

## **Herbivoria foliar em *Eugenia sulcata* Springex Mart. (Myrtaceae) no Campo Nativo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES, Brasil**

### **Leaf herbivory in *Eugenia sulcata* Springex Mart. (Myrtaceae) in a Native Field of Reserva Natural Vale, Linhares, ES, Brazil**

**Aline A do Nascimento<sup>1</sup>; Clodoaldo L Pinheiro<sup>1</sup>; Vanuza B R Ferreira<sup>1</sup>,  
Jadson B Zampirolo<sup>1</sup>, Antelmo R Falqueto<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo, São Mateus, ES, CEP.: 29932-900

\* Autor para correspondência: antelmofalqueto@gmail.com

**Resumo:** O estudo de herbivoria foliar de *Eugenia sulcata* Spring ex Mart. (Myrtaceae) foi realizado na Reserva Natural Vale (RNV), Linhares (ES). Quando o padrão de herbivoria foi investigado, uma correlação entre herbivoria e atributos físicos foliares foi observada. Assim, as seguintes hipóteses foram testadas: (1) folhas mostrando baixas taxas de esclerofilia tem maior porcentagem de herbivoria porque a esclerofilia fornece uma barreira física para insetos herbívoros e, (2) folhas apicais são preferidas por insetos em função do seu maior conteúdo de água. Cem folhas foram coletadas de 5 plantas, 50 do ápice e 50 da base do ramo, totalizando 100 amostras. A porcentagem de herbivoria em *E. sulcata* foi 12.16%. Folhas apicais foram mais atacadas por insetos herbívoros do que folhas basais. Houve uma correlação significativa entre as variáveis herbivoria e atributos físicos foliares. Os resultados sugerem que folhas apicais e basais tiveram características de folhas maduras.

**Palavras-Chaves:** Herbívoros, Esclerofilia, Ecofisiologia Vegetal, Campo Nativo, Mata Atlântica.

**Abstract:** The leaf herbivory study of *Eugenia sulcata* Spring ex Mart. (Myrtaceae) was made at Re-

serva Natural Vale (RNV), Linhares (ES). When the herbivory pattern was investigated, a correlation between herbivory and leaf physical attributes was verified. Thus, the followed hypothesis were tested: (1) leaves showing low rates of sclerophyllia have higher percentage of herbivory because the sclerophyllia provides a physical barrier to insects and herbivores and, (2) apical leaves are preferred by insects because of their higher content of water. One hundred leaves were collected from 5 plants, 50 from apex and 50 from branch base, totaling 100 samples. The percentage of leaf herbivory in *E. sulcata* was 12.16%. Apical leaves were more attacked by insect herbivores than base leaves. There was a significant correlation between the variables herbivory and leaf physical attributes. The results suggest that the apical leaves and base leaves had characteristics of mature leaves.

**Keywords:** Herbivores, Sclerophylly, Ecophysiology, Native Fields, Rainforest.

#### **Introdução**

A herbivoria exerce forte pressão seletiva so-

bre as plantas, proporcionando a coexistência de um maior número de espécies nas comunidades naturais. Em alguns casos, pode influenciar positivamente o crescimento, a produção de folhas e de frutos de determinadas espécies (Nascimento e Hay 1993, 1994, Cozzolin. 2015, Garcia 2015,) e, também, torná-las mais resistentes a predadores de sementes (McArt. 2013). Entretanto, para outras espécies, altas porcentagens de herbivoria, na maioria das vezes, afetam negativamente o crescimento, a reprodução e a habilidade competitiva (Coley e Barone 1996, Massad. 2011).

Estudos ecológicos no bioma Mata Atlântica são de extrema importância devido a sua grande diversidade biológica, alto grau de endemismo e, principalmente, por este estar sofrendo um intenso processo de fragmentação, levando, conseqüentemente, à perda de espécies (Myers et al. 2000; Rolim et al. 2016b). No Espírito Santo, a maior parte dos remanescentes florestais está altamente fragmentada em manchas de diferentes tamanhos. Tal fato pode estar relacionado ao crescente desenvolvimento econômico do Estado. Estes remanescentes estão reduzidos a um núcleo florestal, constituído pela Reserva Biológica de Sooretama e a Reserva Natural Vale, situados nos municípios de Sooretama e Linhares, respectivamente (Menezes et al. 2007, Peixoto et al. 2008; Rolim et al. 2016c).

