



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CENTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO SOCIOAMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**HERBIVORIA EM ESPÉCIES DECÍDUAS E PERENES DA CAATINGA NO
NORDESTE DO BRASIL**

ANA CARLA PEREIRA DOURADO

Itapetinga

2014

**HERBIVORIA EM ESPÉCIES DECÍDUAS E PERENES DA CAATINGA NO
NORDESTE DO BRASIL**

ANA CARLA PEREIRA DOURADO

Dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, apresentada ao Mestrado em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Orientadora: Dra. Michele Martins Corrêa

Co-orientador: Dr. Raymundo José de Sá Neto

Itapetinga

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

577 Dourado, Ana Carla Pereira.
D771h Herbivoria em espécies decíduas e perenes da caatinga no Nordeste do Brasil. / Ana Carla Pereira Dourado. - Itapetinga: UESB, 2014.
60f.

Dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, apresentada ao Mestrado em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Sob a orientação da Profª. D.Sc. Michele Martins Corrêa e Co-orientador Prof. D.Sc. Raymundo José de Sá Neto.

1. Defesas contra herbivoria. 2. Interações ecológicas. 3. Semiárido. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. II. Corrêa, Michele Martins. III. Sá Neto, Raymundo José de. IV. Título.

CDD (21): **577**

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Defesas contra herbivoria
2. Interações ecológicas
3. Semiárido



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Mestrado em Ciências Ambientais



Folha2

Prof^ª. Dr^ª. Michele Martins Corrêa (Orientadora/UESB)

Prof^ª. Dr^ª. Raquel Pérez-Maluf (UESB)

Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Bottcher (UESB)

A presente cópia foi anexada ao arquivo de Atas de Dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, aos vinte e cinco dias do mês de fevereiro de dois mil e quatorze.

Secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

VISTO CONFERE.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por permitir que eu tivesse saúde e força para percorrer esse trajeto!

Aos meus pais, Carlos Dourado e Zilda Dourado, que sempre me apoiaram e me estimularam a sempre querer mais e, nunca deixar que eu desistisse dos meus sonhos e objetivos; pelo amor incondicional e por serem pessoas tão maravilhosas e boas, o que me deixam orgulhosa de poder dizer que faço parte dessa família.

A minha Orientadora Dra. Michele Martins Corrêa pela paciência, orientação, amizade, confiança, compreensão do meu modo de ser e apoio durante todo o tempo de desenvolvimento desse projeto, Muito obrigada!

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Raymundo Sá pela oportunidade e pelos ensinamentos na área de análises de dados, mais precisamente, com o programa de estatística R!

Aos companheiros do cnbio Jotinha, Marquinhos e Plínio pela experiência no campo, em especial a Tonho que me acompanhou e ajudou nas marcações das espécies com toda boa vontade e alegria, e alunos de graduação Maysa, Camila, Rafael, Mirelle, Bruno, Marília, Hiéu, Breno, Camila e Rafael pela boa vontade em ajudar sempre que precisava nas coletas e atividades laboratoriais.

Aos meus amigos Mércia, Luís, Aline, por me ajudarem em muitos momentos e por me proporcionarem momentos maravilhosos, cheios risos e descontração quando eu mais precisava.

Aos amigos do PPGCA que de uma forma ou de outra sempre estiveram ao meu lado durante essa trajetória, em especial a galera da “MELHOR SEGUNDA FEIRA DO MUNDO”.

Aos motoristas que me guiaram nas madrugadas (Manuel, Manu, Cristiano, Kiko) pela paciência e o companheirismo nas estradas.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pela oportunidade e qualidade no ensino!

À FAPESB pelo financiamento e confiança para o desenvolvimento desse projeto.

RESUMO

DOURADO-PEREIRA, A. C. **Herbivoria em espécies decíduas e perenes da Caatinga no Nordeste do Brasil**. Itapetinga-BA: UESB, 2013. 60p (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Interação Planta-Animal)*

A herbivoria é uma interação ecológica em que animais se alimentam de partes ou plantas inteiras. É considerado um processo chave para a manutenção da biodiversidade, produtividade e estabilidade ecossistêmica, uma vez que a pressão seletiva imposta pelos herbívoros nos vegetais ou algas consumidos promove a coexistência de um maior número de espécies no ambiente. Estudos têm demonstrado que algumas espécies são mais consumidas por herbívoros do que outras. Por exemplo, altas taxas de herbivoria são encontradas em espécies com menos defesas químicas e físicas, como é o caso de espécies decíduas, típicas de ambientes áridos e semiáridos. Espécies de árvores tropicais podem variar de perenes a decíduas, dependendo do grau de seca sazonal e do seu potencial de reidratação e controle de perda de água. Na Caatinga, a maioria das espécies é decídua, mas pouco se sabe como é o padrão de herbivoria das espécies deste ecossistema. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a intensidade de herbivoria e dureza foliar das espécies *Handroanthus spongiosus*, *Tabebuia roseoalba*, *Dalbergia cearensis*, *Pterocarpus ternatus*, *Eugenia pistaciifolia* e *Eugenia rigida* em áreas de Caatinga no sudoeste da Bahia, nordeste brasileiro. Adicionalmente verificamos a influência da deciduidade e presença de compostos secundários destas espécies de plantas no padrão de herbivoria encontrado. . A pesquisa foi realizada nas áreas de amortecimento da Floresta Nacional Contendas do Sincorá (FLONA), localizada no município de Contendas do Sincorá, sudoeste da Bahia. Foram feitas coletas de 30 folhas em 20 indivíduos de três famílias Fabaceae, Bignoniaceae e Myrtaceae, durante quatro meses, de janeiro a maio de 2013. As espécies foram marcadas e classificadas de acordo com a intensidade de herbivoria utilizando o índice de Dirzo & Domingues (1995). O padrão de herbivoria foi 2,7 vezes maior nas espécies decíduas do que nas espécies perenes, valor semelhante ao descrito por Dirzo e Boege (2008) como padrão para a herbivoria em florestas secas.

