

ANATOMIA FOLIAR COMPARATIVA DE *PSIDIUM CATTLEYANUM* SAB.
(MYRTACEAE)
COMPARATIVE LEAF ANATOMY OF *PSIDIUM CATTLEYANUM* SAB.
(MYRTACEAE)

LEONARDO D. S. A. BAPTISTA DA SILVA¹
JOÃO DE DEUS MEDEIROS²

RESUMO

Popularmente conhecido como araçá, *Psidium cattleyanum* Sab. é uma espécie com grande plasticidade fenotípica, crescendo tanto nos ambientes abertos de restinga como na floresta ombrófila. O presente trabalho analisa comparativamente caracteres morfo-anatômicos das folhas de indivíduos crescendo nas formações de floresta ombrófila densa e restinga. Indivíduos de *P. cattleyanum* explorando ambientes de restinga tendem a mostrar folhas com maior concentração de compostos fenólicos em relação àqueles que se desenvolvem na floresta ombrófila, bem como menor área foliar, maior espessura da lâmina e maior número de estômatos por milímetro quadrado. Indivíduos crescendo na floresta ombrófila evidenciam um espessamento cuticular superior ao observado nos indivíduos da restinga, aventando-se a hipótese que essa resposta seja uma estratégia adaptativa para atenuar o efeito da herbivoria.

Palavras chave: folha, anatomia, *Psidium*, Myrtaceae, Mata Atlântica.

¹ Professor substituto do Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – Brasil. Bolsista CAPES. ldsabs@yahoo.com.br

² Professor Adjunto do Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – Brasil. jdeus@ccb.ufsc.br

ABSTRACT

Psidium cattleianum Sab. is a native specie from Brazil that grows both in sand coastal (*restinga*) and in the tropical rain forest, presenting great phenotypic plasticity when individuals from these two plant associations are compared. The present work was developed aiming to comparatively analyze morpho-anatomic aspects of the leaves of these two individuals growing in the associations of the tropical rain forest and of the sand coastal. The individual of the *P. cattleianum* that grows in the *restinga* association presented a larger concentration of phenolic compounds in relation to the one that grows in the rain forest, presenting also smaller foliage area, larger thickness of the leaf, and bigger number of stomata per square millimeter. The individual that grows in the rain forest has an evident bigger cuticle accumulation density than the one presented in the individual from the *restinga*, that leads to the hypothesis that this larger accumulation is an adaptative strategy to attenuate the herbivory effect.

Key words: leaf, anatomy, *Psidium*, Myrtaceae, Atlantic rain forest.

INTRODUÇÃO

O araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) é uma planta da família Myrtaceae que ocorre desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (Sanctotene 1989). A espécie foi levada em tempos remotos para o sul da China, presumivelmente pelos portugueses, e de lá difundida pela Europa, onde recebeu a designação popular de goiaba chinesa. Pode ser encontrada esporadicamente no Hawaí, México, Flórida e Califórnia, mas é no Brasil onde se distribui extensivamente (Popenoe 1920).

Myrtaceae apresenta cerca de 140 gêneros e aproximadamente 3000 espécies (Cronquist 1981), e é citada como uma das famílias mais importantes e representativas da região costeira da ilha de Santa Catarina (Bresolin 1979), local de coleta do material deste estudo.

O gênero *Psidium*, por sua vez, compreende aproximadamente 110 a 130 espécies, distribuídas por toda América tropical, concentrando-se o maior número de espécies entre a Amazônia e sul do México. No Estado de Santa Catarina são registradas nove espécies, sendo o araçá característico da zona da mata pluvial da encosta atlântica, ocorrendo em terrenos rochosos úmidos e compactos, à margem ou no interior de matas semidevastadas e capoeirões, podendo ocorrer à beira de vertentes e até em banhados (Reitz & Klein 1977).

Anatomicamente Myrtaceae se caracteriza pela ocorrência de cavidades secretoras esquizógenas, células taniníferas, cristais de oxalato de cálcio agrupados ou solitários (Solleder 1908), e pela presença de hipoderme na superfície adaxial das folhas, o que se destaca em várias espécies de *Psidium* (Metcalfe & Chalk 1950).

O araçá mostra ampla variação fenotípica, notadamente no porte. Essa variação fica particularmente evidente entre indivíduos que crescem em ambientes distintos. Reflexos dessa variação na estrutura anatômica são ainda desconhecidos, contudo é certo que fatores ambientais como luminosidade, temperatura, gravidade, ventos, disponibilidade de água, entre outros, influenciam o tamanho e a estrutura anatômica das folhas (Esau 1974; Bleasdale 1977; Mauseth 1988; Haberlandt 1990).

Fatores ambientais como aqueles mencionados anteriormente, influenciam decisivamente nas adaptações foliares (Pianka 1978), cabendo ressaltar que a interação dos vegetais com esses fatores reveste-se de importância superior aos condicionantes filogenéticos (Baldwin & Schultz 1988)

Buscando ampliar o conhecimento das variações fenotípicas observadas no araçá, o presente estudo avalia a expressão das estruturas anatômicas de indivíduos crescendo em ambientes distintos: floresta ombrófila e restinga. A análise comparativa inclui avaliações qualitativas e quantitativas, procurando relacionar as respostas mostradas com os fatores ambientais incidentes nas duas procedências. Considerando que o Estado de Santa Catarina está inserido no domínio da Mata Atlântica, um dos biomas mais ameaçados do planeta, o investimento no estudo da sua biodiversidade é fundamental e urgente, quer para a viabilização da sua proteção, quanto para a utilização racional e sustentável dos seus recursos.

MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico foi coletado a partir de indivíduos crescendo em condições naturais em dois ambientes distintos, a Unidade de Conservação Ambiental Desterro (UCAD), local caracterizado como floresta ombrófila densa em estágio avançado de regeneração, e a restinga do Rio Vermelho (RV). Os dois locais situam-se na Ilha de Santa Catarina (27° 10' S – 27° 25' S e 48° 25' W – 48° 35' W), município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina.

As coletas foram efetuadas sempre na última semana de cada estação climática, e exsiccatas do material botânico foram incorporadas à coleção do herbário Flor do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR), sob o número F 31.269, material proveniente da UCAD, e F 34.412, referente ao material do Rio Vermelho.

As folhas foram retiradas dos três estratos da copa da árvore (inferior, mediano e superior). Parte do material coletado foi destinado à preparação de lâminas permanentes e semipermanentes, outra parte para determinação da área foliar. As folhas destinadas para análises anatômicas, medições da espessura dos tecidos e quantificação de estômatos foram coletadas a partir do quarto nó. A referência do quarto nó foi adotada em virtude de estarem as folhas desta posição com o seu desenvolvimento completo.