Neste contexto, estudos relacionados à interação inseto-planta são de fundamental relevância, pois os insetos herbívoros são importantes indicadores de impacto ambiental (Julião et al. 2005), influenciando de modo significativo a sucessão ecológica e a diversidade e abundância de espécies de plantas (Huntly 1991, Coley e Barone 1996, Maron e Crone, 2006), por provocarem numerosos efeitos negativos no crescimento, capacidade reprodutiva das plantas e redução da habilidade competitiva de espécies vegetais (Coley e Barone 1996, Massad et al. 2011). Desta forma, estudos desta natureza, escassos na região (Massad et al. 2011; Nascimento et al. 2017), podem fornecer subsídios para a tomada de decisões voltadas para a conservação e o manejo da biodiversidade, podendo até mesmo indicar espécies suscetíveis à extinção local, bem como aquelas que podem ser utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas neste tipo de ecossistema florestal.

Além disso, os atributos físicos foliares, tais como a massa foliar, a suculência e a esclerofilia constituem parâmetros simples e funcionalmente

significativos que evidenciam eixos de alocação de economia foliar. Estes atributos podem ser utilizados como uma ferramenta para caracterizar estratégias ecológicas de espécies vegetais em ambientes naturais.

A família Myrtaceae apresenta cerca de 5.500 espécies de distribuição pantropical nas Américas e Austrália (Merwe et al. 2005; Heywood et al. 2007; Wilson 2011), sendo reconhecida como uma das famílias mais importantes na Reserva Natural Vale, tanto em número de espécies quanto em número de indivíduos (Jesus & Rolim 2005, Simonelli et al. 2008, Giaretta et al. 2016; Rolim et al. 2016). O gênero *Eugenia* é um dos mais representativos desta família e, no Brasil, são encontradas aproximadamente 350 exemplares (Landrum e Kawasaki 1997). As espécies deste gênero apresentam função ecológica pela estruturação e funcionalidade nos habitats remanescentes e fragmentados das florestas úmidas no Brasil, considerando a produção de flores, frutos, madeira e, em um contexto antrópico urbano, uso no paisagismo (Marchiori e Sobral, 1997).

A espécie estudada, *Eugenia sulcata* Spring ex Mart. (Myrtaceae), é encontrada naturalmente do Espírito Santo até Santa Catarina (Sobral et al. 2014). Trata-se de uma arvoreta com cerca de 3,0 m de altura, ramos pubérulos, esfoliantes, pardacentos, sendo os mais jovens comprimidos lateralmente. Folhas com lâminas 15-45×10-15 mm, razão foliar 1,2-2,0, oblongas, cartáceas, concolores a discolores, glabras, pontos translúcidos mais evidentes adaxialmente, limbinérvas, base obtusa a aguda, ápice retuso, às vezes agudo, margem pouco revoluta; nervura central adaxialmente sulcada, abaxialmente proeminente, pilosa; nervuras secundárias 6-8 pares, ângulo de divergência 45°-55°; nervuras intersecundárias tênues; nervuras marginais até 2 mm da borda, pouco visíveis; pecíolos 5-7 mm compr., adaxialmente sulcados, pilosos. Frutos subglobosos, 15-30 mm diâm. multicostados, pilosos, alaranjados quando maduros (Romagnolo et al. 2006).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a herbivoria em folhas de *E. sulcata* de diferentes idades e verificar se existe relação entre herbivoria e atributos físicos foliares. Para isto, buscou-se testar as seguintes hipóteses: (1) folhas com menores índices de esclerofilia apresentam maior porcentagem de herbivoria, devido à esclerofilia funcionar como uma barreira física ao ataque de insetos herbívoros e, (2) folhas do ápice dos ramos são preferidas por insetos por serem mais jovens que folhas da base e, com isso, representarem

maior fonte de água para os insetos herbívoros.

## *Herbivoria Foliar*

### **Métodos**

#### *Área de estudo*

O estudo foi realizado no Campo Nativo localizado na Reserva Natural Vale (RNV), cuja área da RNV corresponde a 21.787 hectares (ha), estando localizada entre os municípios de Linhares e Jaguaré, ao norte do Estado do Espírito Santo. Geograficamente situada entre os paralelos de 19° 06' e 19° 18' de latitude sul e os meridianos de 39° 45' e 40° 19' de longitude W. Gr. a RNV pode ser incluída, de acordo com Köppen (1946), na região climática Aw, apresentando um clima quente e úmido e a vegetação composta por Floresta de tabuleiros, estando inserida na "Região da Floresta Ombrófila Densa" (Veloso et al. 1991) com relevo caracterizado por uma sequência de colinas tabulares, com uma altitude variável entre 28 e 65 m, entrecortados por vales amplos e rasos (Jesus 1987). Todavia, alguns estudos analisaram a vegetação a partir de características funcionais classificando-a em Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Estacional Perenifolia (Peixoto & Gentry 1990; Jesus e Rolim, 2005; Rolim et al. 2016a). Os Campos Nativos da Reserva Natural da Vale ocorrem em solos arenosos e pobres em nutrientes, sendo a primeira camada de solo não excedendo 60 cm de profundidade. A ocorrência de espécies de plantas nos Campos Nativos é provavelmente condicionada pela frequência e duração de alagamentos dos solos (Ferreira et al. 2014; Rolim et al. 2016c).

