

HERBIVORIA E SUA RELAÇÃO COM AS CONDIÇÕES MICROCLIMÁTICAS E DE USO DO SOLO EM UMA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA

HAYMÉE NASCIMENTO DE ALENCAR¹, JOEL SILVA DOS SANTOS², BRÁULIO ALMEIDA SANTOS³

¹Programa de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Moraes Rego s/n, Cidade Universitária, CEP: 50670-901, Recife, PE, Brasil.

²Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Campus IV, CEP: 58297-000 - Rio Tinto, PB, Brasil.

³Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Sistemática e Ecologia, Campus I, Cidade Universitária, CEP: 58051-900 - João Pessoa, PB, Brasil.

Autor para correspondência: E-mail: haymeedealencar@hotmail.com

Recebido em 16 de junho de 2016. Aceito em 24 de fevereiro de 2017. Publicado em 06 de abril de 2018.

RESUMO - Estudos sobre herbivoria e microclima são importantes para auxiliar na compreensão de como os processos antrópicos interferem na dinâmica dos ecossistemas. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo compreender a relação da herbivoria com as condições microclimáticas e de uso do solo em uma floresta tropical úmida. Quanto a metodologia, foram definidas três amostras experimentais em função do tipo de cobertura do solo. Para a coleta dos dados de temperatura foi utilizado termo-higrômetros durante 4 meses que compreendeu o período seco e chuvoso. Para verificar o dano de herbivoria, foram realizadas coletas de 600 folhas. Os resultados mostram que o número de folhas danificadas nas amostras experimentais, não difere significativamente entre as mesmas. Quanto à frequência de guilda, esta não diferiu significativamente entre as amostras. Para a magnitude do dano foliar, verificou-se que a área pouco perturbada diferiu significativamente das demais áreas. Para os resultados de temperatura, as áreas não apresentaram oscilações exorbitantes. Os resultados sugerem que mesmo sem variação considerável na temperatura a área pouco perturbada apresentou maior dano ultrapassando a média anual de dano foliar para florestas tropicais úmidas com espécies tolerantes a sombra.

PALAVRAS-CHAVE: HERBÍVOROS; UNIDADES DE CONSERVAÇÃO; TEMPERATURA.

HERBIVORY AND ITS RELATION TO MICROCLIMATIC AND SOIL USE CONDITIONS IN A TROPICAL RAINFOREST

ABSTRACT - Studies on herbivory and microclimate are important to help understanding how anthropic processes interfere with the dynamics of ecosystems. Therefore, the objective of this study was to understand the relation of herbivory with microclimatic and soil use conditions in a tropical rainforest. As for the methodology, three experimental samples were defined according to the type of soil cover. In order to collect the temperature data, thermo-hygrometers were used during 4 months during the dry and the rainy period. In order to verify the herbivory damage, 600 leaves were collected. The results show that the number of damaged leaves in the experimental samples does not significantly differ between them. As for guild frequency, it did not significantly differ between samples. For the magnitude of the leaf damage, it was verified that the area of little disturbance significantly differed from the other areas. As for the temperature results, the areas did not present exorbitant oscillations. The results suggest that even without considerable temperature variation the area of little disturbance presented greater damage than the annual average leaf damage of tropical rainforests with shade tolerant species.

KEYWORDS: HERBIVORES; CONSERVATION UNITS; TEMPERATURE.

HERBIVORIA Y SU RELACIÓN CON LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS Y DE USO DEL SUELO EN UNA FLORESTA TROPICAL

HÚMEDA

RESUMEN - Los estudios sobre herbivoría y microclima son importantes para ayudar en la comprensión de cómo los procesos antrópicos interfieren en la dinámica de los ecosistemas. De esa forma, esta investigación tuvo como objetivo comprender la relación de la herbivoría con las condiciones microclimáticas y de uso del suelo en un bosque tropical húmedo. En cuanto a la metodología, se definieron tres muestras experimentales en función del tipo de cobertura del suelo. Para la recolección de los datos de temperatura se utilizó termo-higrómetros durante cuatro meses que comprendieron el período seco y lluvioso. Para verificar el daño de herbivoría, se realizaron colectas de 600 hojas. Los resultados muestran que el número de hojas dañadas en las muestras experimentales no difiere significativamente entre ellas. Con relación a la frecuencia de agrupamiento, este no difería significativamente entre las muestras. Para la magnitud del daño foliar, se verificó que el área Poco Perturbada difería significativamente de las demás áreas. Para los resultados de temperatura, las áreas no presentaron oscilaciones exorbitantes. Los resultados sugieren que incluso sin variación considerable en la temperatura el área Poco Perturbada presentó mayor daño sobrepasando la media anual de daño foliar para bosques tropicales húmedos con especies tolerantes a la sombra.

PALABRAS CLAVE: *HERBÍVORO; ÁREAS PROTEGIDAS; TEMPERATURA.*

INTRODUÇÃO

Em pleno século XXI, a sociedade contemporânea assiste o estado preocupante que se encontra o meio ambiente. A sede pelo lucro gerou um efeito cascata em decorrência do uso e exploração dos recursos naturais, que de forma descontrolada, está impactando toda a biota por meio do desmatamento e diversas formas de poluição, que conseqüentemente, tem contribuindo para a redução das áreas verdes em todo planeta (Primack e Rodrigues 2001; Drew 2005). A fragmentação dos ecossistemas tem colocado em risco toda a dinâmica microclimática de vários habitats, o equilíbrio da cadeia trófica, e conseqüentemente a sustentabilidade dos sistemas ecológicos (Primack e Rodrigues 2001).

Dessa forma, diante deste quadro, vários países iniciaram movimentos de conservação pelos diversos remanescentes de áreas verdes e alguns fragmentos de ecossistemas ameaçados de extinção, criando assim, as Unidades de Conservação (UC) para tentar garantir a biodiversidade, os serviços “prestados” pelos diversos ecossistemas e a sustentabilidade desses ambientes ameaçados de extinção.