O material destinado a preparações histológicas para análises de microscopia fotônica inicialmente foi fixado em F.A.A. 70° GL por 48h (Johansen 1940), e estocados em etanol 70° GL. Após este período, as folhas foram seccionadas, separando-se terço basal, terço médio e terço apical. Destas porções, subdividiu-se a parte mediana em pequenas seções, correspondentes ao bordo, nervura central e região intermediária. Posteriormente este material foi submetido à desidratação em série etanólica crescente, seguido de infiltração e inclusão com parafina, de acordo com as técnicas convencionais em histologia vegetal (Johansen 1940; Sass 1951). Do material incluído foram feitos cortes seriados transversais, com 7 a 12 micrômetros de espessura, usando-se o micrótomo de rotação.

Na confecção das lâminas permanentes, a coloração foi processada com o uso de safranina e azul de astra (Johansen 1940).

Para detectar a presença de compostos fenólicos, algumas folhas foram tratadas com o fixador de Schneider (Schneider 1977).

Para caracterização e contagem dos estômatos, foi feita a impressão de folhas frescas, oriundas dos três estratos da copa e das regiões diferenciadas da folha (terço basal, terço médio e terço apical), bem como em regiões junto ao bordo e à nervura central, pincelando-se a superfície inferior com esmalte incolor. Após a secagem, foi retirada uma pequena película do esmalte e colocada em lâmina (Kamaludin & Grace 1992). O número de estômatos por milímetro quadrado foi determinado pela contagem direta dos mesmos, numa projeção da imagem sobre área delimitada, obtida através de microscópio binocular, com câmara-clara acoplada (Wilkinson 1979).

Para as determinações relativas à arquitetura foliar, o material foi clarificado com hipoclorito de sódio 20%, e as observações feitas com auxílio de microscópio estereoscópico Zeiss GSZ. Os critérios de análise assim como a terminologia empregada no estudo da arquitetura foliar seguem as proposições de Hickey (1973).

Para determinação da área foliar total foram previamente confeccionados 50 moldes de 1,0 cm² usando-se papel buffon, os quais foram medidos individualmente em balança de precisão, obtendo-se assim os dados necessários para a definição da massa média de uma área padrão do papel utilizado na confecção dos moldes. Quarenta folhas foram reproduzidas em escala natural, obtendo assim moldes, os quais foram inicialmente medidos, convertendo-se a massa para área quadrada por método algébrico. A definição da classe de tamanho e dimensões da folha foi derivada da classificação

proposta por Raunkiaer (1934).

A determinação da altura das plantas foi feita com o auxílio de régua estereoscópica e o diâmetro à altura do peito (DAP) obtido com a medição do perímetro, utilizando-se de fita métrica, e posterior conversão matemática.

Para todas as características quantitativas determinadas, foram efetuados cálculos de média (\bar{X}), desvio padrão (s), número mínimo de medições necessárias para 95% de confiabilidade, e determinação do coeficiente de variação (CV). Na comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey (Vieira & Hoffmann 1989). Os dados foram analisados através do programa Statistica 3.2.

As análises foram realizadas através de microscópio fotônico Carl Zeiss-Jena Laboval 4, e as estruturas anatômicas fotografadas em fotomicroscópio Leica MPS 30, as representações esquemáticas foram efetuadas em microscópio binocular, com câmara clara acoplada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

MORFOLOGIA

As folhas de *P.cattleyanum* nas duas procedências, apresentam em média 7,0 cm de comprimento e 4,0 cm de largura. Possuem uma área média de 23,40 cm² (5-67,5 cm²), enquadrando-se assim entre as classes de tamanho micrófila grande e mesófila pequena. São simples e simétricas, glabras, opostas e pecioladas, obovadas, de textura coriácea. Apresentam o ápice mucronado e a base decurrente, com margens lisas e venação do tipo camptódroma broquidódroma (Fig. 1). As nervuras ocorrem em um número de 6 a 9 pares, inconspícuas na face adaxial. A coloração na face superior pode variar entre o verde claro brilhante ao verde escuro opaco. Na face inferior a coloração em geral é verde claro.

O porte da planta apresenta-se variável, dependendo do ambiente no qual a mesma esta inserida, apresentando cerca de 3 metros de altura para as árvores da restinga do Rio Vermelho e até 21 metros para os indivíduos da floresta ombrófila da UCAD, nesse caso com diâmetro a altura do peito (DAP) chegando a 45,8cm.

ANATOMIA

A secção transversal da lâmina foliar revela uma organização dorsiventral (Fig. 2 e 3), com ocorrência de feixes vasculares bicollaterais envolvidos parcialmente por esclereídeos, presentes em maior quantidade sob o floema adaxial. O floema voltado para a face abaxial é mais abundante dispendo-se em formato de arco pronunciado,

característica observada para as duas procedências. O floema adaxial é menos pronunciado e para as folhas de *P.cattleyanum* do Rio Vermelho a disposição deste é praticamente reta, enquanto que naquelas provenientes da UCAD a disposição é em arco. O xilema apresenta seus elementos dispostos radialmente. A presença de compostos fenólicos em alguns constituintes dos feixes vasculares é registrada, notadamente nas células parenquimáticas do floema e do xilema. As nervuras de menor porte igualmente apresentam estrutura biclateral, contudo o contorno esclerenquimático é mais pronunciado do que aquele observado na nervura central, mostrando-se de forma conspícua tanto na face abaxial como adaxial.

A espessura da lâmina foliar é variável, observando-se uma maior espessura (450,20 μm) nas folhas procedentes do Rio Vermelho, diferindo estatisticamente daquelas da UCAD (265,1 μm).

A epiderme na superfície adaxial (Fig. 4) é uniestratificada e suas células apresentam eixo periclinal levemente maior do que o anticlinal. A cutícula mostra-se moderadamente mais espessa na superfície adaxial, com formação de flanges cuticulares, mais evidentes nas folhas provenientes da UCAD. Mesmo não havendo uma constatação ontogenética precisa, a análise preliminar de folhas jovens indica à presença de uma hipoderme com conteúdo fenólico junto à superfície adaxial nas folhas provenientes do Rio Vermelho. Para esta procedência o parênquima paliçádico apresenta-se estratificado com cerca de 2 a 4 estratos celulares com denso conteúdo fenólico (Fig. 2). O parênquima paliçádico nas folhas procedentes da UCAD (Fig. 3) apresenta-se uniestratificado, desprovido de compostos fenólicos e com células relativamente menores que as verificadas no Rio Vermelho. Na procedência UCAD, o parênquima esponjoso ocupa mais de 2/3 da espessura total do mesofilo (Fig. 3), encontra-se com cerca de 9 a 13 estratos de células de formato irregular. Essas células estão frouxamente separadas por conspícuos espaços intercelulares. Folhas da procedência do Rio Vermelho mostram o parênquima esponjoso com cerca de 8 estratos celulares, cujas células possuem um formato regular e apresentam-se de maneira mais densa, com ocorrência de pequenos espaços intercelulares (Fig. 2).