#### *Amostragem*

A amostragem preferencial (Mueller-Domboise Ellenberg 1974) foi precedida por reconhecimento visual da composição e estrutura da vegetação. Desta forma, dez indivíduos adultos de aproximadamente 1,5 a 2 metros, equidistantes 5 metros entre si, foram selecionados. De cada indivíduo foram coletadas 10 folhas, sendo 5 do ápice e 5 da base do ramo, totalizando 100 unidades amostrais para análise da herbivoria e atributos físicos foliares. Exsicatas (Voucher 3922) do material botânico foram elaboradas e incorporadas à coleção do herbário da RNV (CVRD) e ao herbário da Universidade Federal do Estado do Espírito Santo (SAMES).

Para os cálculos da herbivoria, a área foliar foi obtida através de imagens fotográficas das folhas e analisadas utilizando-se o software Image J (Rasband, 2006). Através de ferramentas de desenho deste software, contornos originais das folhas foram reconstituídos, possibilitando o cálculo da área foliar consumida (ac). A porcentagem de herbivoria (herb) para cada folha foi determinada através da divisão da área consumida pela área total da folha (at) (cm<sup>2</sup>) multiplicado por 100. A área foliar não consumida (ah) foi determinada por diferença entre at e ac.

#### *Atributos físicos foliares*

Foram retirados discos foliares de 1,10 cm<sup>2</sup> (A) de cada folha, com o auxílio de um cortador de metal. Para obtenção de massa foliar (mf) os discos foliares foram hidratados em água destilada por um período máximo de 24 horas. Após a hidratação, a massa saturada (mst) foi determinada com uma balança eletrônica digital (0,001g). Para obtenção da massa seca (msc), os discos foliares hidratados foram colocados em estufa de secagem, com temperatura de 60°C, até a obtenção do peso seco constante. Valores de Suculência (suc) foram calculados pela diferença entre mst e a msc dividida pela área dos discos utilizados (Kluge & Ting, 1978). A esclerofilia (esc) foi estimada pela razão entre a msc e A.

#### *Análise de dados*

Os valores de herbivoria foram logaritimizados (ln (% de dano na folha +1)) (Zar, 1984) para a normalização dos dados.

A análise multivariada de ordenação foi utilizada com o objetivo de detectar um padrão de herbivoria. Foi feita transformação vetorial dos dados e padronização pela amplitude dentro de variáveis, utilizando a distância de corda como medida de dissimilaridade entre unidades amostrais. Os dados foram submetidos à análise de coordenadas principais aplicando o método de auto-reamostragem bootstrap para testar a estabilidade de eixos de ordenação.

Os dados foram submetidos a uma análise de variância multivariada via testes de aleatorização com o objetivo de testar diferenças significativas entre folhas de ápice e folhas de base e possíveis interações

significativas entre variáveis de herbivoria e atributos físicos foliares. O limiar adotado para rejeitar a hipótese nula foi de 5%. Foi utilizada a análise de regressão linear para explicar a herbivoria em folhas de ápice e de base a partir das coordenadas das unidades amostrais e variáveis com maior percentual de correlação com os eixos de ordenação. Todos os cálculos estatísticos foram feitos com auxílio do aplicativo computacional MULTIV (Pillar 2004).

## Resultados

Os resultados apontaram que folhas localizadas no ápice de ramos foram mais atacadas por insetos herbívoros que folhas situadas na base, sendo altamente significativo ( $p=0,0002$ ). Também foi encontrada diferença significativa ( $p=0,0002$ ) dentro de cada grupo de unidades amostrais – folhas de ápice (FA) e folhas de base (FB). A porcentagem média de herbivoria de *E. sulcata* foi de 12,16%.

Os diagramas de mesma ordenação (Figura 1), descritos para herbivoria e atributos físicos foliares explicam 70,85% da variação total dos dados. Pode-se observar que as unidades amostrais de folhas de ápice (Figura 1A) estão mais relacionadas com as variáveis de herbivoria (herb) e área foliar consumida (ac) e que as folhas de base (Figura 1B) com variáveis de área foliar total (at) e área foliar não consumida (ah). Entretanto, todas as unidades amostrais parecem compartilhar atributos físicos foliares semelhantes.