Palavras-chave: Defesas contra herbivoria, interações ecológicas, semiárido.

* Orientadora: Dra. Michele Martins Corrêa. UESB

** Co-orientador: Dr. Raymundo José de Sá Neto

ABSTRACT

DOURADO-PEREIRA, A. C. Leaf herbivory in evergreen and deciduous plant species of Caatinga in northeast of Brazil. Here we evaluated the herbivory intensity and leaf hardness in the species *Handroanthus spongiosus*, *Tabebuia roseoalba*, *Dalbergia cearensis*, *Pterocarpus ternatus*, *Eugenia pistaciifolia* e *Eugenia rigida* in Caatinga areas in southwestern of Bahia state, northeastern of Brazil. Additionally, we checked the influence of deciduousness and the presence of secondary compound in this plant species in the herbivory pattern. From January to May of 2013, 30 leaves of 20 individuals of each species were collected and measured as herbivory intensity using Dirzo and Domingues index. All individuals were accompanied as presence and absence of leaves from January to December of 2013 to determine the deciduousness. Leaf hardness was measured in 10 leaves of each individual. Presence of secondary compounds was measured using phytochemical analysis. Herbivory intensity and leaf hardness were different among species. Herbivory intensity was higher in *P. ternatus*. Higher values of leaf hardness and smaller herbivory intensity were found in *E. pistaciifolia* e *E. rigida*. *Eugenia* species were classified as evergreen, while the other species were classified as deciduous. Secondary compounds alkaloids and saponins were found in all species studied. Our results indicate that the presence of mechanic defenses is more effective against herbivore and the herbivory intensity in deciduous species is similar as that described to other dry forests in the world.

Key-words: Plant animal interaction. Plant defenses. Mechanical defense. Chemical defense. Dry forest

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Herbivoria e dureza foliar (média \pm desvio padrão e N = 20) para seis espécies de plantas da Caatinga do sudoeste baiano, nordeste do Brasil.....	50
---	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1: Localização do bioma Caatinga no Brasil (MMA, 2002)..... 23

CAPÍTULO II

Figura 1. Índice de herbivoria (média \pm d.p. e N = 20) de Dirzo e Domingues (1995) para seis espécies de plantas de Caatinga para o período de janeiro a maio de 2013. Letras diferentes significam resultados estatisticamente significativo.....51

Figura 2. Representação da presença e ausência (média) de folhas em 20 indivíduos de seis espécies de plantas de Caatinga no período de janeiro a dezembro de 2013.....52

Figura 3. Média e desvio padrão da dureza foliar (kg/cm^2) de seis espécies de plantas de Caatinga.....53

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1. Herbivoria.....	15
2.2. Herbivoria na Caatinga.....	18
2.3. Aspectos físicos e químicos da herbivoria.....	19
2.4. Bioma Caatinga.....	22
2.5. Vegetação da Caatinga.....	26
2.6. Conservação da Caatinga.....	28
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

CAPÍTULO II: Herbivoria de seis espécies vegetais da Caatinga do nordeste Brasileiro.

RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Área de estudo.....	47
2.2 Herbivoria.....	47
2.3 Deciduidade.....	48
2.4 Defesas mecânica.....	48
2.5 -Defesas química.....	48
2.5 Análises dos dados.....	50
3. RESULTADOS	50
4. DISCUSSÃO	53
5. AGRADECIMENTOS.....	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXO. Diretrizes para os autores da Revista Brasileira de Biociências.....	60

*“Nunca consideres o estudo como uma obrigação,
mas sim, como uma oportunidade de penetrar o belo e maravilhoso mundo do saber”*

Albert Einstein

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os seres vivos mantêm entre si uma série de interações ou relações fundamentais. Uma delas é a herbivoria, uma interação antagônica muito importante em todos os ecossistemas da terrestres (COSTA, 2003), fenômeno que afeta o desenvolvimento e o crescimento das plantas sendo considerada como a interação planta/animal mais frequente na natureza (WEIS, 1992).

Nesta interação, os animais ingerem partes da planta viva como alimento e nutrição (COSTA, 2003). A planta então é prejudicada enquanto o animal obtém vantagens. Por isso é considerada uma interação ecológica negativa, já que há prejuízo para um dos seres participantes. Nessa interação, os insetos são os principais consumidores da produção primária do ecossistema. Esses insetos são muito importantes ecologicamente, por desenvolverem diferentes papéis como: predadores, parasitas e indicadores da qualidade ambiental (COELHO, 2007).

Os herbívoros podem prejudicar o crescimento de plantas, a curto e longo prazo. Caso a planta não possua nenhum tipo de defesa, a mesma pode ser severamente injuriada, podendo levar a sua morte (RIBEIRO *et al.*, 1999). Muitas plantas possuem defesas com um amplo espectro contra uma gama de inimigos, que incluem insetos e vertebrados herbívoros. Essas defesas podem ser de natureza mecânica e química. As defesas mecânicas incluem obstáculos para a oviposição, inserção de aparelho bucal ou fixação na planta consumida, como por exemplo, a presença de espinhos ou pubescências em caules e folhas, sílica ou esclerênquima em tecidos foliares (ANGELO & DALMOLIN, 2007).

As defesas químicas podem interferir na palatabilidade dos recursos utilizados pelo herbívoro, no metabolismo dos herbívoros, atuar como repelentes ou como atrativos para inimigos naturais dos herbívoros (MORAIS *et al.*, 1998). Dentre estes compostos, os mais frequentes como atuantes na defesa vegetal são taninos, compostos terpenóides, alcalóides e glicosídeos como substâncias químicas contra a ação de alguns herbívoros (GULLAN & CRANSTON, 1996).