No bordo da lâmina foliar observa-se a redução nas dimensões das células epidérmicas tanto no eixo anticlinal como no periclinal. O parênquima paliçádico desestrutura-se à medida que vai se aproximando da margem da folha, mantendo-se clorofilado (Fig. 5). Essas características são verificadas em materiais das duas procedências.

A epiderme na superfície abaxial, nas folhas das duas procedências, mostra-se uniestratificada, com células de formato irregular. As células epidérmicas da superfície abaxial das folhas da procedência UCAD mostram dimensões maiores que as da superfície adaxial, e em corte paradérmico apresentam-se com paredes mais sinuosas (Fig. 6). Testes histoquímicos indicam a presença de denso conteúdo fenólico na maioria das células constituintes do mesofilo na procedência Rio Vermelho. Nas

diferentes porções do mesofilo é comum a presença de esclereídeos (Fig. 5), assim como idioblastos contendo drusas (Fig. 7). Cavidades secretoras subcirculares (Fig. 5) são diferenciadas no mesofilo, localizando-se preferencialmente junto ao parênquima paliádico e a epiderme da superfície abaxial, distribuindo-se ao longo de toda lâmina foliar.

As folhas de *P. cattleyanum* apresentam variações significativas em suas dimensões, quando comparadas as duas procedências (Tab. 1 e 11). As folhas da procedência UCAD mostram-se consideravelmente maiores em todos os estratos da copa, e também em todas as estações climáticas, quando comparadas com aquelas oriundas do Rio Vermelho. Por outro lado, as folhas da UCAD apresentam menor espessura da lâmina foliar.

Parkhurst & Loucks (1972) mencionam que a maximização da eficiência no uso da água é o principal fator que determina o tamanho ideal da folha. Os autores comentam que a eficiência das folhas pequenas é maior nos locais onde a radiação absorvida e a velocidade do vento são altas. Ao contrário, folhas grandes são mais eficientes em locais onde ocorre baixa radiação absorvida e também baixa velocidade do vento. A seleção natural, ainda segundo esses autores, induz a obtenção de formas e funções adaptativas para a reprodução e desenvolvimento dos indivíduos, dependendo do ambiente que estes ocupam e exploram.

Dentre as estruturas do corpo vegetal, as folhas são os órgãos que melhor evidenciam adaptações decorrentes das variáveis ambientais. As diferenças observadas entre as dimensões das folhas das distintas procedências estão de acordo com as observações feitas por Parkhurst & Loucks (1972). O tamanho menor das folhas da procedência Rio Vermelho poderia ser decorrência das condicionantes edafo-climáticas inerentes à formação de restinga. O ambiente florestal proporciona um microclima mais ameno em comparação com aquele ocorrente na restinga, tornando os efeitos da radiação absorvida e da velocidade dos ventos menos severos. Na restinga as plantas estão expostas à ação severa dos ventos, e a uma maior incidência luminosa. As folhas são fortemente influenciadas pela luz por serem os órgãos receptores da mesma (Whatley & Whatley 1982). A radiação incidente em excesso promove um superaquecimento na folha, o que, segundo Larcher (1986), provoca maior intensidade respiratória e taxas mais elevadas de transpiração. A variação da intensidade luminosa sobre as plantas determina diferentes tipos de respostas, dentre estas a estratégia de redução da superfície externa da folha é primariamente adotada, e estaria diretamente associada com as transferências de calor e massa pela superfície foliar. De acordo com estudos realizados por Cutter (1987), altos níveis de radiação podem resultar numa diminuição da área foliar. A umidade relativa é outro fator que deve ser avaliado, e que segundo Pianka (1978), é influenciado pelo tipo de vegetação predominante. O fato da formação de restinga estar em uma zona aberta, proporciona menor umidade relativa próximo das folhas; já no ambiente florestal esta tendência é inversa. A retirada do ar úmido existente

ao redor da superfície foliar, e a sua substituição pelo ar seco promovem, por conseguinte a evaporação e a perda de água pela planta. Além do efeito decorrente da rápida remoção do vapor d'água liberado durante a evapotranspiração, o vento pode também, por seu efeito abrasivo, ocasionar danos às folhas, resultando no aumento das taxas de transpiração cuticular (Jeffree 1986).

O tamanho e a espessura da lâmina foliar possuem uma relação estreita com os índices de transferência de calor, dióxido de carbono e vapor d'água, entre a folha e o ambiente (Givnish, 1978 *apud* Paixão 1982). As transferências superficiais de calor e massa se dão através de uma fina película de ar, chamada de camada limite laminar (Willmer 1986), situada no contato com a superfície da lâmina foliar. O tamanho da folha afeta indiretamente as trocas gasosas, através do seu efeito sobre a espessura da camada limite. Willmer (1986) comenta que folhas grandes tendem a impedir a perda de calor mais do que fazem as folhas pequenas, pois as primeiras são portadoras de camadas limites maiores, conseqüentemente irão se aquecer mais. A ação dos ventos sobre a superfície foliar promove um fluxo aerodinâmico na camada limite, diminuindo a sua espessura. Esta movimentação de ar ocasionada pelo vento está diretamente relacionada com a absorção de dióxido de carbono pela folha. O dióxido de carbono existente ao redor da folha seria utilizado como "combustível" na absorção de mais dióxido de carbono para a planta (Bleasdale 1977). A retirada do dióxido de carbono ao redor da folha, pelo vento, resultaria em uma redução na "força" responsável pela absorção de mais dióxido de carbono, o que comprometeria a eficiência fotossintetizante. O tamanho reduzido das folhas de *P. cattleyanum* do Rio Vermelho é interpretado como uma estratégia adaptativa, que visa reduzir a área de superfície transpiracional, diminuindo a camada limite laminar e, conseqüentemente a perda de água pelas folhas. Fahh & Cutler (1992) afirmam que, em alguns casos, a redução do tamanho das folhas é compensada com o incremento no número total das folhas na planta. Uma maior densidade das copas das árvores do Rio Vermelho é observada, indicando maior número de folhas por ramo, o que poderia ser entendido como uma estratégia de compensação da eventual redução na taxa fotossintetizante em conseqüência da redução da área foliar.