Considerando o conjunto total de dados, houve correlação significativa entre área foliar total (at) e esclerofilia (esc) ( $p=0,0002$ ) e entre área foliar total (at) e massa seca foliar (msc) ( $p=0,001$ ). Com relação ao conjunto de unidades amostrais de FA, houve correlação significativa entre suculência (suc) e área foliar consumida (ac) ( $p=0,001$ ). A variável área consumida (ac) apresentou 84% de correlação com o eixo 2 e explica 54% da herbivoria de folhas do ápice. Entretanto, a variável área não consumida (ah) apresentou 91% de correlação com eixo 1 e explica 62% da herbivoria de folhas da base do ramo de *E. sulcata* (Figura 2).

## Discussão

As porcentagens médias de herbivoria foliar dos indivíduos de *E. sulcata* estão próximas aos valo-

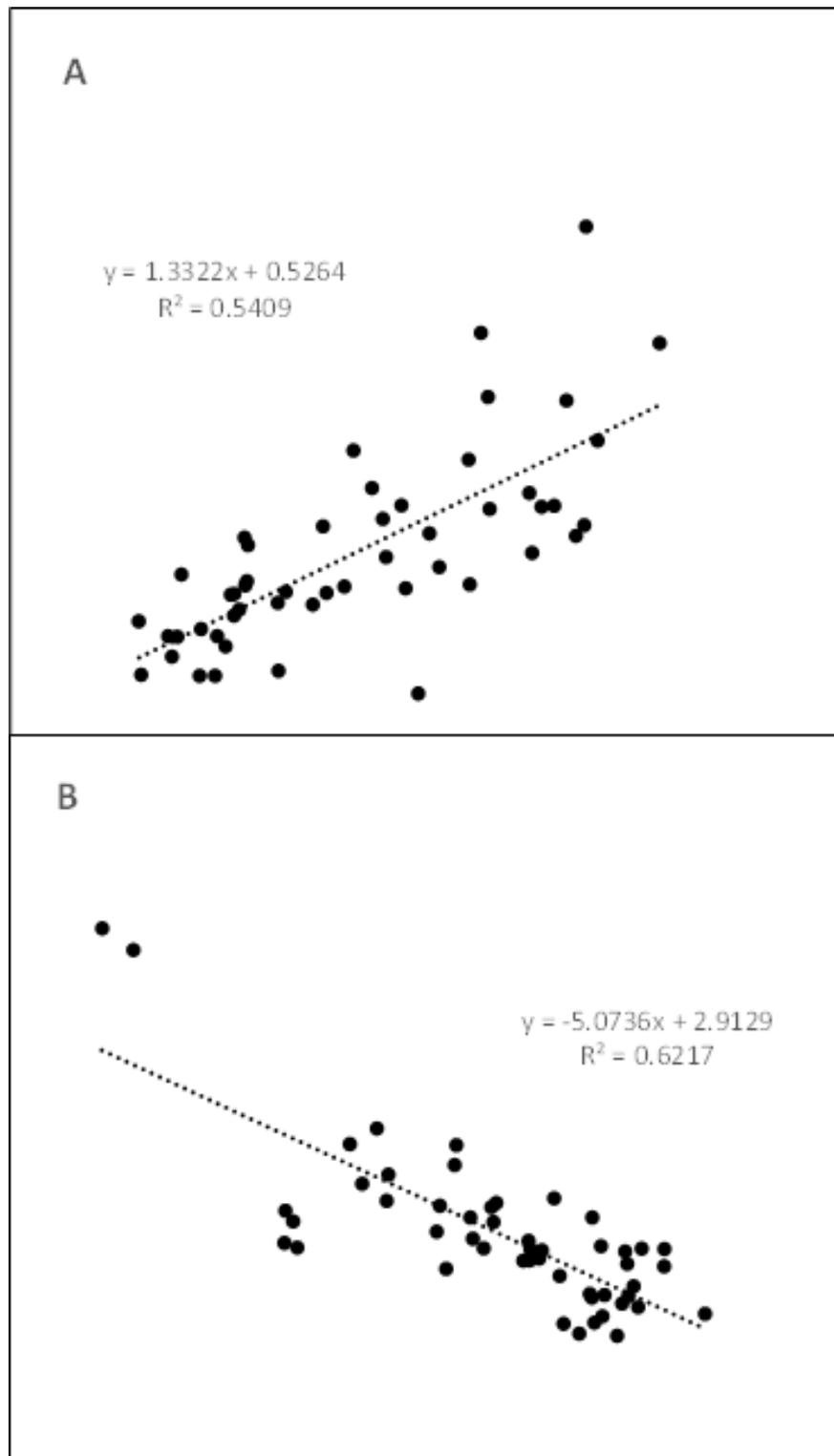
res observados para espécies de Myrtaceae amostradas em outras fitofisionomias situadas na Reserva Natural Vale, como Mata Alta ( $8,2 \pm 4,7$ ) e Mussununga ( $11 \pm 5,8$ ) (Nascimento et al. 2017), e dentro da variação observada para espécies de florestas tropicais do mundo (0,09% a 30%) (Nascimento et al. 2009, Peñuelas et al. 2013, Cárdenas et al. 2014), utilizando o método pontual de determinação da herbivoria foliar.