No Brasil, foi criada a lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), e tem como objetivo, conforme determina o art. 2º desta lei, a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (Brasil 1981).

Com a Política Nacional do Meio Ambiente deu-se início o marco legal que trata das diretrizes para a criação de Unidades de Conservação. A lei nº 6.938/81 no Art. 4º, inciso II, estabelece a definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios. Já a lei 9.985/2000, no Art. 1º, estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e dispõe sobre critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, onde a mesma define conforme o Art. 2º, inciso I, a Unidade de Conservação como espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob o regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas

de proteção (Brasil 2002).

As Unidades de Conservação dividem-se em Unidades de Proteção Integral e de Uso Sustentável. As de Proteção Integral tem como objetivo primordial a proteção da natureza, e por isso, as regras e normas existentes são mais restritivas. Nesse grupo é permitido o simples uso indireto dos recursos naturais, como práticas que não se faz necessário o consumo, coleta ou dano aos recursos naturais nessas áreas. As categorias que compreende as UC de proteção integral são a estação ecológica, reserva biológica, parque, monumento natural e refúgio de vida silvestre (MMA 2014). As Unidades de Uso Sustentável são áreas que propõem uma relação conciliatória à conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. As atividades que podem ser desenvolvidas nessas unidades, envolvem coleta e uso dos recursos naturais, desde que praticadas de uma forma que a perpetuidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos esteja assegurada. Estão presentes nestas categorias de uso sustentável as áreas de relevante interesse ecológico, floresta nacional, reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável, reserva extrativista, área de proteção ambiental (APA) e reserva particular do patrimônio natural (RPPN) (ICMBio 2014).

No Brasil existem 886 Unidades de Conservação (UCs) Federais, 729 estaduais e 147 municipais distribuídos pelos biomas da Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia, Pampa, Pantanal e Marinho. O Estado da Paraíba apresenta atualmente cerca de 34 Unidades de Conservação, incluindo as federais, estaduais, municipais e particulares (Jornal da Paraíba 2016).

Dentre as Unidades de Conservação presente no Estado da Paraíba encontra-se, a Reserva Biológica Guaribas (REBIO Guaribas), que tem como objetivo principal conservar um dos últimos remanescentes de Mata Atlântica do Estado, como também, espécies raras ou endêmicas e ameaçadas de extinção (Plano de Manejo da Reserva Biológica Guaribas 2003).

A REBIO Guaribas monitora um dos remanescentes da Mata Atlântica que pode ser encontrado ao longo do Litoral Norte do Estado da Paraíba. A reserva “presta” vários serviços ecossistêmicos para as comunidades locais com destaque para a manutenção da biodiversidade e o controle microclimático. Para Galvani et al. (2010) a vegetação exerce papel importante no controle climático principalmente em escala micro, visto que está inteiramente relacionada ao uso e/ou cobertura do solo. Sendo assim, o estudo do microclima local reveste-se de importância fundamental para a compreensão dos processos ecológicos que ocorrem dentro da Unidade de Conservação.

O microclima na compreensão de Chebataroff (1969) é definido como fenômeno climático de pequena proporção, influenciado pelos processos que ocorrem em proximidade com o solo e a comunidade vegetal. Dessa forma, as condições microclimáticas são influenciadas diretamente pelas diferenciações no uso e cobertura do solo, pela distribuição das massas de água e pela presença de vegetação no ambiente. Kalnay e Cai (2003) destaca que o microclima pode ser influenciado diretamente pelas atividades antrópicas, dentre outros fatores.

Sendo assim, o estudo do microclima torna-se fundamental para a compreensão dos processos de interação entre plantas e animais, bem como, para a compreensão dos processos ecológicos. A influência que o microclima pode exercer nos processos ecológicos, tais como crescimento e regeneração da vegetação, reciclagem de nutrientes e seleção de habitats da biota, tornou-o um componente essencial da pesquisa ecológica corrente (Hernandes et al. 2002). Assim, diante do seu papel na funcionalidade dos ecossistemas, na manutenção do equilíbrio e sustentabilidade ecológica, Montezuma (2010) destaca que a alteração no microclima é um dos fatores abióticos mais importantes para ser estudado, todavia, poucos são os trabalhos desenvolvidos para a

compreensão da atuação e alteração do microclima nas interações ecológicas e seus impactos nas escalas de ordem econômica e social.

Wirth et al. (2008) afirma que dentre as interações ecológicas existentes na natureza, a herbivoria recebe atenção por ser um processo chave que influencia principalmente os fatos ao longo da história da vida dos ecossistemas. A herbivoria pode ser compreendida como sendo uma das interações que envolvem plantas e indivíduos que se alimentam de qualquer peça vegetal, sendo mais frequente em florestas tropicais (Coley e Barone 1996).

Os estudos envolvendo a pressão por herbivoria em ecossistemas tropicais se mostram pertinentes já que estas relações afetam diretamente à evolução de defesas químicas, mecânicas, e a fenologia das plantas, o que contribui com as relações que afetam a cadeia trófica, a ciclagem de nutrientes e a biodiversidade de cada organismo (Coley e Barone 1996). Leal et al. (2007) enfatiza a pressão por herbivoria nos ecossistemas, principalmente quando este processo de interação afeta a organização de comunidades de plantas e seus padrões de diversidade, influenciando o ritmo e a orientação da sucessão de plantas por meio da supressão de espécies sucessionais.

