.000 m. Esses estudos corroboram com os dados observados para *Myrsine umbellata*, onde verificou-se que a densidade aumentou de cerca de 220 estômatos/ mm^2 na cota de 1700 m para cerca de 259 estômatos em 1900 m, atingindo uma média de 291 estômatos/ mm^2 na cota de 2100 m.

Os estômatos são poros na epiderme que tem como função diminuir a resistência para a difusão e circulação de gases e vapor de água entre a planta e o ambiente. O desenvolvimento do estômato e o ajuste da abertura do poro estomático são regulados por complexas redes reguladoras que incorporam estímulos ambientais para otimizar a capacidade de fotossíntese e minimizar a perda de água. Alguns genes envolvidos na regulação, diferenciação ou densidade estomática também estão envolvidos em respostas a estresses

hormonais e ambientais, sendo que estes podem fornecer uma ligação entre a modulação do desenvolvimento estomático ou função, em resposta às alterações no ambiente (PILLITTERI; DONG, 2013).

Foi observado em *Arabidopsis* sp. que o gene HIC (Alta de dióxido de carbono) desempenha um papel fundamental na modulação do índice estomático quando os níveis de CO₂ variam (PILLITTERI; DONG, 2013).

Em um estudo realizado por Gray et al. (2000) foi observado que os mutantes HIC produziam mais estômatos sob condições de altos níveis de CO₂ do que o tipo selvagem. De acordo com o autor, uma hipótese seria que a cera cuticular atuaria como uma alternativa ou um composto intermediário utilizado na sinalização do desenvolvimento estomático sendo provável que a permeabilidade da cutícula a entrada de água ou CO₂ desempenhasse um papel no fenótipo do mutante HIC. Isto é sugerido pelo fato de que vários outros mutantes defeituosos na produção de cera cuticular exibiram índices estomáticos aumentados ou diminuídos.

Sinais de longo alcance têm sido suspeitos de regular o desenvolvimento dos estômatos em toda a extensão da planta. Em *Arabidopsis*, quando as folhas maduras são expostas a níveis de CO₂ elevado, o desenvolvimento de novas folhas apresenta densidade estomática reduzida, considerando assim, que o sinal de longo alcance deve traduzir a informação a partir de folhas maduras para folhas emergentes (PILLITTERI; DONG, 2013).

Alguns estudos (KÖRNER; BANNISTER; MARK, 1986; KÖRNER, 2003; KÖRNER 2007; CASSON et al., 2009; CASSON; HETHERINGTON, 2010), apontam que o aumento da densidade e índice estomático ocorre devido a influência da luz. Em elevadas altitudes a intensidade de luz tende a ser maior do que em baixas altitudes devido à menor camada entre a atmosfera e o dossel das árvores. O fotorreceptor da luz, fitocromo B, desempenha um papel fundamental induzindo o aumento do índice estomático, sendo que na ausência

deste fitocromo as plantas tendem a reduzir o índice estomático (CASSON et al., 2009). De acordo com Casson e Hetherington (2010), uma maior quantidade de luz influencia positivamente no desenvolvimento estomático causando mudanças no número dos estômatos, sendo que esta mudança pode ser perceptível tanto na densidade estomática quanto no índice estomático. Contudo, neste estudo não se pode afirmar que o aumento da densidade estomática ocorreu devido à influência de luz, uma vez que, a presença de nevoeiro é constante em florestas nebulares impossibilitando a incidência dos raios solares diretamente no dossel das plantas. De acordo com estudos de Eller, Lima e Oliveira (2013) a luminosidade é pouca no interior da mata, por ser filtrada pelo dossel bem como pelo nevoeiro recorrente, sendo que a presença do nevoeiro é constante em cerca de 65 a 90% dos dias nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira.

As folhas de *Myrsine coriacea* são classificadas como hipoestomáticas, uma vez que os estômatos estão presentes somente na face abaxial da folha, a parede celular é levemente sinuosa e os estômatos são do tipo anisocítico, corroborando com dados observados por Luna (2013), (

Figura 4). De acordo com a Tabela 2 observa-se que a densidade estomática diminuiu na medida em que se elevam os níveis de altitude, sendo que o índice estomático foi estatisticamente maior a 1700 m.

Por meio da análise dos dados observa-se que as espécies *Myrsine coriacea* e *Myrsine umbellata* se comportam de formas distintas em relação às características estomáticas.

Vários fatores ambientais como CO₂, umidade e temperatura, além de fatores hormonais são conhecidos por afetar a densidade ou índice estomático, porém, pouco se conhece sobre a base genética e molecular que permeiam estas alterações. Pillitteri e Dong (2013) sugerem que as flutuações nos níveis de ABA (ácido abscísico), devido à taxa de transpiração alterada sob condições

variadas de humidade e de CO₂, têm sido sugeridas como um mecanismo para inibir o desenvolvimento estomático.

Tabela 2 Análise estomática de *Myrsine coriacea* em diferentes níveis de altitude em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, em Itamonte, MG.

	1700	1900	2100
DQ (µm)	27,08a	23,62b	19,81c
DP (µm)	33,38a	28,22b	24,81c
DE (estômatos/m ²)	438a	318b	280c
IE %	28a	20c	25b
FE (DP/DQ)	1,23a	1,19b	1,25a

DQ = Diâmetro equatorial dos estômatos; DP = Diâmetro polar dos estômatos; DE = Densidade estomática; IE = Índice estomático; FE = Funcionalidade estomática. Todos os valores são expressos como a média. Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para P < 0,05.