A hipótese de que as folhas com menores índices de esclerofilia (esc) apresentariam maiores porcentagens de herbivoria devido a esc funcionar como uma barreira física ao ataque de insetos herbívoros foi aceita, pois houve diferença significativa de atributos entre FA e FB bem como correlação significativa entre área foliar não consumida e esclerofilia foliar. Entretanto, a variação dentro de grupos de unidades amostrais também foi significativa. Este fato pode ser explicado, em parte, pela ausência de indumento piloso das folhas glabras típicas de *E. sulcata* (Romagnolo et al. 2006) e também por FA e FB apresentarem características de folhas maduras (Figura 1). Em folhas glabras, a esclerofilia da folha aparece como uma característica fundamental na diminuição da herbivoria (Coley e Kursar 1996). Entretanto, a esclerofilia não está relacionada apenas com a intensidade do dano por herbivoria, mas, também, com a adaptação para conservação de água, nutrientes e proteção contra alta radiação solar (Turner 1994, Gonçalves - Alvim et al. 2006, Hanley et al. 2007, Onoda et al. 2011).

Investimentos em peso seco e em esclerofilia foram verificados para os indivíduos de *E. sulcata* a partir da correlação significativa de msc e esc com área foliar total (at) ( $p=0,001$  e  $p=0,0002$ ), não expressando características de plantas vigorosas. Vários estudos apontam que plantas crescendo vigorosamente são mais atacadas por insetos herbívoros (Price et al. 1987, Price 1991, Cornelissen et al. 2008), em consequência da alta qualidade nutricional e baixa quantidade de compostos de defesa (Mattson 1980, Cornelissen et al. 2008). Entretanto, uma alta esc está associada a estratégias de crescimento lento, geralmente observada em plantas que se desenvolvem sob condições de menor disponibilidade de recursos, tais como ambientes sombreados ou oligotróficos (Reich et al. 1997, Wright et al. 2004).

Defesas quantitativas têm um custo inicial alto. Porém, uma vez adquiridas, são relativamente perenes na planta (Bazzaz et al. 1987), o que pode ter influenciado em menores valores de porcentagens de





**Figura 2** Análise de Regressão linear para herbivoria de folhas de ápice e de base *Eugenia sulcata* Springex Mart. (Myrtaceae) em um Campo Nativo na Reserva Natural Vale. A: Diagrama de ordenação de 50 unidades amostrais, descritas por herbivoriade folhas do ápice do ramo considerando a variável área foliar consumida (ac). B: Diagrama de ordenação de 50 unidades amostrais, descritas por herbivoriade folhas da base do ramo considerando a variável área foliar não consumida (ah).

área foliar removida por herbivoria em FB. O custo com a defesa é um problema para as plantas, sendo que, ao investir pouco, o agressor leva vantagem; investindo muito, os fotoassimilados comumente desviados no crescimento e desenvolvimento são desviados para as funções de defesa (Eutrópio e Silva 2009).

As folhas de base deveriam apresentar maiores porcentagens de herbivoria que as FA devido a um maior tempo de exposição no ambiente, o que não foi observado. É provável que os maiores valores de herbivoria em FA tenham ocorrido no momento em que as folhas eram jovens, ou seja, foi retratada a herbivoria acumulada de momentos anteriores ao experimento. Além disso, estudos apontam que, em geral, os insetos herbívoros têm preferência alimentar por folhas novas em função do maior teor nutricional e menor quantidade de compostos de defesa comparados com folhas maduras (Crawley 1983, Aide 1993, Coley e Barone 1996, Gherlenda et al., 2016). Assim, os resultados sugerem que FA e FB apresentaram características de folhas maduras e que a herbivoria de FB foi um evento pretérito. Em virtude disso, é necessário um acompanhamento em escala temporal (estação chuvosa e seca) do dano por herbivoria em folhas totalmente expandidas e em processo de expansão de *E. sulcata*, relacionando com os parâmetros ecofisiológicos estudados.