Sendo assim, variações na luminosidade e sazonalidade, associadas à idade e altura da inserção da folha na copa da planta, presença de tricomas, cutícula espessada, esclerênquima, maior dureza da folha devido à espessura foliar, da epiderme e do parênquima paliçádico, e metabólitos secundários influenciam as taxas de herbivoria foliar (COLEY & BARONE, 1996).

Dessa forma, a herbivoria tem um papel importante na manutenção da diversidade pelo fato de exercer forte pressão seletiva sobre as plantas, promovendo a coexistência de um maior número de espécies vegetais nas comunidades, uma vez que interfere na dinâmica populacional das espécies envolvidas. Essa interferência pode mediar o crescimento, a sobrevivência, a reprodução e a abundância das populações vegetais, afetando numericamente as hierarquias competitivas das plantas, trazendo um considerável impacto sobre o processo de sucessão (RAUSHER, 1980). Assim, os herbívoros favoreceriam a persistência de espécies raras e aumentariam a diversidade de plantas, tanto em regiões tropicais como em temperadas (RIKCLEFS, 2003).

Estudos sobre herbivoria nos trópicos focam em ambientes úmidos, enquanto ambientes secos são menos conhecidos (JANZEN, 1981). O Nordeste do Brasil possui uma das maiores áreas de florestas estacionais decíduas ou matas secas, ecossistema chamado de Caatinga, que é formado por vegetação arbórea (8-12 m), arbustiva (5-8 m) e herbácea (até 2 m) (RIZZINI, 1979). Mendes (1997) caracteriza a Caatinga como uma vegetação, espinhenta, tortuosa, com folhas pequenas e caducas, composta por pequenas árvores, arbustos, com uma cobertura vegetal de poucas gramíneas. A maioria das espécies vegetais são decíduas ou semi-decíduas, as quais perdem parte ou todas as folhas nos períodos de maior escassez de água.

Espécies de árvores tropicais podem variar de perenes até decíduas ou caducifólias, dependendo do grau de seca sazonal e do seu potencial de reidratação e controle de perda de água (REICH & BORCHERT, 1984). Nas regiões tropicais áridas e semi-áridas as espécies perenes são pouco abundantes, tendo em vista o alto custo energético para manter essas plantas nessas regiões (MEDINA *et al.*, 1985).

A herbivoria em espécies perenes, segundo a literatura, pode ser 2,8 vezes menor do que em espécies decíduas (DIRZO & BOEGE, 2008). Isso acontece porque espécies decíduas apresentam baixas concentrações de defesas mecânicas e químicas (AERTS, 1995) o que resulta em altas taxas de herbivoria. Embora esse padrão de herbivoria seja conhecido para diversos ecossistemas semiáridos e áridos do mundo, para a Caatinga, pouco se sabe sobre o assunto (LEAL *et al.*, 2003). Sendo assim, estudos que identifiquem a herbivoria em grupos frequentes como as decíduas e poucos frequentes, como as perenes, são extremamente importantes para a compreensão de como interações biológicas estruturam esse ecossistema único brasileiro.

Desse modo, pretende-se nesse trabalho verificar se a herbivoria em espécies decíduas na Caatinga é maior do que em espécies perenes. A hipótese são de que, na Caatinga, assim

como proposto para florestas sazonais por Dirzo & Boege (2008), a herbivoria das espécies decíduas será maior do que as de espécies perenes, uma vez que espécies decíduas apresentam baixas concentrações de defesas mecânicas e químicas como estratégia contra herbivoria (AERTS, 1995).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Herbivoria

O Consumo de tecidos vegetais vivos – herbivoria – é um processo fundamental em todos os ecossistemas da Terra (HUNTLY, 1991; COLEY & BARONE, 1996) e relevante para a biodiversidade, produtividade e estabilidade ecossistêmica. Nessa interação, os herbívoros podem mostrar preferências e exibem seu comportamento em relação ao que comem, como e quando comem (BIANCHI, 1998).

Da perspectiva da planta, a herbivoria pode causar efeitos negativos, neutros ou positivos, mas os casos documentados de efeitos positivos são escassos e motivos de controvérsias (CRAWLEY, 1983). Neste contexto, a herbivoria pode constituir um fator ambiental com importantes repercussões ecológicas e evolutivas, tendo um impacto negativo significativo no desenvolvimento das plantas ao provocar diminuição nas taxas fotossintéticas, de crescimento e sucesso reprodutivo.

Para os animais herbívoros, uma planta-hospedeira, além de fonte de alimento, pode servir também como sítio para acasalamentos, refúgio ou abrigo temporário ou mesmo como um lugar para se estabelecer de modo permanente (STRONG *et al.*, 1984). Dentre os herbívoros, podemos encontrar patógenos, nematóides, moluscos, insetos e até mesmo vertebrados, como, roedores, aves e mamíferos (CRAWLEY, 1997). Os insetos são os principais consumidores da produção primária terrestre (MATTSON & ADDY, 1975; HUNTLY, 1991), a despeito do seu tamanho, quase sempre reduzido, e do dano aparente sobre plantas individuais ser normalmente pequeno (ZANGERL *et al.*, 2002). Assim também é considerado herbivoria quando qualquer parte do limbo foliar é perdido por herbívoros cortadores, sugadores, mastigadores ou minadores.

Diversos tipos de organismos utilizam plantas como alimento ou abrigo. Os estudos sobre interação inseto-planta demonstram que as relações entre plantas e herbívoros são tão complexas quanto às interações de polinização (LOWMAN, 1985). As taxas de herbivoria variam entre espécies de planta e entre espécies de herbívoros, e dependem da qualidade nutricional da planta, envelhecimento da folha e níveis de defesa da planta, entre outros. Em florestas tropicais, herbívoros removem de 10 a 30 % da área foliar por ano (LOWMAN, 1985). Para algumas espécies o dano por herbivoria foliar raramente é um efeito significativo na sobrevivência e crescimento da planta, tanto que pode estimular o crescimento e a emissão

de folhas (NASCIMENTO E HAY, 1993 e 1994). Entretanto, para outras espécies o impacto da herbivoria foliar pode causar danos diretos e indiretos nas plantas podendo provocar diminuição das flores, recursos florais e conseqüentemente atração de polinizadores (MOTHERSHEAD E MARQUIS, 2000).