Em um estudo realizado por Fu et al. (2010) foram observadas médias menores de densidade e índice estomático em folhas cultivadas sob baixas intensidades de luz. Condições de pouca luz afetam diretamente a ontogênese dos estômatos. Os autores observaram ainda que a densidade estomática foi influenciada pelo tamanho das células epidérmicas. Pode-se dizer que em altitudes elevadas como a 2100 m a intensidade de luz é reduzida em florestas nebulares devido à incidência constante de nevoeiro.

Interessante saber que os sinais que impulsionam as mudanças na densidade estomática nas folhas em desenvolvimento são derivados a partir de folhas maduras, sendo que, a densidade estomática é influenciada não somente pelas condições ambientais, mas também por fatores endógenos, como fitormônios. Desvendar como múltiplos sinais moleculares interferem no desenvolvimento dos estômatos é de fundamental importância para esclarecer o comportamento singular de cada espécie diante às adversidades ambientais. Em relação às características estomáticas o conhecimento de cruzamentos moleculares irá ampliar a compreensão da evolução das redes de regulação

gênica específicas do desenvolvimento estomático que permite a evolução e a singularidade de cada espécie (PILLITIERI; TORII, 2012).

A divergência observada no comportamento das características estomáticas das duas espécies possivelmente se deve ao fato de que, por se tratar de estruturas sensíveis, o estômato, teve sua densidade e índice variando de maneira singular em cada espécie em resposta às alterações das condições ambientais, tais como a concentração de dióxido de carbono e luz. Este fato corrobora com Pillitteri e Dong (2013) que verificaram que cerca de 75% das plantas tendem a produzir menos estômatos em níveis elevados de CO₂, o que permite inferir que 25% das plantas são exceção.

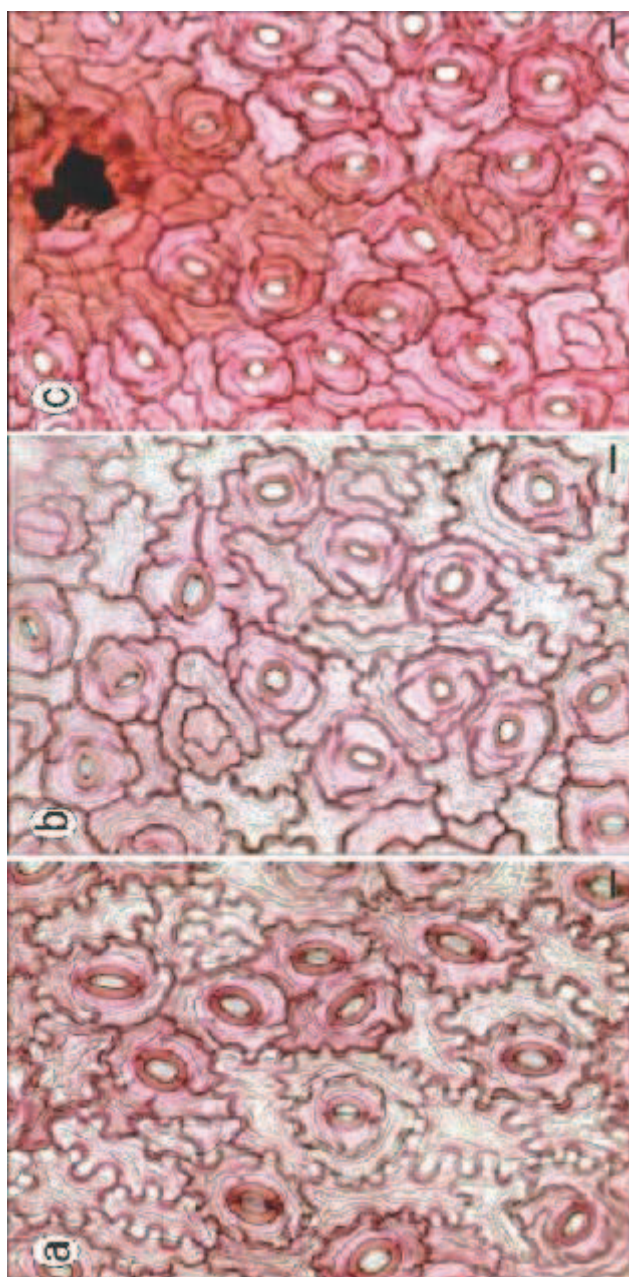


Figura 3 Secção paradérmica de folhas de *Myrsine umbellata* coletadas em (a) 1700 m; (b) 1900 m; (c) 2100 m em uma Floresta Ombrófila Densa, Itamonte - MG. Barras: 20 μm .