Quando comparadas às dimensões foliares dos três estratos arbóreos em cada estação climática na UCAD, variações significativas foram detectadas (Tab. 1). As folhas localizadas no estrato inferior são significativamente maiores que as localizadas no estrato superior. Algumas características foliares mostram diferenças associadas a maior exposição à luz solar. Sinnott (1960) menciona que folhas de sombra possuem área foliar maior em relação às folhas de sol. As diferenças nas dimensões foliares podem ser interpretadas como uma resposta ao microclima no qual estas folhas estão se desenvolvendo. As folhas dos estratos superiores, por estarem diretamente expostas a maior intensidade luminosa e ação dos ventos, se desenvolvem sob condições mais secas, ao contrário do que ocorre com as folhas inseridas no estrato inferior. De

acordo com Esau (1974), folhas localizadas no estrato inferior privariam de um suprimento satisfatório de água as folhas localizadas nos estratos superiores. Esta condição resultaria em menor área das folhas superiores, visto o déficit hídrico ao qual estariam submetidas. Além disso, de acordo com Haberlandt (1990), até mesmo a pressão gravitacional exercida sobre a coluna d'água dentro dos vasos do xilema contribui para um menor suprimento de água nos estratos superiores. No Rio Vermelho, *P. cattleyanum* não apresentou diferenças significativas nas dimensões foliares, entre os estratos arbóreos na mesma estação climática (Tab. 11). O hábito arbustivo dos indivíduos crescendo na restinga determina uma maior proximidade entre os três estratos da copa, resultando em menor variação nas diferenças microclimáticas entre os mesmos.

A área foliar média nas duas localidades apresenta-se com menores dimensões na estação do outono, e dimensões maiores no inverno (Tab. 1 e 11). Manifestações de características adaptativas estruturais observadas nas folhas em determinada estação climática são expressões de respostas às condições climáticas da estação anterior (Paulilo 1991). A autora comenta que o estoque de nutrientes da planta é repostado na estação chuvosa, e que tal reposição possibilita o desenvolvimento das folhas na próxima estação. O verão apresenta a temperatura média mais elevada das quatro estações, e também maior precipitação. Observa-se que tanto a precipitação, quanto a temperatura média tendem a aumentar nas estações primavera e verão, reduzindo-se no outono e obtendo valores mínimos no inverno. Com base nestes dados, interpreta-se que a redução de área foliar no outono é uma consequência da ocorrência de altas temperaturas no verão. Isto sugere que a maior quantidade de água disponível na estação do verão não compensaria as perdas por transpiração decorrentes das altas temperaturas, resultando em uma redução na relação transpiração fotossíntese, e com isso, a diminuição do tamanho das folhas. As maiores dimensões foliares registradas na estação do inverno seria consequência da redução da temperatura e intensidade luminosa, ocorridas na estação do outono.

A organização estrutural da folha de *P. cattleyanum* mostra-se variável dependendo da procedência analisada. Observa-se que na procedência do Rio Vermelho, registra-se maior grau de xeromorfia. A maior espessura da lâmina foliar (Tab. 5 e 15), com maior desenvolvimento do parênquima paliçádico (Tab. 8 e 18), presença de pequenos espaços intercelulares no parênquima esponjoso, assim como desenvolvimento de hipoderme na superfície adaxial da folha, são características anatômicas observadas que evidenciam variações adaptativas relacionadas com o habitat ocupado. O aumento da espessura da lâmina, juntamente com a redução dos espaços intercelulares no mesófilo, é uma característica muito freqüente em plantas que ocupam ambientes xéricos. Segundo Chrysler (1964), as folhas de plantas que se desenvolvem próximas ao mar, tendem a apresentar maior espessura, com um aumento do parênquima paliçádico, assim como mostram tecidos mais compactados. Estas características estariam relacionadas com a grande quantidade de sais no solo. Camilleri & Ribí (1983)

constatarem relação entre o aumento do nível de salinidade e a espessura das folhas. Os autores sugerem que o aumento de espessura seria responsável pelo equilíbrio osmótico na folha. A maior espessura da lâmina foliar, apresentando maior número de células com pequenos espaços intercelulares no parênquima esponjoso, seria uma estratégia adaptativa para regulação da pressão osmótica. A maior concentração de sais no protoplasma ajudaria a reter água na célula (Mauseth 1988), além de auxiliar na absorção de água do solo, visto que o acúmulo de sais aumentaria o potencial hídrico, facilitando o processo de difusão da água. A velocidade de absorção da água depende da acumulação de sais nos locais de metabolismo da folha, e esta acumulação estaria na dependência da energia produzida pela fotossíntese (Bleasdale 1977). A suculência nas folhas, segundo Boyce (1954) *apud* Esau (1974), aumenta nos casos em que o solo apresenta deficiência de nitrogênio, desenvolvendo-se em plantas expostas aos borrifos do mar. O fato de a restinga apresentar solo pobre, com pouca quantidade de matéria orgânica, e reduzida disponibilidade de nitrogênio, contribui para a ampliação da espessura da folha, ou mesmo determinando tendência à suculência.

A estrutura do mesófilo de *P.cattleyanum* da procedência do Rio Vermelho, estaria assim de acordo com o tipo de ambiente explorado. Em outras palavras, a maior exposição à salinidade, aos ventos oceânicos, à alta luminosidade, bem como a pobreza dos solos, estariam induzindo as respostas registradas.

A estrutura anatômica da folha varia com diferentes intensidades luminosas (Sinnott 1960; Mauseth 1988; Poorter 1999; Dickison 2000; Raven *et al.* 2001), apresentando maior espessura e desenvolvimento acentuado do parênquima paliçádico em folhas expostas à maior radiação. Segundo Mauseth (1988) essas adaptações estruturais viabilizam um aumento da atividade fotossintetizante.