A relação planta-herbívoros também é vista com bastante atenção, quando se trata de florestas fragmentadas e/ou com efeito de borda. Conforme menciona Wirth et al. (2008), há uma íntima relação com o comportamento dos efeitos de borda pela ação de agentes herbívoros e a alteração no microclima, uma vez, que as atividades de herbívoros provocam aberturas de clareiras em florestas semelhantes as geradas pelo efeito de borda, aceleram a taxa de rotatividade de matéria e fluxo de energia, e conseqüentemente causam oscilações nas interações tróficas do fragmento e/ou borda. Simões-Jesus (2007) destaca que os efeitos dessas mudanças ambientais que ocorrem após a fragmentação influenciam drasticamente as condições do sub-bosque de florestas, deixando as comunidades vegetais mais vulneráveis à predação. Por outro lado, o próprio efeito de borda pode afetar a interação de herbivoria. Os primeiros sinais aparecem primeiramente na mudança do microclima local, que por sua vez, atinge a intensidade de incidência luminosa, temperatura, umidade e o vento (Saunders et al. 1991). Assim, verifica-se o reconhecimento crescente da importância global das bordas como um habitat dominante, a importância do estudo microclimático para sua compreensão, o comportamento das comunidades vegetais e a interação entre plantas e herbívoros em experimentos relacionados à fragmentação.

É diante deste contexto, que este trabalho se apresenta com objetivo principal de compreender a relação da herbivoria com as condições microclimáticas e de uso do solo em uma floresta tropical úmida.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

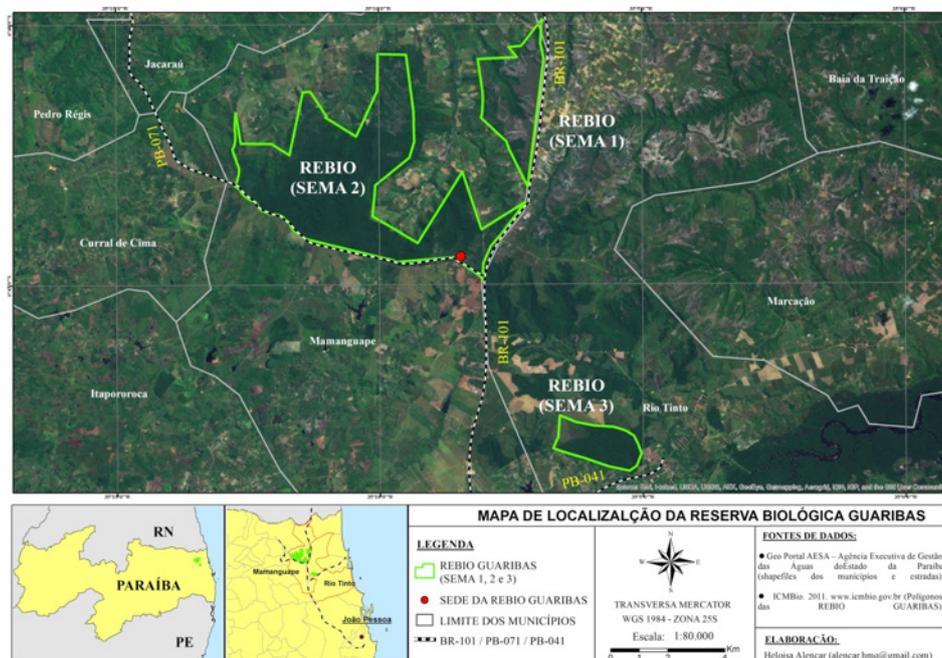
A pesquisa foi realizada na Reserva Biológica Guaribas (REBIO Guaribas) que engloba três áreas descontínuas, sendo denominadas de Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMAS I, II e III). Assim como à Reserva, as Semas estão inserida na Mesorregião da Mata Paraibana e na Microrregião do Litoral Norte do Estado da Paraíba, entre as coordenadas geográficas da Sema I - 06°39'47" e 06°42'57" de latitude Sul 41°06'46" e 41°08'00" de longitude Oeste; Sema II - 06°40'40" e 06°44'59" de latitude Sul 41°12'47" e 41°07'11" de longitude Oeste e Sema III - 06°47'32" e 06°48'36" de latitude Sul 41°06'32" e 41°45'02" de longitude Oeste

(Figura 1) (Plano de manejo da Rebio Guaribas 2003).

A REBIO Guaribas está localizada na região do Litoral Norte do Estado da Paraíba que apresenta condições climáticas do tipo quente e úmido, com duas estações bem definidas: uma estação seca e outra chuvosa. A vegetação presente na Reserva é dominada pela Mata Atlântica com áreas que apresentam ecossistemas associados de Caatinga e Cerrado (área não “core”) (Plano de manejo Rebio Guaribas 2003). A REBIO Guaribas apresenta cerca 91,59% de sua área no município de Mamanguape, e 8,41% no município de Rio Tinto, totalizando uma área de 4.028,55 hectares.

A área florestal da REBIO Guaribas, como outras nos trópicos, é caracterizada de acordo com Santos (2011), por apresentarem paisagens fragmentadas representadas por um mosaico de fragmentos florestais, florestas secundárias, sistemas agrícolas, áreas urbanizadas, estradas e uma gama de outros habitats antropizados. Estas características se tornam relevante quando, principalmente, se trata de estudos que envolvem alterações nas condições climáticas, uma vez que este agente abiótico atua como interventor nas condições de vida das populações e no comportamento dos organismos.

Figura 1 - Área territorial da Reserva Biológica Guaribas. Fonte: ICMbio 2011.