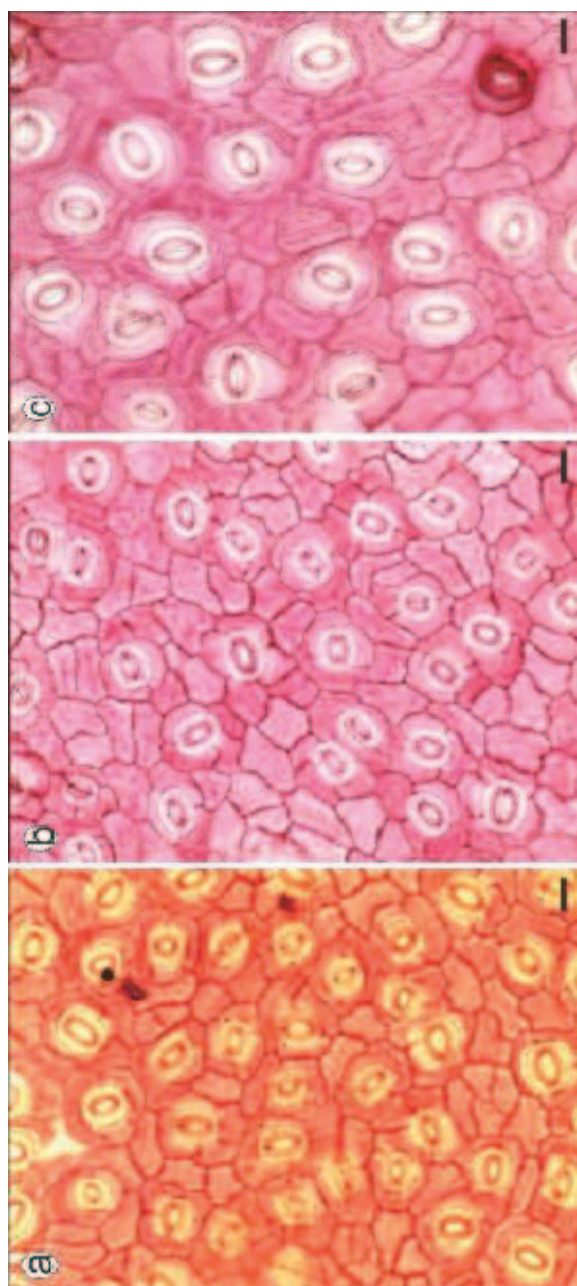


Figura 4 Secção paradérmica de folhas de *Myrsine coriacea* coletadas em (a) 1700 m; (b) 1900 m; (c) 2100 m em uma Floresta Ombrófila Densa, em Itamonte- MG. Barras: 20 μ m

Em *Myrsine umbellata*, o mesofilo é dorsiventral, epiderme unisseriada com células epidérmicas alongadas horizontalmente, revestidas por toda sua extensão por uma cutícula. O parênquima paliçádico é formado por uma camada de células e o esponjoso composto por cerca de sete a dez camadas de células (Figura 5). Estão dispersos pelo mesofilo diversos canais secretores. Esses dados corroboram com os dados obtidos por Pereira (2012) que em seu estudo detectou a presença de substâncias fenólicas e cristais de oxalato de cálcio.

Observa-se na Figura 5, células volumosas, descontínuas, imediatamente abaixo das células epidérmicas, semelhantes à hipoderme, contudo estudos ontogenéticos não foram realizados. À medida que se eleva a altitude a presença dessas células diminui, (Figura 5 D), podendo este fato estar relacionado à menor abundância de água a 1700 m, quando comparados à altitudes superiores.

Na região da nervura central observa-se que o colênquima está localizado na região logo abaixo da epiderme da nervura composto por três a quatro camadas de células, sendo que a parede destas células é mais espessa na cota de 1900 m (Figura 6). Isto pode ser devido ao fato de que nesta altitude a intensidade da luz que chega ao dossel das árvores são maiores, uma vez que a presença de nevoeiro a 1900 m é menor que a 2100 m, assim a barreira que poderia impedir a chegada de luz às folhas é menor propiciando a maior formação deste tecido de sustentação.

Em relação à espessura dos tecidos foliares observou-se que houve um aumento na espessura total do limbo foliar a 2100 m (Tabela 3), sendo perceptível também a presença de inúmeros espaços intercelulares no mesofilo sendo que este tende a aumentar em área na medida em que se eleva a altitude facilitando desta forma a difusão de CO₂ pelos tecidos.

Tabela 3 Espessura dos Tecidos Foliare de *Myrsine umbellata* em diferentes níveis de altitude em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, em Itamonte, MG.

	1700	1900	2100
LF μm	354,02b	369,26a	367,54a
CUT	12,67 ^a	12,99a	12,03b
EAD μm	16,94b	18,88a	14,99c
PP μm	66,13b	91,87a	86,55a
PE μm	253,13 ^a	241,51b	251,16a
EAB μm	17,80 ^a	17,99a	14,83b

LF= Limbo Foliar; CUT= Cutícula; EAD= Epiderme adaxial; PP= Parênquima Paliçádico; PE= Parênquima Esponjoso; EAB= Epiderme Abaxial. Todos os valores são expressos como a média. Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $P < 0,05$.

As folhas de *Myrsine coriacea* possuem o mesofilo classificado como dorsiventral e epiderme unisseriada revestida externamente por uma cutícula. O parênquima paliçádico é formado por apenas uma camada de célula e o parênquima esponjoso é constituído por cerca de sete células (Figura 7). Estes dados a respeito da morfologia interna de *M. coriacea* corroboram com os resultados obtidos por Luna (2013). Foram observados espaços intercelulares no mesofilo sendo que estes aparentam possuir maior volume nos maiores níveis de altitude, observou-se ainda a presença de cavidades secretoras e idioblastos dispersos pelo mesofilo. Na região da nervura central observa-se que o colênquima está localizado na região próxima a epiderme composto por três a quatro camadas de células de colênquima angular, além da presença de uma proeminente cavidade secretora na região central (Figura 7).

Luna (2013) detectou a presença de substâncias de origem mista nas cavidades e nos tricomas glandulares, sendo que, foi possível a identificação da presença de conteúdos fenólicos, substâncias lipofílicas, flavonoides, terpenóides e óleos essenciais dentre as substâncias.

Em relação à espessura dos tecidos foliares, observou-se que em *M. coriacea* houve um aumento nas médias analisadas (Tabela 4).

Tabela 4 Espessura dos Tecidos Foliare de *Myrsine coriacea* em diferentes níveis de altitude em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana, em Itamonte, MG.