Fahn & Cutler (1992) mencionam que a relação da superfície interna livre e superfície externa da folha é maior nas folhas xeromórficas que nas mesomórficas de sombra. Uma maior quantidade de parênquima paliçádico aumenta consideravelmente a superfície interna livre da folha, permitindo assim uma maior eficiência nas trocas gasosas. Isto é importante principalmente para espécies que se desenvolvem em habitats com deficiência hídrica, como no caso de uma restinga, já que proporcionaria rápidas trocas gasosas, e intensa fotossíntese naqueles períodos com maior disponibilidade de água. Haberlandt (1990) ressalta que a forma em paliçada do tecido fotossintetizante confere aos cloroplastídios uma maior proteção aos efeitos da grande intensidade luminosa. Segundo ele esta estrutura permite que uma menor quantidade de cloroplastídios fique exposta diretamente sob uma alta radiação, o que poderia ocasionar a decomposição e injúria destes fotorreceptores. As folhas do estrato superior, na procedência Rio Vermelho, apresentaram um maior espessamento dos parênquimas paliçádico e esponjoso (Tab. 18 e 19) em relação aos estratos mediano e inferior. Este maior espessamento do tecido fotossintetizante é interpretado como uma resposta a maior incidência da radiação solar sobre este estrato. No Rio Vermelho, ao contrário

do que ocorre na UCAD, a influência das estações climáticas parece ter interferido na espessura dos parênquimas paliçádico e esponjoso. No inverno as folhas apresentaram menor espessura tanto do parênquima paliçádico quanto do esponjoso (Tab. 18 e 19). A relação existente de menor espessura do tecido fotossintetizante no inverno pode ser interpretada como decorrência da redução de temperatura na estação anterior, visto que a formação do tecido fotossintetizante, de acordo com Haberlandt (1990), está associada à intensidade luminosa e conseqüentemente à temperatura. Contudo, esta relação não se evidencia quando analisado o aumento da espessura do tecido fotossintetizante na primavera, visto que no inverno a temperatura reduziu-se a valores ainda inferiores aqueles verificados no outono. O aumento da espessura do parênquima paliçádico na estação da primavera estaria associado com a deficiência hídrica ocorrente no inverno, e não diretamente aos efeitos da radiação solar.

P. cattelyanum ocorrendo na floresta da UCAD apresenta, em relação aos indivíduos da procedência do Rio Vermelho, células epidérmicas da superfície adaxial significativamente menores (Tab. 7 e 17), com paredes mais sinuosas, e visivelmente mais delgadas. Solereder (1908), Metcalfe & Chalk (1979) e Napp-Zinn (1984) lembram que o formato e aspecto das paredes anticlinais e periclinais das células epidérmicas constituem um caráter relevante em anatomia aplicada à taxonomia e à ecologia. Estes autores relatam que células com paredes anticlinais e/ou periclinais com maior espessamento ocorrem com freqüência em espécies provenientes de regiões sujeitas a estresse hídrico. Os dados referentes à espessura das células epidérmicas na superfície abaxial mostram uma maior uniformidade entre as duas procedências (Tabelas 10 e 20). Kalife (1995) afirma que plantas que habitam regiões com déficit hídrico, apresentam as paredes celulares retas, enquanto paredes sinuosas são freqüentes em plantas de ambientes úmidos. Esta afirmação reforça as observações registradas no presente estudo. O maior tamanho das células epidérmicas da face adaxial na procedência Rio Vermelho, seria uma estratégia que permitiria maior retenção da água, além de atuar como um isolante térmico contra os efeitos do excesso de radiação solar, controlando o aquecimento excessivo da folha.

De acordo com Metcalfe & Chalk, (1950), várias espécies de *Psidium* apresentam hipoderme na superfície adaxial das folhas. Backes (1971) define como hipoderme a camada de células ocorrentes entre a epiderme da superfície adaxial e o mesófilo em *Psidium multiflorum* Camb. A constatação da ocorrência de células hipodérmicas na superfície adaxial apenas na procedência Rio Vermelho, permite a afirmar que tal característica é variável na espécie. A característica estaria associada à expressão de um traço adaptativo determinado pelas condicionantes ambientais, tendo-se que avaliar melhor sua utilização para fins taxonômicos. Wylie (1954), citado por Esau (1974), menciona que plantas que ocupam ambientes xéricos apresentam maior proporção de representantes dotados de hipoderme. As funções pertinentes à hipoderme seriam semelhantes àquelas desempenhadas pela epiderme, contribuindo com uma

maior proteção mecânica, aumento da reflexão de raios solares e atuando como tecido armazenador de água.

A espessura da cutícula é variável e fortemente influenciada pelos condicionantes ambientais, sendo freqüentemente mais espessa em plantas que ocupam ambientes com pouca disponibilidade de água e forte intensidade luminosa (Esau 1974). A espessura cuticular tem papel importante na atenuação dos efeitos da radiação solar incidente na folha (Larcher 2000), e está primariamente relacionada com a redução das taxas de transpiração (Haberlandt 1990). A membrana cuticular da superfície adaxial das folhas analisadas (Tab. 6 e 16) mostrou-se significativamente mais espessa em todas as estações climáticas e estratos foliares na procedência UCAD. Esta relação contraria as teorias acima citadas, e no caso estudado esta resposta não estaria diretamente associada com a redução das taxas de transpiração ou de outros efeitos decorrentes da maior intensidade luminosa.

Os estômatos são comumente do tipo paracítico e estão restritos a superfície abaxial da folha (Fig. 5). Situam-se no mesmo nível das células epidérmicas nas plantas da UCAD (Fig. 7), e acima naquelas do Rio Vermelho (Fig. 8). O estômato do tipo paracítico observado em *P. cattleyanum*, é também encontrado em *P. multiflorum* e, de acordo com Villaça *et al.* (1955), mostra-se característico para a família Myrtaceae. O número de estômatos por milímetro quadrado, assim como o tamanho das células-guarda, mostraram-se variáveis entre os indivíduos de *P. cattleyanum*. O número de estômatos por milímetro quadrado foi significativamente maior na procedência Rio Vermelho em todos os estratos da copa, e também em todas as estações climáticas (Tab. 2 e 12). As dimensões das células-guarda também apresentam diferenças quando comparado as médias das duas procedências. O comprimento das células-guarda apresenta-se significativamente maior na procedência UCAD, nos três estratos da copa nas estações do inverno e verão, e entre os estratos superior e inferior no inverno (Tab. 3 e 13). A largura das células-guarda também, no geral, apresenta-se maior na procedência UCAD, mostrando diferenças significativas entre os três estratos da copa na estação do verão, e entre os estratos superior e inferior nas estações do outono e inverno (Tab. 4 e 14).

A literatura relata que plantas crescendo sob condições xéricas apresentam número maior de estômatos, permitindo trocas gasosas mais rápidas quando a umidade é alta e o risco de desidratação é baixo (Lleras 1977; Cutter 1987; Mauseth 1988).