Definições das amostras experimentais da pesquisa e procedimentos metodológicos

A primeira etapa da pesquisa consiste na definição dos pontos a serem monitorados na área de estudo em função das diversas feições da paisagem dentro da Reserva. Os pontos selecionados para o monitoramento microclimático e ocorrência de atuação de herbivoria encontram-se na área que compreende a SEMA I, II e III da REBIO Guaribas, sendo estes: Capim Azul/SEMA I com coordenada: 035° 06' 05.03" de longitude Oeste e 06° 47' 46.3" de latitude Sul (Figura 3A); Cabeça de Boi/SEMA II 035° 10' 45.8" Longitude Oeste e 06° 43' 13.1" latitude Sul (Figura 3B) e Antigo Lixão/SEMA III 035° 06' 55.0" longitude Oeste e 06° 41' 12.0" latitude Sul (Figura 3C). Estas áreas foram classificadas respectivamente em: SP = sem perturbação; PP = pouco perturbada e MP = muito perturbado, conforme o histórico de uso e ocupação do solo retratado no plano de manejo da REBIO Guaribas e a fisionomia da paisagem (Plano de manejo Rebio Guaribas 2003).

Para a realização da segunda etapa da pesquisa foram georreferenciados todos os pontos monitorados para a delimitação e o embasamento cartográfico. Os mapas foram elaborados utilizando o programa computacional Quantum Gis, para o processamento de dados espaciais, que por sua vez, utilizou a ferramenta Quantum Gis desktop 1.8, no qual se inseriu o *shape* da Rebio Guaribas disponibilizado no site do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio). As amostras experimentais da área de estudo foram georeferenciadas pelo GPS da empresa Garmin® modelo Etrex 10.

Nessa etapa, também foram definidos a periodicidade para o levantamento dos dados microclimáticos a serem explorados (temperatura do ar). A coleta desses dados ocorreu de hora em hora, durante os dois períodos climáticos distintos para região: período seco (de janeiro a março 2015) e período chuvoso (de março a maio de 2015), ambos totalizando quatro meses de amostragem, o qual teve início em 15 de Janeiro e se estendeu até 16 de maio de 2015 de maneira ininterrupta. Para as coletas dos dados foram utilizados termo-higrômetro UX-10 Hobos instalados em cada amostra experimental a 1,30 m de altura (Figura 2).

Para avaliar os aspectos quanti-qualitativos da herbivoria de cada amostra foram traçados transectos de 50 m dentro do raio do onde o termo-higrômetro Hobo (UX-10) foi instalado. Em seguida, sucedeu-se a coleta do material foliar. Para cada amostra experimental foram coletadas 200 folhas de plantas lenhosas a uma altura acima de 1m, totalizando 600 folhas coletadas ao longo das três áreas do experimento. As folhas foram categorizadas qualitativamente segundo os seguintes tipos de dano foliar: mastigador, sugador, minador e/ou galhador. O mesmo procedimento repetiu-se para a compreensão da herbivoria nos dois períodos climáticos da área de estudo: seco e chuvoso. Para o monitoramento foliar utilizou-se fotografias tomadas em campo, utilizando um fundo azul e uma escala com área conhecida (2,5 cm x 2,5 cm). Além disso, foi utilizado o programa ASSESS 2.0 (Image Analysis Software for Plant Disease Quantification) que foi utilizado para fornecer os dados referentes à magnitude da área dos danos foliares (Figura 2).

Figura 2 - Aparelho termo-higrômetro na área de estudo e exemplar de uma amostra foliar no programa Asses 2.0 (Image Analysis Software for Plant Disease Quantification 2002).



Análise Estatística

Para analisar os dados e verificar a magnitude dos danos por herbívoro, foi usado o software livre R versão 3.2.2 para desenvolver o teste estatístico de Kruskal-Wallis, o teste posteriori de Dunn e os gráficos de magnitude. Também foi realizado teste qui-quadrado (χ^2) de aderência com proporções separadas iguais

para verificar a incidência de dano por herbívoro e o teste qui-quadrado (χ^2) de contingência para verificar a frequência de dano por guilda de herbívoro. O nível de significância adotado foi de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o levantamento da fisionomia da paisagem na área de estudo e as características da cobertura vegetal associadas aos solos da região na REBIO Guaribas, a amostra experimental Capim Azul considerada como pouco perturbado, enquadrou-se na tipologia vegetacional do tipo herbáceo-arbustiva e resquícios de tipologia arbórea, com vegetação característica de campo limpo e formação savânica. Quanto ao solo, o mesmo está inserido na categoria de solos do tipo neossolos. Além disso, esta área está incluída na formação geológica do grupo barreira e na área dos tabuleiros costeiros (Embrapa 2016) (Figura 3A).

Figura 3 - Amostras experimentais na REBIO Guaribas. A – Capim Azul (Pouco Perturbado); B – Cabeça de Boi (Sem Perturbação); C - Antigo Lixão (Muito Perturbado).



Para amostra experimental Cabeça de Boi considerada sem perturbação, a formação vegetacional predominante é do tipo arbórea-herbáceo, com vegetação característica de florestas estacional semidecidual de terras baixas. Apresenta solo do tipo alissolos e está inserido na formação geológica do grupo barreira e na área dos tabuleiros costeiros (Embrapa 2016) (Figura 3B).