	1700	1900	2100
LF μm	262,26b	261,58b	312,31a
EAD μm	11,61b	11,20b	15,01a
PP μm	76,47b	77,21b	80,77a
PE μm	162,33b	162,33b	204,61a
EAB μm	11,54a	10,80b	11,84a

LF= Limbo Foliar; EAD= Epiderme adaxial; PP= Parênquima Paliçádico; PE= Parênquima Esponjoso; EAB= Epiderme Abaxial. Todos os valores são expressos como a média. Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott para $P < 0,05$.

Diferentes tipos de estruturas secretoras são encontrados entre as espécies de Primulaceae, como os tricomas glandulares, cavidades secretoras e hidatódios (LERSTEN, 1977), como por exemplo, a presença de cavidades secretoras e a natureza da secreção, no clado Myrsinoideae, são uma das principais características distintivas que o separa dos demais clados da família (JUDD et al., 2009).

As estruturas secretoras internas das folhas em *Myrsine* são observadas na forma de pontuações translúcidas, alaranjadas ou nigrescentes, quando observadas contra a luz (FREITAS; CARRIJO, 2008). A secreção destes compostos age, provavelmente, como primeira barreira de defesa das folhas e de modo geral, presume-se que a presença das estruturas secretoras seja uma estratégia adaptativa de defesa das plantas.

Kogami et al. (2001) verificou que a massa foliar por área das plantas que estavam a 2500 m acima do nível do mar foi de cerca de duas vezes maior que as plantas de várzea (10 m) e isso foi devido ao fato de que, as folhas das plantas de maior altitude tinham mesofilo mais espesso e denso, ou seja, suas células estavam agrupadas de forma a conter menor porosidade. Foi observada também uma maior espessura da parede celular, além de uma maior área de

espaços, corroborando com os dados obtidos a partir das análises de *Myrsine coriacea* e *M. umbellata*.

P'yankov e Kondrachuk, (2003) em um estudo mais detalhado abrangendo 11 espécies de 9 famílias de plantas, analisaram as características quantitativas da estrutura do mesofilo associados à adaptação das plantas às condições de montanha, e verificaram que houve distinção nos números de camadas de células e nos tamanhos de células no parênquima paliádico e, como consequência, na espessura da folha alterando o número de células por unidade de área da folha. Os autores identificaram três grupos de plantas que foram assim distintos pelas alterações nas características estruturais da folha, dependendo do tipo de estrutura de mesofilo. O segundo grupo era composto por espécies de plantas subalpinas com uma estrutura dorsiventral do mesofilo. Nestas espécies de plantas, o número de camadas do mesofilo, espessura da folha e número de células por unidade de área foliar aumentou com a altitude, assim como verificado em ambas as espécies, *Myrsine coriacea* e *umbellata*.

As plantas de montanha são caracterizadas por possuir uma lâmina foliar espessa e reforçada, a qual consiste de elevada densidade de clorênquima, disposto em multicamadas, e por uma grande área total de células do mesofilo por unidade de área foliar, sendo que essas mudanças propiciam a adaptação das plantas a esta condição. Assim, sugere que as alterações na estrutura do mesofilo estão associadas com adaptações das plantas, sendo que estas mudanças nas características dos tecidos e células do aparato fotossintético estão diretamente relacionadas a fatores ecológicos das plantas de altitude. Cada característica da folha pode aumentar ou diminuir, incluindo a área, a espessura, número de camadas do mesofilo, o volume celular e número de células por unidade de área da folha (P'YANKOV; KONDRACHUK, 2003).