O efeito da herbivoria é um aspecto importante na vida de uma planta e depende da área foliar removida pelos herbívoros e do estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra (RIBEIRO & FERNANDES, 2000). A área atacada pode ser uma estrutura reprodutiva e o efeito da herbivoria neste caso pode influenciar nas taxas de reprodução dos indivíduos. É possível que as características que consideramos como defesas não sejam tão efetivas para os herbívoros.

Ao longo da historia evolutiva as plantas respondem aos ataques desenvolvendo estratégias de defesa baseadas na presença de compostos químicos, barreiras mecânicas ou associações biológicas para escapar dos efeitos dos danos (JANZEN, 1966; WEIS, 1992; STRAUSS & ZANGERL, 2002). Algumas teorias tentam explicar esta relação entre planta-inseto, uma delas sugere que plantas de diferentes histórias de vida, sejam elas persistentes ou perenes, diferem em sua aparência exibindo portanto diferentes características de defesa em resposta ao ataque de herbívoros (SANTOS, 2010). É esperado que folhas de espécies persistentes sejam mais protegidas ao ataque de insetos herbívoros quando comparadas às folhas de espécies pioneiras (LUTTGE, 1997). Isto se deve ao fato de que plantas pioneiras são R estrategistas e investem em crescimento rápido com alta troca de folhas, ao passo que nas plantas persistentes, as folhas são mais longevas, apresentam maior conteúdo de elementos lignificados além de investirem em barreiras mecânicas como taninos e polifenóis (SANTOS, 2010).

Evolutivamente, as plantas se adaptaram contra ataques herbívoros de diferentes formas, quer seja por manifestações morfológicas como espinhos e acúleos, quer seja pela presença de paredes celulares lignificadas ou ainda por meio de síntese de substâncias químicas que podem atuar como repelentes, serem impalatáveis ou até mesmo tóxicas (SANTOS, 2010). Este conjunto de atributos morfo-fisiológicos favorece a defesa em detrimento ao crescimento, produzindo plantas com folhas mais longevas, espessas, com menores taxas de crescimento, portanto mais protegidas ao ataque de insetos herbívoros (HERMS E MATTSON, 1992).

Portanto as plantas estão expostas a estresses bióticos (patógenos, insetos, animais, dentre outros) e abióticos (seca, frio, excesso de água, salinidade, dentre outros) que podem

prejudicar seu desenvolvimento e conseqüentemente sua produtividade (SANTOS *et al.*, 2007). Tais alterações podem ativar os sistemas de defesa direta e indireta, além de possibilitar o desenvolvimento de tolerância ao agente estressor (SOARES & MACHADO, 2007).

As plantas possuem duas importantes estratégias de defesa contra injúrias provocadas pela alimentação de herbívoros: (i) a defesa direta, onde os insetos são afetados diretamente pelas plantas, envolvendo tanto a parte física e estrutural da planta (espinhos, tricomas, cor, textura), como a parte química com a produção de metabólitos primários (aminoácidos, lipídios, carboidratos, ácidos nucleicos) e metabólitos secundários não voláteis (como ácidos fenólicos, ácidos hidroxâmicosentre, dentre outros) (BI *et al.*, 1997; BALDWIN *et al.*, 2001); e (ii) a defesa indireta, em que há a produção de metabólitos secundários voláteis que são capazes de atrair inimigos naturais (predadores e parasitóides) ou atuar como repelentes (DICKE & HILKER, 2003; COURTOIS *et al.*, 2009). A defesa vegetal, tanto a direta quando a indireta, é específica, variando entre as espécies e variedades vegetais e diretamente relacionadas ao tipo de agente estressor (BALDWIN *et al.*, 2001).

Alguns outros aspectos da folha como espessura e idade podem limitar o grau de herbivoria (COLEY, 1982). As defesas químicas, por outro lado, também exercem importante papel na defesa contra herbivoria. A presença de compostos secundários como taninos, terpenos e alcaloides tornam as folhas impalatáveis (BARONE & COLEY, 2002; GRIME, 1979). Isto pode restringir ou mesmo impedir seu consumo.

Por fim, devemos considerar as defesas biológicas. Em algumas plantas podem ocorrer associações com formigas que protegem a planta contra os herbívoros, recebendo em troca alimento como néctar ou então locais seguros para instalação de ninhos (LOYOLA & FERNANDES, 1993).

As características morfofuncionais das folhas possibilitam uma ponte entre processos fisiológicos e ecossistêmicos, exemplificando diferentes estratégias de vida (DUBEY *et al.*, 2011). Essas estratégias podem funcionar como preditoras de como os herbívoros exercem pressões evolutivas sobre as plantas (COLEY & BARONE, 1996).

2.2. Herbivoria na Caatinga

Herbivoria tem sido considerada um tipo de interação biológica que pode funcionar como um fator de estresse em comunidades de caatinga (ARAÚJO, 2002), podendo atuar alterando os modelos demográficos populacionais do bioma caatinga, contudo pouco se conhece sobre a frequência de herbivoria entre os diferentes estádios de desenvolvimento das populações dessa fisionomia vegetal. Estudos tratando de herbivoria de plantas da Caatinga no Nordeste ainda estão dispersos na literatura, ficando restritos a trabalhos florísticos e/ou fitossociológicos (CORDEIRO, 1995; LUCENA, 2001; CARNEIRO-TORRES *et al.*, 2002).