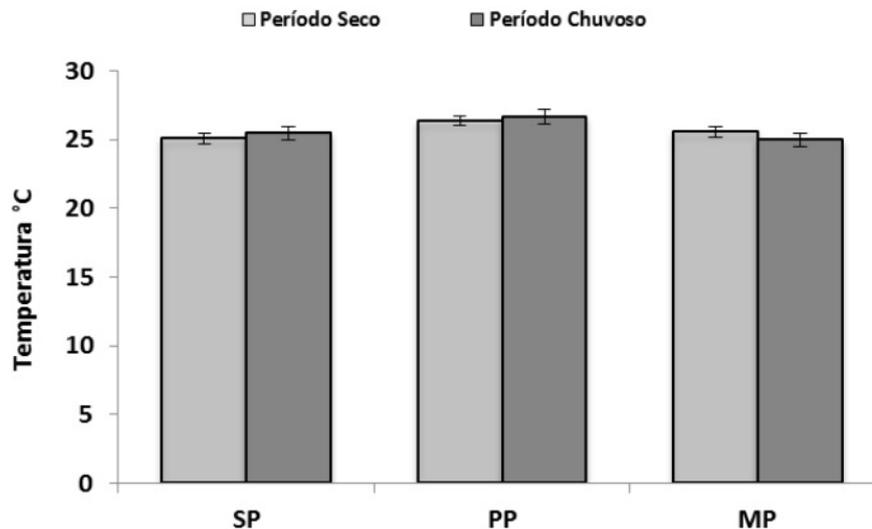
Já para a última amostra experimental Antigo Lixão considerada muito perturbado, foi encontrado uma tipologia vegetacional do tipo arbóreo-herbácea com característica de floresta secundária e floresta estacional semidecidual de terras baixas de solo do tipo alissolos, compreendendo a formação geológica do grupo barreira e a área do tabuleiro costeiro (Embrapa 2016) (Figura 3C).

Caracterização da temperatura do ar na área de estudo

Em relação ao comportamento das temperaturas médias, as mesmas não apresentaram oscilações exorbitantes entre os períodos monitorados (Figura 4). No entanto, quando comparado a temperatura em relação as três amostras experimentais, verifica-se que entre as três áreas, a temperatura obteve uma variação acima de 1°C na área Pouco Perturbada (Capim Azul) para ambos os períodos (Figura 4). Isso pode estar atribuído ao fato de que esta área apresenta uma vegetação de pequeno porte, distribuída de maneira esparsa, proporcionando, dessa forma, pouco sobreamento, o que não permite segundo Velasco (2007) a redução da conversão da energia

radiante em calor sensível, reduzindo a temperatura da superfície sombreada, tornando-se, assim, uma área mais susceptível a uma diferença térmica elevada.

Figura 4 - Média de temperatura do ar das amostras experimentais durante os dois períodos: seco e chuvoso. As barras verticais representam o desvio padrão. SP = sem perturbação, PP = pouco perturbado e MP = muito perturbado.



Para o período seco, a amostra experimental que apresentou menor temperatura foi a área Sem Perturbação (Cabeça de Boi). Este ponto apresentou a menor média de temperatura, pois apresenta formação vegetal com espécies de grande porte que proporciona sombreamento e evapotranspiração, que segundo Oke (1978) auxilia na amenização microclimática. Além disso, segundo o Plano de Manejo da REBIO Guaribas (2003), esta área apresenta um maior adensamento de espécies vegetais de grande porte onde o processo de evapotranspiração torna-se mais intenso contribuindo assim, ainda mais, para o resfriamento do ambiente (Silva et al. 2011).

Para o período chuvoso, a menor média de temperatura foi encontrada na amostra experimental MP (Antigo Lixão). É possível que as chuvas tenha favorecido a diminuição da temperatura nesse ambiente. Outra explicação para esta área ter sido a que apresentou menores temperaturas no período chuvoso, refere-se ao excesso de matéria orgânica, que segundo Ungera et al. (1991), a alta concentração de matéria orgânica auxilia no controle térmico, proporcionando dessa forma, a diminuição da temperatura.

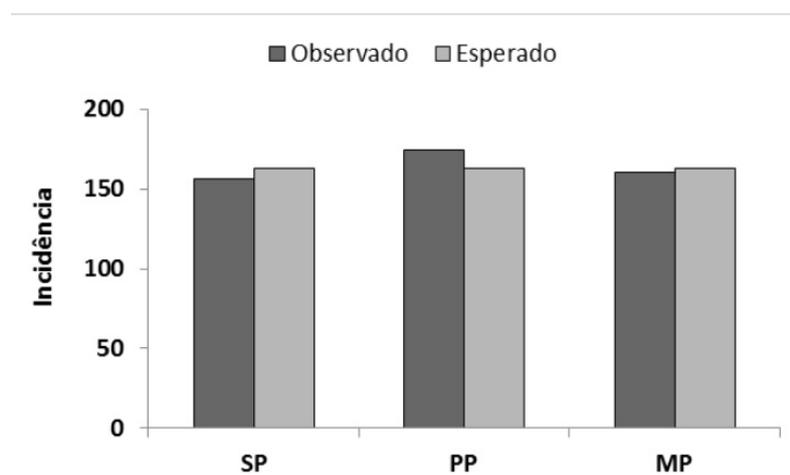
O desvio padrão da média de temperatura não apresentou uma grande variação ($\pm 1,12$ para o período seco e $\pm 1,32$ para o período chuvoso) o que nos leva a concluir que a temperatura ao longo do estudo não sofreu oscilação exorbitante entre os períodos de análise. A área de estudo encontra-se sob o domínio do clima tropical úmido com influência do fator maritimidade, o que proporciona uma menor diferenciação térmica (Pereira et al. 2002).

Apesar do Ponto PP (Capim Azul) ter sido uma das três áreas que obteve a maior temperatura, com diferença térmica acima de 1°C em relação as outras áreas, pode ser que essa oscilação na temperatura seja suficiente, segundo Onody (2009), para gerar estresse nas plantas, tornando-as mais vulneráveis aos ataques por insetos herbívoros. Isso pode proporcionar um ambiente ótimo para os herbívoros predarem livremente a comunidade vegetal da área investigada.