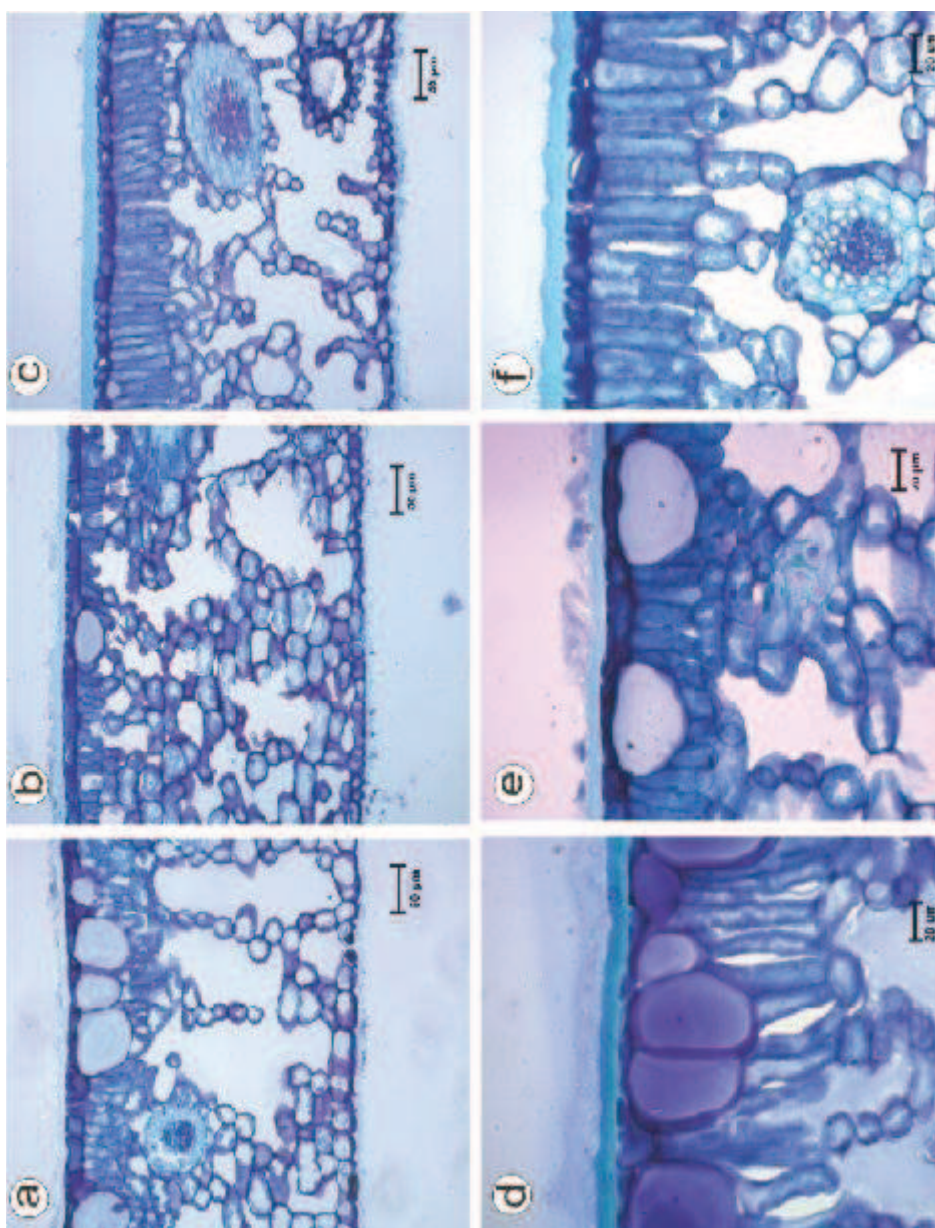


Figura 5 Secções transversais de folhas de *Myrsine umbellata* coletadas a (a) 1700 m; (b) 1900 m; (c) 2100 m em uma Floresta Ombrófila Densa, em Itamonte- MG. (d) detalhe da epiderme foliar a 1700 m; (e) detalhe da epiderme foliar a 1900 m; (f) detalhe da epiderme foliar a 2100m.

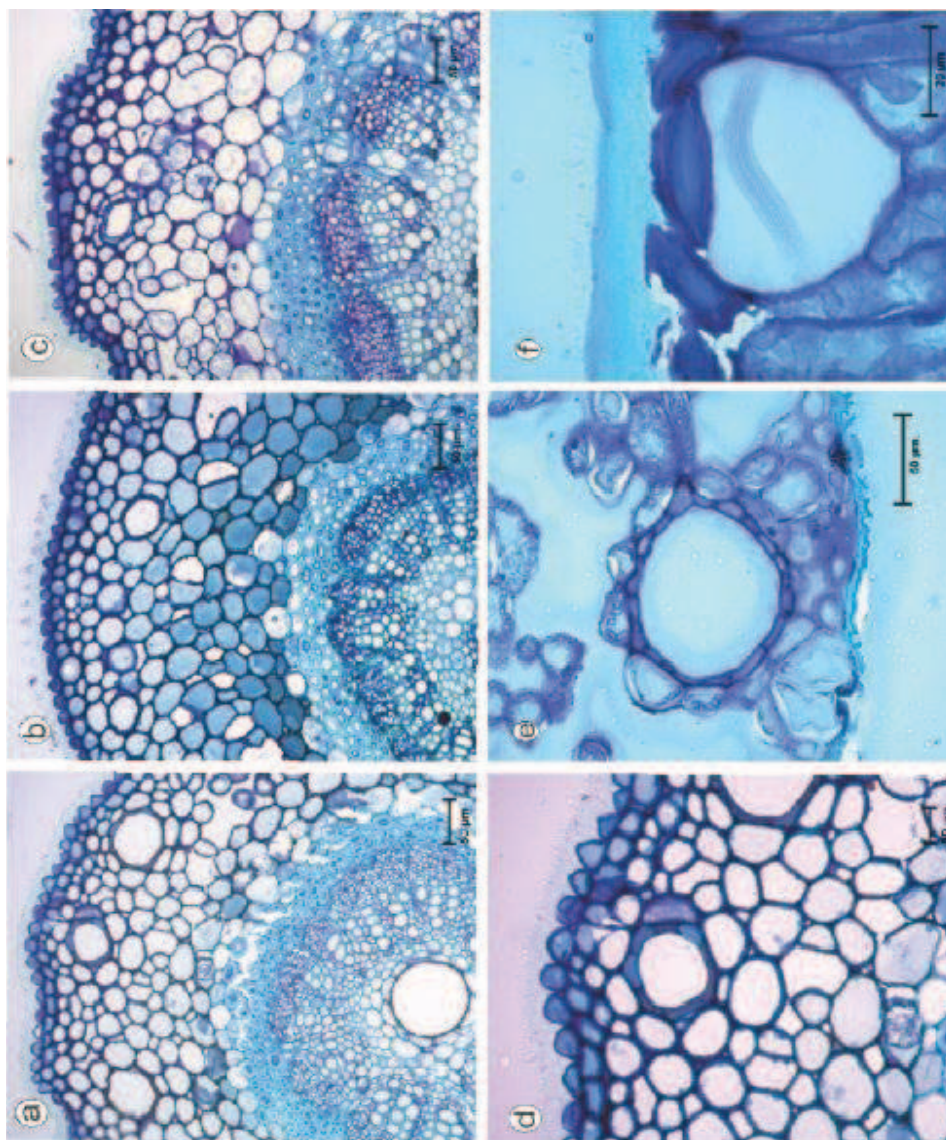


Figura 6 Secções transversais de folhas de *Myrsine umbellata*. (a) Detalhe da nervura central a 1700 m; (b) Detalhe da nervura central a 1900 m; (c) Detalhe da nervura central a 2100 em uma Floresta Ombrófila Densa, em Itamonte- MG. (d) Detalhe da parte superior da nervura; (e) Detalhe de uma cavidade secretora típica do mesofilo; (f) Detalhe de uma célula diferenciada na região subepidérmica.