Em conclusão, a hipótese de que FA são preferidas por insetos pelo fato destes tecidos foliares serem mais jovens que FB e com isso, possivelmente, representarem maior fonte de água para os insetos herbívoros (Edwards e Wratten 1981) foi aceita, devido à correlação significativa entre suc e área foliar consumida (ac) ( $p = 0,001$ ) e, em função do padrão de herbivoria observado (Figura 2). Por fim, o padrão de herbivoria observado, considerando os atributos físicos foliares que caracterizaram o crescimento não vigoroso de *E. sulcata*, corroborou as duas hipóteses deste estudo. Por tanto, o investimento em esclerofilia similar em FA e FB evidenciaram uma estratégia de defesa física em tecidos foliares glabros e, que a maior suculência de folhas jovens sustenta herbivoria pretérita em FB.

---

## Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical - PPGBio da Universidade Federal do Espírito Santo - Centro Universitário

Norte do Espírito Santo UFES-CEUNES pelo corpo docente e apoio logístico dos laboratórios de Biologia Vegetal e de Física do Solo; À CAPES pelo apoio financeiro e concessão de bolsas de mestrado aos autores; À Reserva Natural Vale pela disponibilização da área de estudo e material biológico para análises.

---

## Referências

- Aide TM (1993) Patterns of leaf development and herbivory in a tropical under story community. **Ecology** 74: 455-456.
- Barros F, Vinhos F, Rodrigues VT, Barberena FFVA, Fraga CN, Pessoa EM, Foster W, Menini-Neto L (2014) Myrtaceae. In **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico Do Rio De Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 29.10.2014.
- Bazzaz RA, Chiarello NR, Coley PD, Pitelka LF (1987) Allocating resources to reproduction and defense. **Bioscience** 37: 58-67.
- Cárdenas RE, Valencia R, Kraft NJB, Argoti A & Dangles O (2014) Plant traits predict inter- and intraspecific variation in susceptibility to herbivory in a hyperdiverse Neotropical rain forest tree community. **Journal of Ecology** 102: 939-952.
- Coley PD, Kursar TA (1996) Antiherbivory defenses of young tropical leaves: Physiological constraints and ecological tradeoffs. Pp. In: Tropical forest plant ecophysiology (Smith AA, Mulkey SS, Chaz RL). **University Of Utah, Salt Lake City** p 305-336.
- Coley PD, Barone JA (1996) Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual review of ecology and systematics** 27: 305-335.
- Cornelissen T, Wilson FG, Vasconcellos-Neto J (2008) Size does matter: variation in herbivory between and within plants and the plant vigor hypothesis. **Oikos** 117: 1121-1130.
- Cozzolino S, Fineschi S, Litto M, Scopece G, Trunschik J, Schiestl F P (2015) Herbivory Increases Fruit Set in *Silenelatifolia*: A Consequence of Induced Pollinator-Attracting Floral Volatiles. **Journal of Chemical Ecology** 41: 622-630.
- Crawley MJ (1983) Herbivory: the dynamics of animal - plant interactions. **Blackwell Scientific Publications** 437 p. Edwards PJ, Wratten SD (1981) Ecologia das interações entre insetos e plantas. **Coleção Temas de Biologia**. São Paulo: UduSP. 71 p.
- Eutrópio FJ, Silva AG (2009) Análise comparada de

perda de área em folhas jovens e adultas de *Croton* sp. (Euphorbiaceae) na Reserva de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo, Sudeste Do Brasil. **Natureza On Line** 7: 27-30.

Ferreira VBR, Nascimento MT and Menezes LFT (2014) Floristic and phytogeographic pattern of native field in southeastern Brazil. **Acta Bot. Bras.** online], vol.28, n.3 [cited 2017-02-24], pp.465-475.

Garcia LC (2015) **Direct and Indirect Benefits of Herbivory for Plants**. Doctoral dissertation, Texas A & M University. Available electronically from <http://hdl.handle.net/1969.1/155458>. Acesso: 16 01 2016, 17h40.

Gherlenda, AN, Moore. BD, Haigh Anthony M., Scott N. Johnson I and Markus Riegler (2016) Insect herbivory in a mature *Eucalyptus* woodland canopy depends on leaf phenology but not CO<sub>2</sub> enrichment. **BMC Ecology** 16: 47.

Gonçalves-Alvim SJ, Korndorf G, Fernandes GW (2006) Sclerophylly in *Qualea parviflora* (Vochysiaceae): Influence of herbivory, mineral nutrients, and waters status. **Plant Ecology**, 187: 153-162.

Gullan PJ, Cranston PS (2007) Os insetos: Um resumo de entomologia. São Paulo: Roca. 456 p.