A Caatinga abrange condições extremas de estresse hídrico (altas temperaturas, escassez de água, sazonalidade e imprevisibilidade das chuvas) e entender o impacto da herbivoria e as características morfofuncionais que estão relacionadas ao dano foliar torna-se um ponto importante para a conservação e o manejo desse ecossistema, sobretudo devido à escassez de informações existentes sobre a flora desse ambiente (AMORIM *et al.*, 2005).

De acordo com Leal *et al.* (2003) os caprinos são importantes herbívoros da Caatinga, pois utilizam parte da maioria das espécies de árvores e arbustos encontrados na região como forragem. Esses animais são considerados muito generalistas, uma vez que se alimentam de plântulas e todas as partes de plantas adultas da maioria das espécies presentes na área. Ainda, parecem hábeis em consumir uma enorme variedade de tipos de frutos, sejam eles secos ou carnosos, assim como flores e sementes de tipos e tamanhos variados. Desta forma, os autores afirmam que os caprinos são folívoros-granívoros generalistas no que se refere às plantas lenhosas da caatinga. Em termos gerais, com o avanço da estação seca os caprinos aumentam a porcentagem de utilização de folhas de arbustos e árvores, passando a consumir troncos, tubérculos e as folhas caídas no solo após a perda das espécies decíduas (MESQUITA *et al.*, 1989).

Os caprinos e ovinos tem sido reconhecidos como grandes agentes de degradação da vegetação de ambientes áridos de todo o mundo. Mais especificamente, a herbivoria por ovinos esta associada á redução de varias espécies de plantas herbáceas (PARENTE, 2009).

Cavalcante e Resende (2007) afirmam que as folhas caídas das arvores e arbustos se constituem o alimento mais importante para os rebanhos da região semiárida na época seca. De acordo com Gonzaga Neto *et al.* (2001) a vegetação da caatinga pode ser considerada a mais importante fonte de alimentação para os rebanhos desta região, chegando a participar em até 90% da dieta de caprinos e ovinos. Silva *et al.* (2004) menciona que a caatinga possui uma

diversidade de espécies nativas com potencial forrageiro, sendo boa parte caducifólias e anuais, podendo ser consumidas pelos animais.

A herbivoria por caprinos constitui um importante fator de seleção natural capaz de afetar a abundância e a distribuição geográfica de espécies lenhosas na caatinga, especificamente arbustos e árvores perenifólias como o juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e, sobretudo as espécies decíduas que compõem o grupo com maior oportunidade de sofrer reduções populacionais, como aroeira (*Myacrodruon urundeuva*) e amburana (*Commiphora leptophloeos*) com ciclo reprodutivo parcial ou completo na época seca (ARAUJO *et al.*, 2010). Isso se deve porque essas espécies estão acessíveis ao pastejo na época em que os caprinos dependem exclusivamente da vegetação lenhosa como fonte de alimento (ARAUJO *et al.*, 2010).

Assim, a grande diversidade de defesas anti-herbivoria de espécies de ambientes tropicais, variando de defesas mecânicas a defesas químicas, a história de vida e outras características funcionais das plantas precisam ser avaliadas em conjunto para explicar e prever a herbivoria das espécies na Caatinga (BRANT, 2011).

2.3. Aspectos físicos e químicos da herbivoria

Em ambientes naturais, a alta frequência de ataques dos herbívoros prejudica o crescimento e a reprodução das plantas, a herbivoria é uma relação direta e simples, mas a taxa de perda do tecido vai depender à que tipo de variáveis a planta vai estar exposta (RAUSHER, 1980).

Como resposta à herbivoria, as plantas desenvolveram mecanismos de defesa ao longo do tempo evolutivo (BARAZA, *et al.* 2007), resultando em mudanças que desviam os recursos para a tolerância ou a produção de compostos antinutritivos, tóxicos e antidigestivos, afetando diretamente o herbívoro (defesa direta), ou através da liberação de compostos voláteis atraindo inimigos naturais (defesa indireta)(KESSLER & BALDWIN, 2002). Assim a resistência contra a herbivoria pode ser classificada em duas estratégias: defesa direta, quando afeta diretamente o herbívoro, defesa indireta, quando atrai os inimigos naturais do herbívoro e tolerância (DICKE & HILKER, 2003).

Os compostos relacionados à defesa direta compreendem os metabólitos primários, os quais atuam no desenvolvimento e crescimento vegetal, tais como polissacarídeos, proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos, dentre outros, e os secundários não voláteis, os quais não possuem

função no crescimento e desenvolvimento vegetal. Estes podem ser divididos em três classes de compostos: terpenos, compostos fenólicos e, compostos nitrogenados (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Toda e qualquer característica estrutural ou morfológica da planta, que atue de forma negativa sobre os insetos, ou seja, que afete a espécie de planta de maneira a preservar-se de danos mais sérios é considerado causa morfológica de resistência e uma defesa física (TIMBÓ, 2013). A defesa física inclui a forma, textura e consistência da epiderme da planta, bem como todos os apêndices ou formações nela encontrados (LARA, 1991; LUCAS *et al.*, 2000).

As paredes das células epidérmicas nas partes aéreas das plantas, principalmente da folha, podem apresentar impregnações de diversas substâncias, como cutina, cera, lignina e mucilagem (RAVEN *et al.*, 1992; ALQUINI *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2005). Tais substâncias podem constituir uma barreira contra fungos, bactérias, insetos e demais fatores abióticos como temperatura, chuva, vento, etc. (LARA, 1991; SILVA *et al.*, 2005).

Na morfologia das plantas encontra-se a cutícula que recobre todas as células da epiderme da planta serve como uma interface entre o corpo da planta e o ambiente, realizando a proteção e a prevenção da perda de água dos tecidos vegetais. A cutícula é também importante barreira à entrada de microrganismos e agroquímicos (BUKOVAC *et al.*, 1990).