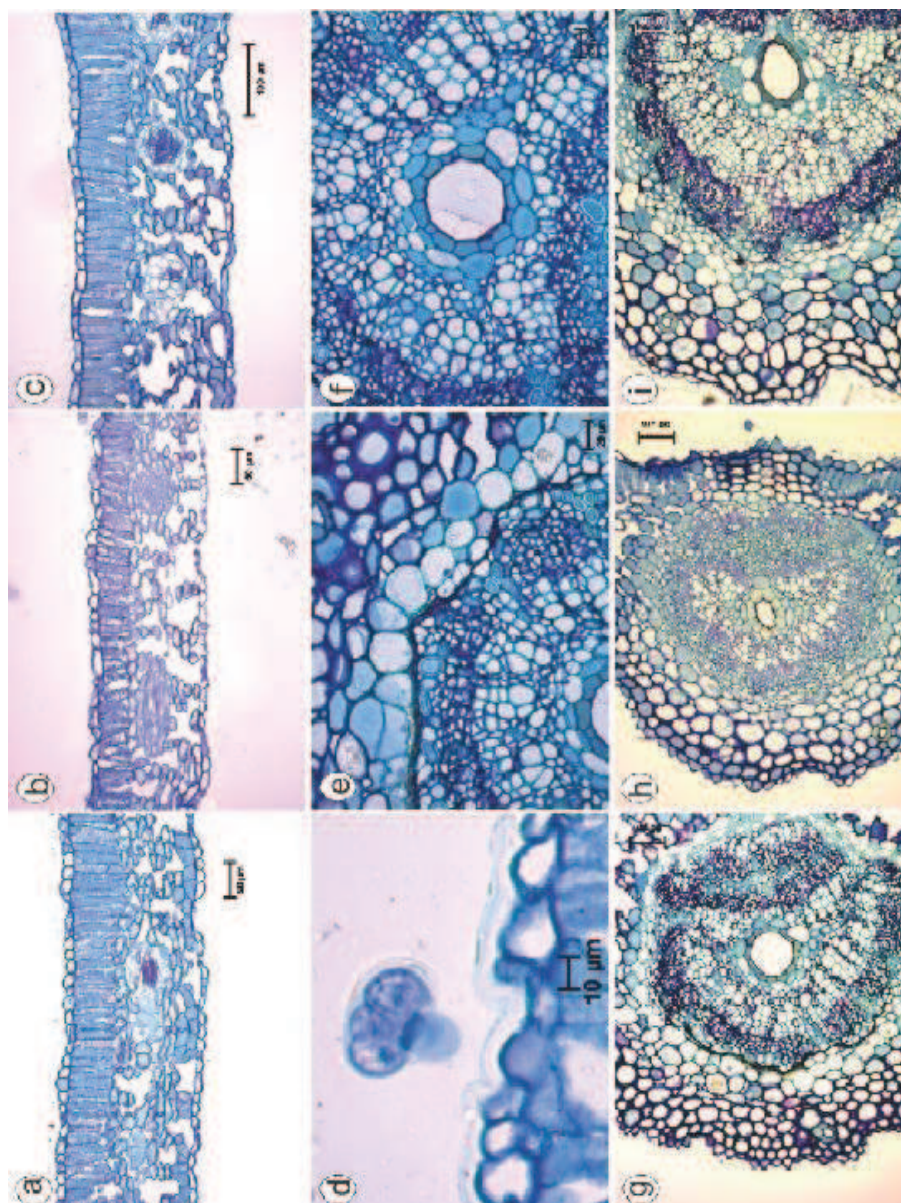


Figura 7 Secções Transversais de folhas de *Myrsine coriacea* (a) a 1700 m; (b) a 1900 m; (c) a 2100 em uma Floresta Ombrófila Densa, em Itamonte-MG. (d) Detalhe da parte superior da nervura evidenciando idioblastos cristalíferos; (e) Detalhe de uma cavidade secretora; (f) Detalhe de uma célula diferenciada na região subepidérmica.

5 CONCLUSÃO

Pode-se verificar que tanto *Myrsine coriacea* quanto *M. umbellata* possuem alta plasticidade fenotípica, uma vez que, ambas desenvolveram características alternativas singulares que as permitiu obter sucesso de colonização mesmo em altitudes elevadas. Neste estudo observou-se também que não há uma direção única na mudança estrutural das folhas nas espécies vegetais em altas altitudes, já que as espécies estudadas se comportaram de maneira antagônica, uma vez que os dados das características estomáticas nas duas espécies divergiram. A alteração na formação dos estômatos é um dos muitos processos flexíveis que permite que as plantas minimizem os impactos do estresse ambiental, tornando o ambiente até então inóspito, um ambiente ideal para seu desenvolvimento e sobrevivência, podendo a planta regular a abertura estomática ou a longo prazo. Diante as diferenças permanentes no ambiente, a planta pode modificar sua densidade estomática nas folhas em desenvolvimento. Pode-se dizer, portanto, que cada planta possui características e mecanismos adaptativos únicos, intrínsecos de cada espécie, sendo que, a natureza das alterações adaptativas não depende somente dos componentes estruturais da folha como o tipo de estrutura do mesófilo, mas também da forma de vida da planta, das características ecológicas, além da altitude e do habitat em que a espécie esta inserida.