Jesus RM (1987) Mata Atlântica de Linhares: Aspectos Florestais. In: Anais do Seminário Desenvolvimento Econômico e Impacto Ambiental em Áreas de Trópico Úmido Brasileiro – Uma Experiência Da Cvr. Rio De Janeiro. p. 33-71.

Hanley ME, Lamont BB, Fairbanks MM, Rafferty CM (2007) Plant structural traits and their role in anti-herbivore defence. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* Volume 8, Issue 4, 27 July 2007, Pages 157–178.

Heywood VH., Brummit RK, Culham A, Seberg (2007) **Flowering plant families of the world**. Canadá, Firefly Books, pp. 225-226.

Huntly N (1991) Herbivores And of communities ecosystems the and dynamics. **Annual review of ecology and systematic** 22: 477-503.

Jesus RM & Rolim SG (2005) Fitossociologia da Mata Atlântica de Tabuleiro. Boletim Técnico SFI, n°19.

Julião GR, Fernandes WG, Negreiros D, Bedê L, Araújo RC (2005) Insetos galhadores associados a duas espécies de plantas invasoras de áreas urbanas e peri-urbanas. **Revista Brasileira de Entomologia** 49: 97-106.

Kluge M, Ting IP (1978) Crassulacea acid metabolism: Analysis of ecology and adaptation. Berlin,

**Springer-Verlag**.

Koppen W (1946) Das Geographisches System der Klimate. In Koppen, W & Geiger, W., Eds. *Handbuch der Klimatologie*. Gebr. Borntraeger, Berlin.

Landrum LR., Kawasaki ML (1997) The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**. 49: 508-536.

McArt SH, Halitschke, R, Salminen, Juha-Pekka, Thaler JS (2013) Leaf herbivory increases plant fitness via induced resistance to seed predators. **Ecology** 94: 966–975.

Marchiori JNC, Sobral M (1997) **Dendrologia das Angiospermas. Myrtales**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 304 p.

Maron J e Crone E (2006) Herbivory: effects on plant abundance, distribution and population growth. **Proceedings of The Royal Society B** 273 2575-2584.

Massad TJ, Chambers JQ, Rolim SG, Jesus RM, Dyer LA (2011) Restoration of Pasture to Forest in Brazil's Mata Atlântica: The Roles of Herbivory, Seedling Defenses, and Plot Design in Reforestation. **Restoration Ecology** 19: 257–267.

Menezes LFT, Pires FR & Pereira OJ (2007) **Ecossistemas Costeiros Do Espírito Santo: Conservação e Preservação**. Vitória: Edufes. 300 p.

Merwe MM van der, Wyk AE van, Botha AM (2005) Molecular phylogenetic analysis of *Eugenia* L. (Myrtaceae), with emphasis on southern African taxa. **Plant Systematics and Evolution**, 251: 21-34.

Mueller-Dombois D, Ellenberg H (1974) **Aims and methods of vegetation ecology**. – New York: Wiley, Pp. 547.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. **Nature** 403: 853-858.

Nascimento MT, Hay JD (1993) Intraspecific variation in herbivory on *Metrodorea pubescens* (Rutaceae) in two forest types in central Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 53: 143-153.

Nascimento MT, Hay JD (1994) The impact of simulated folivory on juveniles of *Metrodorea pubescens* (Rutaceae) in a gallery forest near Brasília, Federal District, Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 10: 611-620.

Nascimento AA, Menezes LFT, Nascimento MT (2017) Water content, fibres and herbivory in leaves of two distinct and adjacent tree communities of the Brazilian Atlantic Forest. **Hoehnea** 44: 103-110.