Esse revestimento é na realidade composto de diversas camadas sobre a parede celulósica primária, como: uma camada de pectina, que delimita a parede com a cutícula; uma camada cuticularizada, composta de celulose, cutina e cera; e a cutícula propriamente dita, composta de cutina pura. A cera, que se encontra na parte externa da cutícula, é um polímero complexo, heterogêneo, resultante da interação de outras substâncias lipídicas. Tanto a cutina como a cera pode apresentar uma série de estriações (ornamentações), geralmente de grande valor taxonômico. Também são barreiras contra fungos, bactérias e insetos (PROCÓPIO *et al.*, 2003).

A quantidade de lignina nas paredes celulares é relacionada como uma das características defensivas contra a herbivoria. A dureza das folhas é determinada por propriedades da epiderme e de algumas células que formam uma parede espessa abaixo dela, por exemplo, a hipoderme ou feixes de fibras (JUNIPER E JEFFREE, 1983; GRUBB, 1986). Um menor conteúdo de fibras e a natureza suculenta das folhas jovens, com relação a folhas maduras, pode torná-las mais palatáveis para os herbívoros (COOKE *et al.*, 1984).

Algumas espécies vegetais utilizam-se da resina ou látex, produzidas em canais especiais resiníferos ou lactíferos dentro da folha e tecidos do caule, para dificultar a herbivoria. Assim, diversas espécies ou variedades diferentes podem apresentar resistência diferenciada aos insetos, aparentemente baseado na quantidade e localização desses canais no interior da folha (LUCAS *et al.*, 2000).

Muitas superfícies das plantas não são lisas, mas revestidas de minúsculos apêndices epidérmicos chamados pêlos ou tricomas, que ocorrem em múltiplas formas diferentes (ESAU, 1974; FERRI, 1984; CUTTER, 1986). Alguns tricomas desenvolvem grossas paredes secundárias, algumas vezes impregnadas com sílica e carbonato de cálcio, de modo a formarem fortes ganchos ou pontas. Outros são glandulares e produzem secreções de substâncias como terpenos, gomas e taninos (ESAU, 1974; LUCAS *et al.*, 2000).

Os tricomas foliares exercem um papel fundamental na defesa de plantas, principalmente em relação a insetos fitófagos. Em várias espécies ou variedades há uma correlação negativa entre a densidade de tricomas e as respostas de alimentação, oviposição de insetos adultos e nutrição das larvas (LUCAS *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2005). Os tricomas não glandulares podem atuar diretamente sobre os insetos, afetando sua oviposição, alimentação, locomoção, ou seu comportamento em relação ao abrigo, através de sua densidade e tamanho (TRAW & DAWSON, 2002; SILVA *et al.*, 2005). Os tricomas glandulares podem, também, serem complementados pela defesa química devido à secreção de terpenos, alcalóides, substâncias fenólicas e outras que podem ser repelentes/deterrentes olfatórias ou gustatórias (SILVA *et al.*, 2005).

Algumas plantas são ricas em substâncias que, aparentemente, não estão diretamente relacionadas com os processos metabólicos normais da fotossíntese, respiração e crescimento (EDWARDS E WRATTEN, 1981). A estas substâncias dá-se o nome de compostos secundários não voláteis, cujos produtos, embora não necessariamente essenciais para o organismo, garantem vantagens para a sobrevivência e a perpetuação da espécie (SANTOS, 2004).

Os compostos vegetais secundários podem ser divididos em três grandes classes, com base em sua estrutura química: os compostos nitrogenados, os terpenóides e os fenólicos. Entre os compostos nitrogenados estão os alcalóides, aminoácidos não-protéicos e glicosídeos cianogênicos. Os terpenóides incluem óleos essenciais, triterpenos, saponinas, glicosídeos cardioativos. Entre os compostos fenólicos estão as ligninas, flavonóides e os taninos (RICKLEFS, 2003; CARVALHO *et al.*, 2004).

Durante muito tempo, os metabólitos secundários foram considerados como produtos de excreção do vegetal, sem função definida. Atualmente está confirmado que muitas destas substâncias estão diretamente envolvidas nos mecanismos que permitem o ajuste das plantas ao meio ambiente (SANTOS, 2003). Segundo Rhodes (1994), a co-evolução das plantas, insetos, microrganismos e mamíferos conduz à síntese de metabólitos secundários com função de defesa ou atração por parte da planta, determinada pelas necessidades ecológicas e possibilidades biossintéticas.

Já a defesa indireta consiste na produção de metabólitos secundários voláteis que são liberados mediante estresse biótico para atrair inimigos naturais (parasitóides e/ou predadores) de pragas (HOWE & JANDER, 2008; SWAMY, 2000). Plantas vizinhas da mesma espécie ao captarem a presença de tais voláteis de defesa também são induzidas a ativarem os mecanismos de defesa direta e de resistência à herbivoria e também indireta pela produção e liberação de voláteis (SWAMY, 2000; TSCHARNTK *et al.*, 2001). Os compostos orgânicos voláteis podem ainda atuar como repelentes e dentre estes podem-se citar a citronela, a cânfora-pineno, o limoneno, o citronel, a citronelal e o timol (COURTOIS *et al.*, 2009; NERIO *et al.*, 2010).

De acordo com Kaloshian & Walling (2005), os voláteis mais comumente liberados por plantas após sofrerem herbivoria de insetos são o metil jasmonato, indols, salicilato de metila, monoterpenos, homoterpenos e sesquiterpenos.

2.4. Bioma Caatinga

Segundo dados do IBGE (BRASIL, 2000) o bioma Caatinga ocupa uma área de 895 mil quilômetros quadrados, da área total do Nordeste (**Fig. 1**), englobando a maior parte do Estado da Paraíba, parte do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Na Paraíba, dois terços da área total do Estado correspondem ao ecossistema Caatinga.



Figura 1. Localização do bioma Caatinga no Brasil. (MMA, 2002)

A Caatinga é um mosaico de arbustos espinhosos e de florestas sazonalmente secas, com mais de 2.000 espécies de plantas vasculares, peixes, répteis, anfíbios, aves e mamíferos (LEAL *et. al.*, 2003).