REFERÊNCIAS

- ALONSO-AMELOT, M. E. High altitude plants, chemistry of acclimation and adaptation. **Studies in natural products chemistry**, v. 34, p. 883-982, 2008.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105–121, 2009.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul: guia de identificação & interesse ecológico**. Santa Maria: Editora Palloti, 2002, 326 p.
- BERTONCELLO, R. **A vegetação arbórea em um gradiente altitudinal no Morro Cuscuzeiro, Ubatuba (SP): uma análise florística, fitossociológica e fitogeográfica**. 2009. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- BOSCOLO, O. H.; SENNA-VALLE, L. Plantas de uso medicinal em Quissamã, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 63, n. 2, p. 263-277, 2008.
- CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. B. **Mata Atlântica: Manual de adequação ambiental**. Biodiversidade35, Brasília, 2010, 96 p.
- CASSON, S. A.; FRANKLIN, K. A.; GRAY, J. E.; GRIERSON, C. S.; WHITELAM, G. C.; HETHERINGTON, A. M. Phytochrome B and PIF4 Regulate Stomatal Development in Response to Light Quantity. **Current Biology**, v. 19, n. 3, p. 229-234, 2009.
- CASSON, S. A.; HETHERINGTON, A. M. Environmental regulation of stomatal development. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 13, n. 1, p. 90-95, 2010.
- CASTRO, M.E; PEREIRA, J.F; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: estrutura e função dos órgãos vegetativos**, ed. UFLA, Lavras, 2009, 49 p.
- CRUZ, B. P. D; **Comparação da anatomia foliar e dos óleos essenciais de *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana**. 2013, 86 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

ELLER, C. B.; LIMA, A. L.; OLIVEIRA, R. S. Foliar uptake of fog water and transport belowground alleviates drought effects in the cloud forest tree species, *Drimys brasiliensis* (Winteraceae). **New Phytologist**, v. 199, n. 1, p. 151-162, 2013.

ESAU, K. **Anatomia vegetal das plantas com sementes**. Trad. Berta Lange de Morretes. São Paulo, Edgard Blucher, ed. Universidade de São Paulo. 1974, 293p.

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, p. 123-142, 1968.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 4.2**. Lavras: DEX/UFLA, 2003, 79 p.

FREITAS M.F. **Estudos taxonômicos das espécies de *Myrsine* L. (Myrsinaceae) nas regiões sudeste e sul do Brasil**. p.15-173, 2003. Tese de doutorado. UNICAMP, Campinas/SP – Brasil.

FREITAS, M. de F.; KINOSHITA, L. S. Novas espécies de *Myrsine* L. (Myrsinaceae) para o Brasil. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 67-72, 2005.

FREITAS, M. de F.; CARRIJO, T. A família Myrsinaceae nos contrafortes do maciço da tijuca e entorno do jardim botânico do Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 4, p. 813-828, 2008.

FREITAS, M.F. *Myrsinaceae*. In **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB170>>. Acesso em: 10 Jan. 2014.

FU, Q. S.; ZHAO, B.; WANG, Y. J.; REN, S.; GUO, Y. D. Stomatal development and associated photosynthetic performance of capsicum in response to differential light availabilities. **Photosynthetica**, v. 48, n. 2, p. 189-198, 2010.

GRAY, J. E.; GEOFF, H. H.; VAN DER LEE, F. M.; BAHRAMI, A. R.; SIJMONS, P. C.; WOODWARDLL, F. L.; SCHUCH, W.; HETHERINGTON, A.M. The HIC signalling pathway links CO₂ perception to stomatal development. **Nature**, v. 408, n. 6813, p. 713-716, 2000.

HUTLEY, L. B.; DOLEY, D.; YATES, D. J.; BOONSANER, A. Water balance of an Australian subtropical rainforest at altitude: the ecological and physiological significance of intercepted cloud and fog. **Australian Journal of Botany**, v. 45, n. 2, p. 311-329, 1997.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHU, M. J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. Porto Alegre: Artmed, 3ª ed., 2009, 632 p.

KOFIDIS, G.; BOSABALIDIS, A. M.; MOUSTAKAS, M. Contemporary seasonal and altitudinal variations of leaf structural features in oregano (*Origanum vulgare* L.). **Annals of Botany**, v. 92, n. 5, p. 635-645, 2003.

KOGAMI, H.; HANBA, Y. T.; KIBE, T.; TERASHIMA, I.; MASUZAWA, T. CO₂ transfer conductance, leaf structure and carbon isotope composition of *Polygonum cuspidatum* leaves from low and high altitudes. **Plant, Cell & Environment**, v. 24, n. 5, p. 529-538, 2001.

KÖRNER, C.; BANNISTER, P.; MARK, A. F. Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zealand. **Oecologia**, v. 69, n. 4, p. 577-588, 1986.

KÖRNER, C. The nutritional status of plants from high altitudes. **Oecologia**, v. 81, n. 3, p. 379-391, 1989.

KÖRNER, C. **Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems; with 47 Tables**. Springer, 2003, 344 p.

KÖRNER, C. The use of 'altitude' in ecological research. **Trends in ecology & evolution**, v. 22, n. 11, p. 569-574, 2007.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Edur, 1997, 198 p.

LAKE, J. A.; WOODWARD, F. I. Response of stomatal numbers to CO₂ and humidity: control by transpiration rate and abscisic acid. **New Phytologist**, v. 179, n. 2, p. 397-404, 2008.