Onoda Y, Westoby M, Adler PB, Choong AM, Clis-

- sold FJ, Cornelissen JH, Díaz S, Dominy NJ, Elgart A, Enrico L, Fine PV, Howard JJ, Jalili A, Kitajima K, Kurokawa H, McArthur C, Lucas PW, Markesteijn L, Pérez-Harguindeguy N, Poorter L, Richards L, Santiago LS, Sosinski EE Jr, Van Bael SA, Warton DI, Wright IJ, Wright SJ, Yamashita N (2011) Global patterns of leaf mechanical properties. **Ecology Letters** 14: 301-312.
- Peixoto A & Gentry, A (1990) Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (ES - Brasil). **Revista Brasileira de Botânica** 13: 19-25.
- Peixoto AL & Gentry A (1990) Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (ES - Brasil). **Revista Brasileira de Botânica** 13: 19-25.
- Peixoto AL Silva IM, Pereira OJ, Simonelli M, Jesus RM, Rolim SG (2008) **Tabuleiro Forests North of the Rio Doce: Their representation in the Vale do Rio Doce Natural Reserve, Espírito Santo, Brazil**. In: W.W. Thomas (ed.). The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil. The New York Botanical Garden Press, New York, pp.313-344
- Peñuelas J, Sardans J, Joan Llusia, Jorge Silva, Susan M. Owen, Bernadus Bala-Ola, Alona C. Linatoc, Mohamed N. Dalimin & Ülo Niinemets (2013) Foliar chemistry and standing folivory of early and late-successional species in a Bornean rainforest, **Plant Ecology & Diversity**, 6:2, 245-256.
- Price PW (1991) The Plant Vigor Hypothesis and Herbivore Attack. **Oikos** 62: 244-251.
- Price PW, Roininen H & Tahvanainen J, (1987). Why does the bud-galling sawfly, *Ewura mucronata*, attack long shoots? **Oecologia** 74: 1-6.
- Rasband WS (2006) ImageJ. Bethesda, Maryland: U.S. National Institutes of Health. <http://rsb.info.nih.gov/ij>
- Rolim SG, Ivanauskas NM, Engel VL (2016a). **As Florestas de Tabuleiro do Norte do Espírito Santo são Ombrófila ou Estacionais?** In: S. G. Rolim, L.F.T. Menezes, Srbeek-Araujo, Ana Carolina (eds.). Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismo na Reserva Natural Vale. Rona, Belo Horizonte. pp. 47-60.
- Rolim SG, Magnago LFS, Saiter FZ, Amorim AM, Abreu KMP (2016b) **São as florestas do Norte do Espírito Santo e Sul da Bahia as mais ricas em espécies Arbóreas no domínio da Floresta Atlântica?** In: S. G. Rolim, L.F.T. Menezes, Srbeek-Araujo, Ana Carolina (eds.). Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismo na Reserva Natural Vale. Rona, Belo Horizonte. pp. 91-100.
- Rolim SG, Peixoto AL, Pereira OJ, Araujo DSD, Nadruz M, Siqueira G, Menezes LFT (2016c) **Angiospermas da Reserva Natural Vale, na Floresta Atlântica do norte do Espírito Santo**. In: S. G. Rolim, L.F.T. Menezes, Srbeek-Araujo, Ana Carolina (eds.). Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismo na Reserva Natural Vale. Rona, Belo Horizonte. pp. 167-230.
- Simonelli, M., Souza, A.L.S., Peixoto, A.L. & Silva, A.F. (2008). Floristic Composition and Structure of the Tree Component of a Muçununga Forest in the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. In: W.W. Thomas (ed.). The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil. The New York Botanical Garden Press, New York. pp. 351-370.
- Romagnolo MB, Souza MC (2006) O Gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na planície de alagável do alto Rio Paraná, Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20: 529-548.
- Turner IM (1994) Sclerophylly: Primarily Protective? **Functional Ecology** 8: 669-675.
- Veloso HP, Góes-Filho EL (1982) Fitogeografia Brasileira, classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico do Projeto RADAM BRASIL**. Série Vegetação N-1. Salvador, p. 3-79.
- White TCR (1984) The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. **Oecologia** 63: 90-105.
- Witowski ETE, Lamont BB (1991) Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia** 88: 468-493.
- Wilson PG (2011) **Myrtaceae**. In: K. Kubitzki (ed.). Flowering plants. Eudicots: The families and genera of vascular plants. v. 10. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 212-271
- Wright IJ, Cannon K (2001) Relationships between leaf lifespan and structural defences in a low-nutrient, sclerophyll flora. **Functional Ecology** 15: 351-359.
- Wright IJ, Reich PB, Westoby M, Ackerly DD, Baruch Z, Bongers F, Cavender-Bares J, Chapin T, Cornelissen JHC, Diemer M, Flexas J, Garnier E, Groom PK, Gulias J, Hikosaka K, Lamont BB, Lee T, Lee W, Lusk C, Midgley JJ, Navas M, Niinemets U, Oleksyn J, Osada N, Poorter H, Poot P, Prior L, Pyankov VI, Roumet C, Thomas SC, Tjoelker MG, Veneklaas EJ, Villar R (2004) The Worldwide Leaf

Economics Spectrum. **Nature** 428: 822-828.  
Vendramini F, Díaz S, Gurvich DE, Wilson PJ,  
Thompson K, Hodgson JG (2002) Leaf traits as  
indicators of resource-use strategy in flora with  
succulent species. **New Phytologist** 154: 147–157.  
Zar JH (1984) **Biostatistical Analysis**. ed. 2. Prentice  
hall International, New Jersey, U.S.A.