Dano Foliar por Herbívoros (Incidência, Frequência e Magnitude)

Verificando o dano foliar por herbívoros nas amostras experimentais, nota-se que a maioria das folhas encontraram-se danificada em todas as áreas. No entanto, a incidência de dano observado não diferiu significativamente do dano esperado ($\chi^2=1.094$; g.l.=2; $p<0,579$) o que leva a possibilidade das três áreas investigadas ter a mesma incidência de dano ao longo do ano (Figura 5). Todavia, a área PP (Capim Azul) por apresentar uma formação vegetacional caracterizada por ter pouco sombreamento, torna-se mais susceptível a ação de herbívoros, pois segundo Coley e Barone (1996), áreas com espécies de plantas tolerantes à sombra investem em mais defesas contra herbívoros do que as espécies que estão menos sombreadas. Há possibilidade que este quadro esteja relacionado também com o fato da área PP (Capim Azul) ser uma zona de ecótono, o que faz com que ocorra sobreposição de indivíduos dos habitats fronteiros interferindo na dinâmica de interação de herbivoria (MMA 2003).

Figura 5 - Incidência por herbívoros nos três experimentais. SP = sem perturbação, PP = pouco perturbado e MP = muito perturbado.



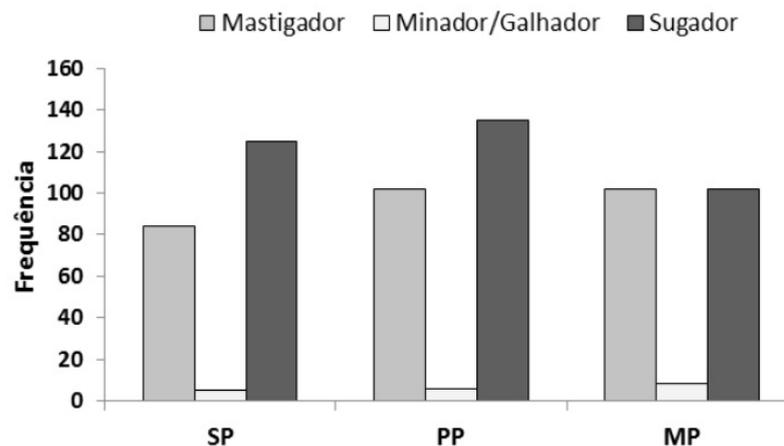
Outra possibilidade do dano foliar, está relacionado à variação sazonal na abundância de recursos alimentares, o que implica no aumento e nos números de insetos (Pinheiro et al. 2002) e faz com que as populações em geral de insetos estejam elevadas durante a estação seca e se recuperam logo no início da estação úmida (Aide 1988). Fato este demonstrado por Coley e Barone (1996), afirmando que espécies em florestas secas sofrem maiores taxas de herbivoria, quase (14,2%/ ano), do que florestas úmidas com espécies tolerantes à sombra.

Com relação ao tipo de dano foliar, verifica-se que o dano por guilda de insetos não apresenta diferença significativa entre as áreas ($\chi^2=5238$; g.l.=4; $p=0,263$). Todavia, herbívoros sugadores (mais de 100 folhas danificadas) formam a guilda mais frequente, seguidos por herbívoros mastigadores (mais de 80 folhas danificadas) (Figura 6).

A alta frequência de sugadores no PP (Capim Azul), pode ser explicado pelo fato dos mesmos serem generalista (Onody 2009). Outra possibilidade pode ser em relação a estresse em decorrência da disponibilidade de recursos para plantas ou para os insetos (Pinheiro et al. 2002). Segundo White (1984), plantas que estão com pressões de estresse intenso ou frequente, tornam-se mais vulneráveis ao ataque de herbívoros, porque são mais ricas em nitrogênio e menos protegidas por defesas químicas. Ainda no que se refere ao dano por herbívoros, os insetos mastigadores foram os segundos mais frequentes nas amostras experimentais sendo encontrado com maior frequência na área PP (Capim Azul). Este comportamento pode está ligado ao fato do mesmo ser do tipo generalista (Onody. 2009). Outra possibilidade pode está relacionado ao que argumenta Gullan e Cranston

(2007), que o desempenho de insetos mastigadores é mais comum em plantas de crescimento rápido, do que em plantas de crescimento lento; uma vez que plantas de crescimento lento são mais protegidas por defesas químicas, sendo menos vulnerável aos ataques por insetos herbívoros (Coley et al. 1985).

Figura 6 - Frequência de guilda por herbívoro nas áreas estuda. SP = sem perturbação, PP = poucoperturbado e MP = muito perturbado.



Em relação à guilda de insetos minadores, verifica-se que o mesmo foi pouco frequente nas amostras experimentais. A pouca ocorrência de insetos minadores pode estar relacionada com o seu comportamento especialista (Gillot 2005) ou pela baixa disponibilidade de recursos ricos em nitrogênio (Pugnaire e Valladares 2007).

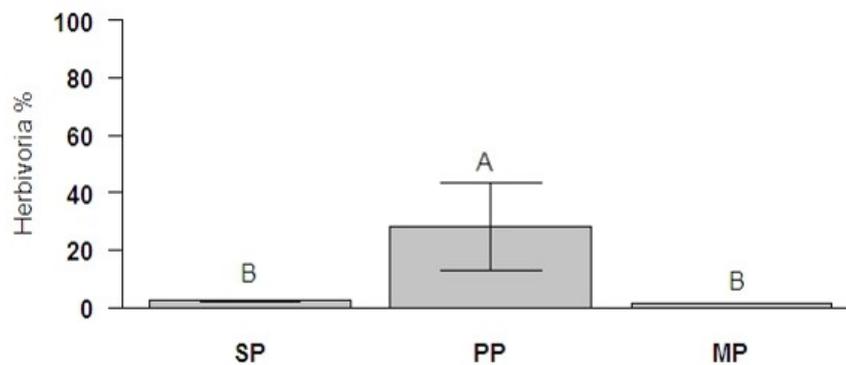
No que se refere aos herbívoros galhadores, estes também apresentaram baixa frequência nas amostras experimentais. A pouca ocorrência de insetos galhadores deve-se ao fato do mesmo ser um herbívoro especialista (Stone e Schonrogge 2003), todavia, outros fatores tais como a fragmentação de habitats geram alterações nos padrões de distribuição de insetos galhadores (Julião et al. 2004). Como consequência dessa fragmentação há diminuição na diversidade de plantas e um aumento na concentração de predadores naturais dos herbívoros galhadores (Mailafiya et al. 2011).