A maior quantidade de estômatos encontrada nos indivíduos da restinga, juntamente com o menor tamanho das células-guarda, seria uma estratégia adaptativa que permitiria maior economia hídrica, otimizando o processo fotossintetizante. O menor tamanho dos estômatos, de acordo com Larcher (2000), estaria associado com a minimização da perda de água, além de permitir movimentos hidroativos mais rápidos, por possuir menor conteúdo de água, e com isso efetuar rápidas trocas gasosas em menor espaço de tempo. Na procedência UCAD observa-se uma expressiva redução

do tamanho das células-guarda, e também um aumento do número de estômatos após a estação em que ocorreu a menor precipitação, evidenciando a estreita relação do aparelho estomático com o déficit hídrico. Já a redução no número de estômatos registrada na estação do outono, estaria associada com os altos valores de precipitação ocorrentes na estação anterior. A presença de bico cuticular ao redor da abertura estomática é registrada nos espécimes das duas procedências. O recobrimento do estômato pela cutícula com a formação de um bico cuticular é interpretado como estratégia adotada pela espécie para reduzir a perda de água pelo estômato. Na procedência UCAD não foram registradas diferenças significativas no número de estômatos entre os três estratos arbóreos, mas ocorre uma tendência de elevação desse número no estrato superior, já na procedência Rio Vermelho esta diferença é mais evidente (Tab. 2 e 12).

Para Lleras (1977), o número de estômatos é ampliado conforme aumenta a altura em que as folhas estão inseridas no caule. Este maior número de estômatos nas folhas dos estratos superiores, seria uma resposta a maior exposição à radiação solar.

Na procedência Rio Vermelho registra-se grande variação no número de estômatos entre os estratos da copa (Tab. 12). Essa variação no número de estômatos ocorre quando analisados comparativamente os estratos da copa na mesma estação climática, ou quando analisado o mesmo estrato no decorrer das quatro estações climáticas. O estrato superior tende a possuir o maior número de estômatos em relação aos estratos inferior e mediano em todas as estações climáticas, não se alterando significativamente o valor de sua média quando comparado nas quatro estações climáticas. Os estratos inferior e mediano, ao contrário do estrato superior, alteram o número de estômatos no decorrer das estações climáticas, e tendem a aumentar a quantidade de estômatos à medida que se aproximam as estações da primavera e verão.

A grande quantidade de compostos fenólicos observada na procedência do Rio Vermelho em comparação com a UCAD, pode ser interpretada como decorrência das condições edafo-climáticas das restingas. Tuomi *et al.* (1988) destacam que a acumulação de compostos fenólicos possui estreita relação com o balanço carbono/nutriente, ou seja, os compostos fenólicos tendem a se acumular em condições onde a deficiência de nutrientes limita o metabolismo primário e o desenvolvimento das plantas. Estudos realizados por Mole *et al.* (1988), que relacionam a indução da luz na variação na concentração de compostos fenólicos, estabelecem que com o aumento da intensidade luminosa os níveis destes compostos também aumentam. A pobreza dos solos de restingas, associada a grande intensidade luminosa, induz uma maior concentração de compostos fenólicos nas folhas de *P. cattleyanum* na restinga. Marloth (1909) também relaciona o aparecimento das substâncias fenólicas com a excessiva insolação. A maior concentração de compostos fenólicos na folha atua como uma proteção do aparelho fotossintetizante, diminuindo a absorção da radiação, reduzindo o aquecimento, e conseqüentemente baixando a taxa de transpiração.

Fahn & Cutler (1992) comentam que a concentração de compostos fenólicos distribuídos no mesófilo foliar e ao redor dos elementos de vaso, atuaria como um impedimento à saída de água pela folha. A formação de cristais, corpos de sílica, além do acúmulo de substâncias fenólicas nas células das folhas, são considerados como adaptação xeromórfica, em resposta as condições adversas de alta radiação, déficit hídrico e deficiência de nutrientes. Admite-se que no caso de *P. cattleyanum*, quando crescendo na restinga, todos estes condicionantes estariam induzindo a síntese de compostos fenólicos, visto que neste ambiente as condições acima citadas ocorrem concomitantemente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Backes, A. 1971. Contribuição ao estudo da anatomia foliar e da fisiologia de *Psidium multiflorum* Camb. **Ciência e Cultura** 23(3): 297-303.
- Baldwin, I.T.; Schultz, J.C. 1988. Phylogeny and the patterns of leaf phenolics in gap and forest-adapted *Piper* and *Miconia* understory shrubs. **Oecologia** 75: 105-109.
- Bleasdale, J.K.A. 1977. **Fisiologia Vegetal**. 1ed. São Paulo, EPU. 176p.
- Bresolin, A. 1979. Flora da Restinga da Ilha de Santa Catarina. **Insula** 10: 1-54
- Camilleri, J.; Ribí, J. 1983. Leaf thickness of mangrove trees. **Biotropica**, 15: 139-141.
- Cryslér, M.A. 1964. Anatomical notes on certain strand plants. **Bot. Gaz.** 37: 461-464.
- Cronquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University Press. 1262p.
- Cutter, E.G. 1987. **Anatomia Vegetal: experimentos e interpretação**. São Paulo, Roca. 336p.
- Dickison, W.C. 2000. **Integrative Plant Anatomy**. California, Academic Press. 533p.
- Esau, K. 1974. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo, Edgard Blücher. 293p.
- Fahn, A.; Cutler, D.F. 1992.: Xerophytes. **Encyclopedia of Plant Anatomy** 8(3): 1 - 178p.

- Haberlandt, G. 1990. **Physiological plant anatomy**. 2ª re-impressão. New Delhi, Today & Tomorrow's printers & publishers. 777p.
- Hickey, L. J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. **Amer. J. Bot.** **60 (1)**: 17-33.
- Jeffree, C.E. 1986. The cuticle, epicuticular waxes and trichomes of plants, with reference to their structure, functions and evolution. In: JUNIPER, B. E.; SOUTHWOOD, R. **Insects and the plant surface**. London, Edward Arnold. p. 23-64.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book Company. 523p.
- Kalife, C. 1995. **Contribuição ao conhecimento da anatomia ecológica das folhas da *Aechmea ornata* Baker e *Aechmea nudicalis* (L.) griseb. (Bromeliaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Kamaludin, M. & Grace, J. 1992. Photoinhibition and light acclimation in seedlings of *Bischofia javanica*, a tropical forest tree from Asia. **Annals of Botany** **69**: 47-52.
- Larcher, W. 1986. **Ecofisiologia Vegetal**. 1ed. São Paulo, EPU. 319p.
- Larcher, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, Rima. 531p.
- Lleras, E. 1977. Defenses in stomatal number per unit area within same species under different micro environmental conditions: A working hypothesis. **Acta Amazonica**. **4(7)**: 473-476.
- Marloth, R. 1909. Die Schutzmittel der Pflanzen gegen übermässige Insolation. **Ber. Dtsch. Bot. Ges.** **27**: 362-371.
- Mauseth, J.D. 1988. **Plant Anatomy**. California, The Benjamin/Cummings Publishing Company. 560p.
- Metcalf, C.R.; Chalk, L. 1950. **Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press. v.2. 1500p.
- Metcalf, C.R.; Chalk, L. 1979. **Anatomy of the Dicotyledons**. 2ed. Oxford, Clarendon Press. v.I. 276p.