LERSTEN, N. R. Trichome forms in *Ardisia* (Myrsinaceae) in relation to the bacterial leaf nodule symbiosis. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 75, n. 3, p. 229-244, 1977.

- LIMA, A. L. **O papel ecológico da neblina e a absorção foliar de água em três espécies lenhosas de Matas Nebulares, SP – Brasil.** 2010, 155 p. Campinas: Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2010. Dissertação (Mestrado).
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1992, 352 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2.ed. São Paulo: Editora Plantarum, 1998, 168 p.
- LORENZI H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 4^oed. Editora Plantarum, São Paulo/ SP – Brasil, v. 2, 2002, 368 p.
- LUNA, B. N. **Anatomia foliar, ontogenia das estruturas secretoras foliares e composição do óleo essencial de *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Shult. e *Myrsine venosa* A. DC.(Myrsinoideae–Primulaceae).** 2013, 65f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2013.
- MAZZA, M. C. M.; RODIGHERI, H. R.; NAKASHIMA, T.; ZILLER, S. R.; SILVA M. C. A. da.; CONTO, A. J. de.; OLIVEIRA, A. de.; BAGGIO, A. J. Potencial de aproveitamento medicinal de espécies do sub-bosque dos bracingais da região de Curitiba. **Embrapa Florestas**, 2000, 27 p.
- MCJANNET, D.; WALLACE, J.; REDDELL, P. Precipitation interception in Australian tropical rainforests: II. Altitudinal gradients of cloud interception, stemflow, throughfall and interception. **Hydrological Processes**, v. 21, n. 13, p. 1703-1718, 2007.
- MEIRELES, L. D.; SHEPHERD, G. J.; KINOSHITA, L. S. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 4, p. 559-574, 2008.
- MENEZES, N. L.; SILVA, D. C.; PINNA, G. F. M. Folha. In: APPEZZATO-DA GLÓRIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S. M. (editoras). **Anatomia vegetal.** Viçosa: editora da Universidade de Viçosa, 2003. 438p.
- MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, GOVERNO BRASILEIRO. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mataatlantica> em 27/12/2013.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate I. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

PEREIRA, I. M. E RIO DE JANEIRO. **Rodriguésia**, v. 57, n. 1, p. 103-126, 2006.

PEREIRA, L. G. **A anatomia foliar poderia explicar a presença de espécies perenes nas florestas estacionais decíduais?** 2012. 68 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

PILLAR, V. de P. **Clima e vegetação**. Clima. UFRGS, Departamento de Botânica. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>, 1995, 11p

PILLITTERI, L. J.; TORII, K. U. Mechanisms of stomatal development. **Annual review of plant biology**, v. 63, p. 591-614, 2012.

PILLITTERI, L. J.; DONG, J. Stomatal Development in Arabidopsis. **The Arabidopsis Book**, 2013.

PINHEIRO, A. L.; CARMO, A. P. T. do. Contribuição ao estudo tecnológico da canela-azeitona, *Rapanea ferruginea* (Ruiz e Pav.) Mez, uma espécie pioneira. I- Características anatômicas da madeira. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 121-145, 1993.

POMPEU, P.V. **Composição e estrutura de uma floresta ombrófila densa ao longo de um gradiente altitudinal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

P'YANKOV, V. I.; KONDRACHUK, A. V. Basic types of structural changes in the leaf mesophyll during adaptation of Eastern Pamir plants to mountain conditions. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 50, n. 1, p. 28-35, 2003.

QIANG, W. Y.; WANG, X. L.; CHEN, T.; FENG, H. Y.; AN, L. Z.; HE, Y. Q.; WANG, G. Variations of stomatal density and carbon isotope values of *Picea crassifolia* at different altitudes in the Qilian Mountains. **Trees**, v. 17, n. 3, p. 258-262, 2003.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO SUSTENTÁVEL; PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAMONTE; CONSELHO MUNICIPAL DE TURISMO; **Plano Municipal de Turismo Itamonte-MG 2011-2013**, 51 p. Disponível em: http://turismo.itamonte.mg.gov.br/arquivos/Plano_Municipal_de_Turismo_de_Itamonte_2011-2013.pdf; acessado em Dezembro de 2013.

SIMONIN, K. A.; SANTIAGO, L. S.; DAWSON, T. E. Fog interception by *Sequoia sempervirens* (D. Don) crowns decouples physiology from soil water deficit. **Plant, Cell & Environment**, v. 32, n. 7, p. 882-892, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 759 p.

VALENTE, A. S. M.; GARCIA, P. O.; SALIMENA, F. R. G.; DE OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto–MG. **Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 62, n. 2, 2011.

VENEKLAAS, E. J.; ZAGT, R. J.; LEERDM, A. V.; EK, R. V.; BROELHOVEM, A. J.; GENDEREM, M. V. Hydrological properties of the epiphyte mass of a montane tropical rain forest, Colombia. **Vegetatio**, v. 89, n. 2, p. 183-192, 1990.

YAMAMOTO, L.F. **Florística e fitossociologia de espécies arbóreas ao longo de um gradiente altitudinal no extremo sul da da Serra da Mantiqueira (Serra do Lopo) – MG/SP**. 2009. 156 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

WOODWARD, F. I. Stomatal numbers are sensitive to increases in CO₂ from pre-industrial levels. **Nature**, v. 327, n. 6123, p. 617-618, 1987.

WOODWARD, F. I.; LAKE, J. A.; QUICK, W. P. Stomatal development and CO₂: ecological consequences. **New Phytologist**, v. 153, n. 3, p. 477-484, 2002.