Durante a estação seca a maioria das árvores da Caatinga perdem suas folhas e os troncos com aspectos esbranquiçados dominam a paisagem, e devido a essas características, o bioma recebe o nome de “Caatinga” que em Tupi significa “Mata Branca” (PRADO, 2003).

Ao se analisar os recursos hídricos, aproximadamente 50% das terras recobertas com Caatinga são de origem sedimentar, ricas em águas subterrâneas. Os rios, em sua maioria, são intermitentes e o volume de água, em geral, é limitado, sendo insuficiente para a irrigação. A altitude da região varia de 0-600m. A temperatura varia de 24 a 28°C e o déficit hídrico elevado durante todo o ano. A precipitação média anual varia entre 240 e 1.500mm, mas metade da região recebe menos de 750 mm e algumas áreas centrais menos de 500 mm (SAMPAIO, 1995; PRADO, 2003).

A maioria das chuvas na Caatinga (50-70%) é concentrada em três meses consecutivos, apesar da alta variação anual e dos longos períodos de seca serem frequentes (NIMER, 1972). O número de meses secos aumenta da periferia para o centro da região, e algumas localidades experimentam períodos de 7 a 11 meses de baixa disponibilidade de água para as plantas (PRADO, 2003). Com essa característica de chuvas extremamente irregular de ano para ano, resulta em secas severas periódicas (KROL *et al.*, 2001; CHIANG & KOUTAVAS, 2004). Essas secas tornam a vida na Caatinga difícil para o sertanejo e determinam mudanças adaptativas na biota da região (LEAL *et. al.*, 2003).

Segundo Leal (2003) enquanto que as médias mensais de temperatura variam pouco na região, sendo mais afetadas pela altitude que por variações na insolação, as variações diárias de temperatura e umidade são bastante pronunciadas, tanto nas áreas de planície como nas regiões mais altas do planalto. No planalto, os afloramentos rochosos ficam mais expostos, sujeitos à ação do vento e de outros fatores, que podem experimentar temperaturas muito baixas durante as noites mais frias do ano, enquanto que a temperatura pode ser bastante elevada durante os dias quentes e ensolarados do verão (ALVES *et al.*, 2009). Esta grande variação local de temperatura e umidade durante o dia influencia bastante a vegetação destas áreas, determinando sua composição (ALVES *et al.*, 2008).

Na Caatinga, as variações de temperatura são menos extremas durante a estação chuvosa, e também durante certos períodos quando a neblina se forma especialmente à noite nas áreas de maior altitude, durante a estação seca (ALVES *et al.*, 2008). Formações de nuvens ou neblina nas regiões mais altas no início da manhã é comum durante a estação seca, o que resulta em menos de cinco horas de insolação por dia no planalto, enquanto que as áreas de planície circunvizinha possuem uma taxa mais alta de insolação diária, sete horas ou mais (ALVES *et al.*, 2009).

As áreas de planície estão sujeitas a um período de seca muito mais longa e severa que as áreas planálticas, período que dura aproximadamente sete meses, mas que às vezes pode chegar a até doze meses. Não só a taxa de precipitação anual é mais baixa, como também as temperaturas são em geral mais altas (ALVES *et al.*, 2009).

As vertentes a barlavento das serras e chapadas, especialmente das situadas próximas da costa, recebem maior precipitação devido às chuvas de convecção forçada, que causam as chamadas chuvas orográficas ou de relevo. A média anual de temperatura varia pouco, em torno de 26° C, mas diminui nas altitudes acima de 500 m das serras e chapadas (ANDRADE-LIMA, 1981).

A Caatinga é localizada nas depressões interplanálticas (300 - 500m), expostas a partir de sedimentos do Cretáceo ou Terciário que cobriam o escudo brasileiro basal do Pré-Cambriano (AB'SABER, 1977; LEAL *et al.*, 2003). Geologicamente, a região é composta de vários tipos diferentes de rochas. Nas áreas de planície, as rochas prevalecentes têm origem na era Cenozóica as quais se encontram cobertas por uma camada de solo bastante profunda e com afloramentos rochosos ocasionais, em particular nas áreas mais altas que bordejam a Serra do Tombador situada próximo a serra de Jacobina na Bahia, tais solos (latossolos) são solos argilosos e minerais, com boa porosidade e rico em nutrientes (ALVES *et al.*, 2009).

Afloramentos de rochas calcárias de coloração acinzentada ocorrem a oeste, sendo habitados por algumas espécies de plantas endêmicas e raras, como coroa-de-frade (*Melocactus azureus*) (ALVES *et al.*, 2009). Os solos gerados a partir da decomposição do arenito são extremamente pobres em nutrientes e altamente ácidos, formando depósitos arenosos ou pedregosos rasos, que se tornam mais profundos onde a topografia permite afloramentos rochosos sendo uma característica comum das áreas mais altas (ALVES *et al.*, 2009). Estes afloramentos rochosos e os solos pouco profundos formam as condições ideais para os cactos, e muitas espécies crescem nas rochas, em fissuras ou depressões da rocha onde a acumulação de areia, pedregulhos e outros detritos, juntamente com o húmus gerado pela decomposição de restos vegetais, sustentam o sistema radicular destas suculentas (LEAL *et al.*, 2003).). A salinização do solo é, hoje, uma realidade. Especialmente na região onde os solos são rasos e a evaporação da água ocorre rapidamente devido ao calor (ALVES *et al.*, 2008).

Embora não tenha potencial madeireiro, exceto pela extração secular de lenha, a região é rica em recursos genéticos em função da sua alta biodiversidade (ALVES *et al.*, 2009). É um ambiente extremamente heterogêneo, que inclui vários sub-tipos de caatingas, as quais variam em fisionomia e em composição florística formando paisagens únicas (SILVA *et al.*, 2003).