- Mole, S.; Ross, J.A.M.; Waterman, P.G. 1988. Light-induced variation in phenolic levels in foliage of rain-forest plants. I - chemical changes. **J. Chem. Ecol.** **14**:1-21.
- Napp-Zinn, K. 1984. Anatomie des Blattes II. Blattanatomie der Angiospermen. B. Experimentelle und ökologische Anatomie des Angiospermenblattes. In: Braun, H.J., Carlquist, S., Ozenda, P. & Roth, I. (Eds.). **Handbüch der Pflanzenanatomie.** Berlin, Gebrüder Borntraeger. p. 1-1431.
- Paixão, I.L.S.C. 1982. Estudo do tamanho de folha do cerrado e a resistência aerodinâmica. **Silvicultura** **16(A)**: 505-524.
- Paulilo, M.T.S. 1991. ***Qualea grandiflora* Mart.: crescimento inicial e crescimento foliar em árvores.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Parkhurst, D.F.; Loucks, O.L. 1972. Optimal leaf size in relation to environment. **Journal of Ecology** **60**: 505-537.
- Pianka, E.R. 1978. **Ecologia Evolutiva.** São Paulo, Omega. 365p.
- Poppenoe, W. 1920. **Manual of tropical and subtropical fruits.** New York, Macmillan. 474p.
- Poorter, L. 1999. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology** **13**: 396-410.
- Raunkiaer, C. 1934. **The life form of plants and statistical plant geography.** Oxford, Clarendon Press. 632p.
- Raven, P.H.; Evert, R. F.; Eichorn, S.E. 2001. **Biologia Vegetal.** 6ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara-Koogan. 728p.
- Reitz, R.; Klein, R. M. 1977. **Mirtáceas (Flora Ilustrada Catarinense).** Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. 158p.
- Sanchotene, M.C.C. 1989. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana.** Porto Alegre, Sagra. 304p.
- Sass, J.E. 1951. **Botanical microtechnique.** Iowa, The Iowa State College Press. 228p.

- Schneider, H. 1977. Indicator horst for pear decline: Symptomatology, histopathology, and distribution of mycoplasma-like organisms in leaf veins. **Phytopathology** **67**: 592-601.
- Sinnott, E.W. 1960. **Plant Morphogenesis**. New York, McGraw-Hill Book Company. 312p.
- Solereeder, H. 1908. **Systematic Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press. 1183p.
- Tuomi, J.; Niemela, P.; Chapin, F.S.; Bryant, J. P.; Sirén, S. 1988. Defensive responses of trees in relation to their carbon/nutrient balance. In: Mattson, W. J.; Levieux, J.; Bernard-Dagan, B. **Mechanisms of woody plant defenses against insects (search for pattern)**. New York, Springer-Verlag. p. 57-72.
- Vieira, S; Hoffmann, R. 1989. **Estatística Experimental**. São Paulo, Atlas. 179p.
- Villaça, H; Ferri, M. G. 1955. Transpiração de *Eucalyptus tereticornis*. **Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr.** **11**: 1-30.
- Whatley, J.M.; Whatley, F.R. 1982. **A luz e a vida das plantas**. 1ed. São Paulo, EPU. 101p.
- Wilkinson, H.P. 1979. The plant surface (mainly leaf) Part I: The stomata. In: Metcalfe, C.R.; Chalk, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press, 2ed. v.1, pp. 97-117.
- Willmer, P. 1986. Microclimatic effects on insects at the plant surface. In: B.E. Juniper; R. Southwood. **Insects and plant surface**. London, Edward Arnold. p. 65-80.

TABELAS

PROCEDÊNCIA UCAD

TABELA 1: Área foliar (cm²). nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (UCAD)

<i>Estrato</i>	outono	Inverno	primavera	verão	Média
Inferior	A 23,75 b	A 35,71 a	A 41,09 a	A 37,06 a	34,40
Mediano	A/B 25,43 a	A 35,60 b	B 26,25 a	B 27,55 a	28,70
Superior	B 28,06 b	B 25,60 a/b	B 23,93 a	C 22,93 a	25,13
Média	25,75 b	32,30 a	30,42 a	29,18 a	29,41

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

Médias precedidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 2: Número de estômatos (mm²) nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (UCAD).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	primavera	Verão	Média
Inferior	372 a	400	427 b	377	423
Mediano	325 a	345 a	444 b	361 a	369
Superior	394 a	451 b	437	409	394
Média	363 a	399 c	436 b	382 a/c	395

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 3: Comprimento (μm) das células-guarda nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (UCAD).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	verão	Média
Inferior	24,03 a/b	26,34 a	21,14 b	25,18 a	24,17
Mediano	25,38 a	29,03 a	21,02 b	26,04 a	25,36
Superior	27,49 a	28,55 a	23,14 b	27,40 a	26,64
Média	25,63 c	27,97 a	21,76 b	26,20 a/c	25,39

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 4: Largura (μm) das células-guarda nas quatro estações climáticas nos três estratos da copa (UCAD).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	primavera	Verão	Média
Inferior	18,84 a/b	19,80 a	16,34 b	18,95 a/b	20,65
Mediano	20,38 a	19,80 a	15,65 b	20,43 a	19,06
Superior	21,72 a/c	19,70 c	17,88 b/c	23,30 a	18,48
Média	20,31 a	19,76 a	16,62 b	20,89 a	19,39

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 5: Espessura (μm) da lâmina foliar nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (UCAD).

<i>Estrato</i>	Outono	inverno	Primavera	verão	Média
Inferior	273,90 c	254,66 a/c	236,02 a	279,34 b/c	260,98
Mediano	264,26 a	289,52 c	235,90 b	273,87 a/c	265,88
Superior	266,90 a	265,82 a	238,85 b	285,66 a	264,30
Média	268,35 a	270,00 a	236,92 b	279,62 a	263,72

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 6: Espessura (μm) da cutícula nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (UCAD).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	9,43 a	10,72 a	10,57 a	10,03 a	10,18
Mediano	10,80 a	10,78 a	10,66 a	9,86 a	10,52
Superior	10,57 a	10,05 a	7,78 b	11,39 a	9,94
Média	10,26 a	10,51 a	9,67 a	10,42 a	10,21

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 7: Espessura (μm) da epiderme na superfície adaxial nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (UCAD).