Danos significativos não foram constatados quando comparada as áreas SP (Cabeça de Boi) e MP (Antigo Lixão), todavia em comparação com a área PP (Capim Azul), esta apresentou diferença significativa (Figura 7) e teste Kruskal-Wallis ($H=211.43$, $p < 2.2e-16$, $n = 3$). Tal resultado foi confirmado com o teste de Dunn ($H = 190.6503$, $l = 2$, $p = < 0,0001$), que demonstra que a área PP é mais susceptível a dano por agentes herbívoros. Isto pode estar relacionado a fatores ligados a sazonalidade climática que influencia na abundância de recursos alimentares e consequentemente implica no aumento e nos números de insetos (Pinheiro et al. 2002). Outra explicação pode estar relacionada com a estratégia de crescimento lento ou rápido das espécies vegetais, uma vez que plantas de crescimento lento apresentam grandes quantidades de defesas químicas e físicas em suas folhas e estão adaptadas a ambientes sombreados, fazendo com que o dano seja menor do que em espécies de plantas de crescimento rápido que por apresentar tal característica investe menos em defesa, pois seu ciclo foliar é mais rápido e logo será renovado (Coley et al. 1985; Coley e Barone 1996).

Plasticidades ambientais também podem está relacionado ao comportamento encontrado neste estudo, uma vez que os mesmos geram alterações metabólicas o que pode ocasionar um aumento na concentração de

nitrogênio nos tecidos vegetais (White 1984), tornando as plantas mais nutritivas para os herbívoros, pois o nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes assimilados pelos herbívoros (Strauss e Zangerl 2002). Feeny (1970) afirma que o nitrogênio é o principal nutriente assimilado no crescimento e reprodução dos insetos. Outros eventos também podem influenciar na interação de herbivoria como fatores hídricos, maturidade das plantas e desenvolvimento larval (Onody 2009).

Figura 7 – Magnitudes dos danos quantitativos por herbívoros nas três áreas estudadas. A letra (A) representa a área que apresentou diferença significativa. A letra (B) demonstra as áreas que não apresentaram diferença de dano significativo. SP = sem perturbação, PP = pouca perturbação e MP = muito perturbado.



A pesquisa demonstra que a maior porcentagem de dano na área PP (Capim Azul) está acima do dano anual esperado para florestas tropicais úmidas de 11,1%. Isto pode estar relacionada pela ausência de espécies vegetais tolerantes a sombra, já que nesta área, a vegetação apresenta uma fitofisionomia de campo limpo e formação savânica mais comumente encontrada em vegetações de florestas tropicais secas, o que faz com que o dano encontrado nesta área esteja em concordância ao que se espera para florestas tropicais secas que apresentam uma média de dano foliar acima 14,2% ao ano, segundo Coley e Barrone (1996).

Em relação às áreas SP (Cabeça de Boi) e MP (Antigo Lixão), quanto à porcentagem de perda de área foliar encontradas, Gullan e Cranston (2007) corroboram, pois argumentam que as médias de dano por herbivoria para florestas tropicais úmidas variam de 3% a 15%, o que tornam as médias encontradas nas amostras experimentais dentro do limite de dano de área foliar previsto para florestas tropicais úmidas.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que mesmo sem variação considerável na temperatura, a área Pouco Perturbada apresentou maior dano por herbívoros, ultrapassando a média anual de dano foliar para florestas tropicais úmidas com espécies tolerantes a sombra. Tal comportamento pode estar relacionado com a estratégia de crescimento da planta, o pouco sombreamento e as temperaturas elevadas da área investigada durante o estudo. Esses fatores relacionados fazem com que nas áreas onde a cobertura vegetal é mais esparsa, plantas pouco tolerantes a sombra, sejam mais vulneráveis ao ataque de herbívoros, porque são mais ricas em nitrogênio e menos protegidas por defesas químicas.

O conhecimento dos fatores que influenciam e regem a dinâmica comportamental dos herbívoros na área de estudo é de extrema importância para o monitoramento ambiental da REBIO Guaribas, pois os insetos

herbívoros, por apresentarem um ciclo de vida curto e serem tão altamente sensíveis às plasticidades ambientais, são tidos como excelentes indicadores ambientais para avaliação ecológica. Além disso, o fato dos insetos herbívoros influenciarem na dinâmica da cadeia trófica, na produtividade primária, na resiliência, na riqueza de espécies, e nos padrões de ciclagem de nutrientes, tornam-os necessários para práticas de manejo e conservação dos ecossistemas, uma vez que a interação de herbivoria reflete suas ações não só no âmbito ecológico, mas também nos âmbitos de caráter econômico e social.

Dessa forma, torna-se imprescindível a necessidade de estudos mais detalhados a respeito dos diversos padrões de herbivoria em florestas tropicais úmidas e sua relação com as condições microclimáticas, em função da complexidade dos processos ecológicos.

REFERÊNCIAS

- Aide TM. 1988. Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community. **Nature**, 336: 574-75.
- Braby MF. (1995a) Reproductive seasonality in tropical satyrine butterflies: Strategies for the dry season. **Ecological Entomology**. 20: 5–17.
- Brasil. Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). 1981. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Brasília: Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.
- Brasil. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). 2002. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2002. Brasília: Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos.
- Chebataroff J. 1969. Introdução ao estudo de microclimas. **In: Boletim Geográfico, IBGE**, 28(11), p. 17-39.
- Coley PD, Bryan JP, Chapin FS. 1985. Resource Availability and Plant Anti-Herbivore Defense. **Science**, 230:895-899.
- Coley PD e Barone JA. 1996. Herbivory and Plant Defenses in Tropical Forests. **Annual Review Ecology and Systematics**, 27: 305-335.
- Drew D. 2005. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 6º ed. Rio de Janeiro, 224 p.
- Embrapa, 2015. **Levantamento dos Solos do Nordeste**. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pb>> Acesso em: 18 de Maio de 2015.
- Feeny P. 1970. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. **Ecology**, 51(4):565-581.
- Galvani E e Lima NGB. 2010. Estudos Climáticos nas Escalas Inferiores do Clima: manguezais da Barra do Rio Ribeira, Iguape, SP. **Mercator**, 9(1):25-38.
- Gillot C. 2005. **Entomology**. Springer, Canadá, 831p.

Gullan PJ e Craston PS. 2007. **Os insetos: Um resumo de entomologia**. 3ª edição. Editora Roca. São Paulo, SP, 422 p.

Hernandes JL, Júnior MJP, Bardini L. 2002. Diferenças estacionais entre variáveis microclimáticas para ambientes de interior de mata, vinhedo e posto meteorológico em Jundiá (SP). **Bragantia**, Campinas, 61 (2):169-180.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2011. **Polígono da Reserva Biológica Guaribas**. www.icmbio.gov.br. Acesso em: 15 de dezembro de 2011.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de conservação da biodiversidade. 2014. Unidades de Conservação de uso integral e de uso sustentável. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/grupos>> Acesso em: 20 de fevereiro de 2014.

Jornal da Paraíba. 2016. **Unidades de conservação ambiental na Paraíba**. Disponível em: <http://www.jornaldaparaiba.com.br/vida_urbana/noticia/60986_saiba-quais-sao-as-unidades-de-conservacao-ambiental-na-pb> Acesso em 20 de Julho de 2016.

Julião GR, Amaral MEC, Fernandes GW, Oliveira EG. 2004. Edge effect and species-area relationships in the gall-forming insect fauna of natural Forest patches in the Brazilian Pantanal. **Biodiversity and Conservation**, London, 13(11):2055-2066.

Kalnay E, Cai M. 2003. Impact of Urbanization and Land-Use Change on Climate. **Nature**, 423: 528-531.

Leal IR, Wirth R, Meyer ST, Tabarelli M. 2007. Proliferação de herbívoros em bordas de florestas. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**.

Mailafiya DM, Ru BPL, Kairu EW, Dupas S, Calatayud PA. 2011. Parasitism of lepidopterous stem borers in cultivated and natural habitats. **Journal of Insect Science**, Wisconsin, 11(15): 1-19.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2003. Efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, 510p.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2014. O que são unidades de conservação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/o-que-sao>> Acesso em: 21 de Janeiro 2014.

Montezuma RCM e Oliveira RR. 2010. Os ecossistemas da Baixada de Jacarepaguá. **Arquitextos**, Ano 10, nº 116.

Onody HC. 2009. Estudos da fauna Hymenoptera parasitoides associados a hortas orgânicas e da utilização de extratos vegetais no controle de *Plutellaxylostella* (Lepidoptera, Plutellidae). **Repositório Institucional UFSCar**, 127p.

Oke TR. 1978. **Boundary layer climates**. London: Methuen. 372 p.

Pereira AR, Sentelhas PC, Angelocci LR. 2002. Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas. **Guaíba: Agropecuária**. 478p.

Pinheiro F, Diniz IR, Coelho D, Bandeira MPS. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. **Austral Ecology**. 27: 132-136.

Plano de Manejo da Reserva Biológica Guaribas. 2003. **Reserva Biológica Guaribas**. MMA/IBAMA.

Primack RB and Rodrigues E. 2001. **Biologia da conservação**. Rodrigues, Londrina, Brasil, 328 p.

Pugnaire FI e Valladares F. 2007. **Functional Plant Ecology**. CRC Press, Boca Raton. 744p.

R Core Team. 2014. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Santos BA. 2011. **La interacción de heliconia con sus insectos herbívoros y hongos patógenos foliares en selvas tropicales fragmentadas**. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Mexico, 192 p.

Sauaders DA, Hobbs RJ, Margules CR. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, 5(1):18-32.

Silva IM, Gonzalez LR, Silva Filho DF. 2011. Recursos Naturais de Conforto Térmico: um enfoque urbano. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, 6(4): 35-50.

Simões-Jesus MF, Kosmann C, Tortato MA, Beduschi T, Nunes VM. 2007. Efeitos de borda sobre a abundância, estrutura e herbivoria na comunidade de plântulas no subbosque de um fragmento de restinga no parque estadual da serra do tabuleiro, Santa Catarina. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**.

Stone GN e Schönrogge K. 2003. The adaptive significance of insect gall morphology. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, 18(10): 512-522.

Strauss YS e Zangerl AR. 2002. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. In: **Plant-animal interactions: an evolutionary approach** (M.C. Herrea & O. Pellmyr, eds.). Blackwell Science, Oxford. p. 77-106.

Unger PW, Stewart BA, Parrb JF, Singhc RP. 1991. Crop residue management and tillage methods for conserving soil and water in semi-arid regions. **Soil & Tillage Research**, 20:219-240.

Velasco GDN. 2007. **Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica: definição de três áreas na cidade de São Paulo – SP, aplicação de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativa de graus-hora de calor**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 123p.

White TC. 1984. The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. **Oecologia**, 63:93-105.

Wirth R, Meyer ST, Leal IR, Tabarelli M. 2008. Plant Herbivore Interactions at the Forest Edge. **Progress in Botany**, 69: 423 – 448.