<i>Estrato</i>	Outono	inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	9,22 a	9,72 a/b	12,84 b	10,74 a/b	10,63
Mediano	9,03 a	9,80 a	13,84 b	11,75 a/b	11,10
Superior	11,88 a	11,68 a	12,49 a	11,20 a	11,81
Média	10,04 a	10,4 a	13,05 b	11,23 a	11,18

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 8: Espessura (μm) do parênquima paliçádico nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (UCAD).

<i>Estrato</i>	Outono	inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	41,14 a	42,79 a	30,76 a	37,11 a	37,95
Mediano	38,84 a	45,72 a	31,34 a	39,03 a	38,73
Superior	39,22 a	46,24 a	34,26 a	43,89 a	40,90
Média	39,73 a	44,91 a	32,12 a	40,01 a	39,19

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 9: Espessura (μm) do parênquima esponjoso nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (UCAD).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	201,63 a	179,42 b	168,46 b	208,46 a	189,49
Mediano	194,99 a	211,73 a	167,36 b	199,99 a	193,51
Superior	188,74 a/b	191,15 a	171,57 b	206,34 a	189,45
Média	195,12 a	194,1 a	169,13 b	204,93 a	190,82

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 10: Espessura (μm) da epiderme da superfície abaxial nas quatro estações climáticas e nos três estratos arbóreos (UCAD).

<i>Estrato</i>	outono	inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	12,45 a	11,99 a	13,38 a	12,99 a	12,70
Mediano	13,07 a	11,38 a	12,40 a	13,22 a	12,51
Superior	15,15 a	11,63 b	12,61 a/b	12,82 a/b	13,05
Média	13,55 a	11,66 b	12,79 a/b	13,01 a/b	12,75

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

Procedência Rio Vermelho (RV)

TABELA 11: Área foliar (cm^2) nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	outono	Inverno	Primavera	verão	Média
Inferior	13,81 a	21,21 b	18,00 c	17,53 c	17,64
Mediano	15,28 a	18,81 b	17,12 a/b	17,25 a/b	17,11
Superior	15,93 a	18,87 b	17,72 a/b	16,87 a/b	17,35
Média	15,01 a	19,63 b	17,61 b/c	17,21 c	17,36

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 12: Número de estômatos (mm^2) nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	inverno	primavera	Verão	Média
Inferior	458 a	626 b	645 b	756 c	621
Mediano	643 a	638 a	687 a/b	727 b	674
Superior	750 a	743 a	720 a	748 a	740
Média	617 a	669 b	684 b	743 c	678

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 13: Comprimento (μm) das células-guarda nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	primavera	Verão	Média
Inferior	19,70 a	19,41 a	20,28 a	19,95 a	19,83
Mediano	23,32 a	22,20 a	23,64 a	19,39 b	22,13
Superior	21,24 a	21,43 a	20,80 a	23,26 a	21,68
Média	21,42 a	21,01 a	21,57 a	20,86 a	21,21

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 14: Largura (μm) das células-guarda nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	14,13 a	13,99 a	14,90 a	15,38 a	14,6
Mediano	17,97 a	16,91 a	17,68 a	15,76 a	17,08
Superior	17,43 a	15,86 a	17,16 a	16,53 a	16,74
Média	16,51 a	15,58 a	16,58 a	15,89 a	16,14

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 15: Espessura (μm) da lâmina foliar nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	437,95 a	375,15 b	401,61 c	471,57 d	421,57
Mediano	426,70 a	351,34 b	504,42 c	446,10 a	432,14
Superior	544,33 a	477,90 b	518,34 c	462,69 b	500,81
Média	469,66 a	401,46 b	474,79 a	460,12 a	451,50

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 16: Espessura (μm) da cutícula nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	2,99 a	2,86 a	3,07 a	3,20 a	3,03
Mediano	3,55 a	3,41 a	4,19 a	2,84 a	3,49
Superior	3,70 a	2,82 a	3,41 a	2,84 a	3,19
Média	3,41 a	3,03 a	3,55 a	2,96 a	3,23

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 17: Espessura (μm) da epiderme na superfície adaxial nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	verão	Média
Inferior	19,03 a	20,47 a	20,14 a	21,05 a	20,17
Mediano	19,22 a	19,22 a	19,84 a	18,80 a	19,27
Superior	25,18 a	18,45 b	22,88 a/b	20,17 b	21,67
Média	21,14 a	19,38 a	20,95 a	20,00 a	20,36

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 18: Espessura (μm) do parênquima paliçádico nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	189,59 a	144,42 b	152,49 b	198,94 a	171,36
Mediano	196,34 a	138,07 b	229,42 c	200,57 d	191,1
Superior	230,98 a	188,46 b	236,15 a	210,28 c	216,46
Média	205,63 a/c	156,98 b	206,02 a	203,26 c	192,97

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 19: Espessura (μm) do parênquima esponjoso nas quatro estações climáticas e nos três estratos arbóreos (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	verão	Média
Inferior	187,50 a	167,69 b	187,30 a	218,65 c	190,28
Mediano	169,80 a/c	154,03 a	210,76 b	186,76 c	180,33
Superior	235,96 a	228,99 a	214,99 b	190,76 c	217,67
Média	197,75 a/b	183,57 a	204,35 b	198,72 a/b	196,09

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 20: Espessura (μm) da epiderme na superfície abaxial nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	14,80 a	11,43 b	12,68 b	11,91 b	12,70
Mediano	12,80 a	12,49 a	12,59 a	11,78 a	12,41
Superior	12,93 a	12,10 a	11,86 a	11,80 a	12,17
Média	13,51 a	12,00 b	12,37 a/b	11,83 b	12,42

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).

TABELA 21: Espessura (μm) da hipoderme nas quatro estações climáticas e nos três estratos da copa (RV).

<i>Estrato</i>	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Média
Inferior	24,03 a	28,26 b	25,90 a	27,88 b	26,51
Mediano	24,89 a	24,03 a	27,61 b	25,38 a	25,47
Superior	34,63 a	26,63 b	29,03 b	25,53 b	28,95
Média	27,85 a	26,30 a	27,51 a	26,26 a	26,98

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste T ($P < 0,05$).