A Caatinga apresenta uma imensa variedade de vida e um acentuado grau de endemismo. Para Hugu e Saraiva (2006), a biodiversidade da Caatinga certamente é muito maior do que expressam os dados relatados na literatura, uma vez que 41% da região nunca foram estudados. Todavia, para esse bioma já foram registradas, até o momento, 932 espécies de plantas vasculares, 187 de abelhas, 240 de peixes, 167 de répteis e anfíbios, 510 espécies de aves e 148 espécies de mamíferos, com nível de endemismo de espécies, em percentual, variando de 3% nas aves (15 das 510 espécies), cerca de 7% nos mamíferos (10 de 143) a 57% nos peixes (136 dos 240 já registrados na região vivem exclusivamente na Caatinga). No caso das plantas, levando em consideração somente as lenhosas e suculentas, 34% das espécies registradas são exclusivas do bioma.

A vegetação do bioma é extremamente diversificada, incluindo, além dos diferentes tipos de Caatinga, vários ambientes associados (enclaves). São reconhecidos 12 tipos diferentes de Caatinga, que chamam atenção especialmente pelos fascinantes exemplos de adaptações aos hábitos semiáridos (ALVES, 2007). Tal situação pode explicar, parcialmente, a grande diversidade de espécies vegetais, muita das quais endêmicas ao bioma. Estima-se

que pelo menos 932 espécies já foram registradas para a região, sendo 380 endêmicas. (MMA/IBAMA, 2011).

No meio de tanta aridez, a Caatinga surpreende com suas “ilhas de umidade” e solos férteis (enclaves). São os chamados brejos, que quebram a monotonia das condições ecogeográficas dos sertões. Nesses enclaves, é possível produzir quase todos os alimentos e frutas peculiares aos trópicos. Por fim, a flora dos sertões é constituída por espécies com longa história de adaptação ao calor e a seca, é incapaz de reestruturar-se naturalmente se máquinas forem usadas para alterar o solo. A degradação é, portanto, praticamente irreversível na Caatinga (ALVES *et al.*, 2008).

2.5. Vegetação da Caatinga

A Caatinga apresenta o tipo de vegetação mais característica do semiárido nordestino, apresentando aspectos especiais que podem ser entendidos como respostas dos organismos ao ambiente físico (COSTA *et al.*, 2002).

Os Termos Caatinga e semiárido são frequentemente utilizados de maneira equivocada, gerando confusão. O termo Caatinga deve ser empregado para um tipo de vegetação, enquanto o semiárido pode ter uma conotação geográfica ou política, a primeira relacionada à região onde predomina o clima semi-árido e a segunda à região compreendida pelo polígono das secas (GIULIETTI, 2006).

A origem da Caatinga tem sido debatida ao longo de muitos anos, mas resultados de estudos recentes sugerem que a Caatinga é parte de uma floresta tropical seca sazonal que ocupou grandes áreas da América do Sul em períodos mais secos e frios durante o Pleistoceno (PENNINGTON *et al.*, 2000, 2004).

Em virtude das condições climáticas, a vegetação endêmica é ramificada, com um aspecto arbustivo, tendo folhas pequenas ou modificadas em espinhos, de modo a evitar a evapotranspiração (perda de água pela epiderme), ocorrendo a perda de folhas na época seca (caducifolia). É uma mistura de estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo de pequeno porte, tortuosa, espinhenta e muito resistente às secas. A vegetação é distribuída de forma irregular, contrastando áreas que se assemelham a florestas, com áreas com solo quase descoberto. Apresenta uma grande biodiversidade com espécies de portes e arranjos fitossociológicos variados que o torna bastante complexo, onde pouco se conhece sobre a sua dinâmica.

Na Caatinga, também se encontram algumas espécies arbóreas e arbustivas de folhas perenes. As plantas suculentas aparecem em grande número e as espécies herbáceas anuais desaparecem no período seco. A vegetação é escassa em gramíneas, porém, abundante em leguminosas. Muitas espécies são forrageiras, outras são frutíferas e algumas são de importância industrial, principalmente, como fornecedoras de matéria-prima industrial, como cera, borracha, tanino, resinas, cosméticos, fármacos, fibras e outros produtos (MENDES, 1992).

De acordo com Barbosa (1989), a caatinga apresenta dois principais grupos de espécies: as sempre-verdes, que mudam de folhas do início para o final da estação seca e têm floração na estação chuvosa; e decíduas, divididas em dois grupos: a) as que perdem folhas, brotam e florescem de imediato, no final da estação seca, e b) as que perdem folhas na estação seca, brotam no início da estação chuvosa e florescem no período de maior intensidade de chuva.

A vegetação de Caatinga é constituída, especialmente, de espécies lenhosas e herbáceas, de pequeno porte, frequentemente dotadas de espinhos, caducifólias, perdendo suas folhas no início da estação seca, e de cactáceas e bromeliáceas. Fitossociologicamente, a densidade, frequência e dominância das espécies são determinadas pelas variações topográficas, tipo de solo e pluviosidade. AUBRÉVILLE (1961) aponta a Caatinga como sendo um termo fitogeográfico genérico designando o conjunto de todos os tipos de vegetação que recobrem a região semi-árida do Nordeste brasileiro, caracterizado pela caducidade das folhas durante a estação seca e presença frequente ou abundante de arbustos espinhentos e de grandes cactáceas.

As folhas e as flores são produzidas em um curto período de chuvas e a Caatinga permanece “dormente” durante a maior parte do ano. A vegetação herbácea também cresce somente durante as chuvas curtas e esparsas (RIZZINI *et al.*, 1988). Koechlin (1980) afirmam que a Caatinga é resultado de uma floresta seca, com suas diferentes formas, uma formação primitiva de onde, por degradação deu origem a esse xerofilismo.

A Caatinga arbórea está restrita às manchas de solos ricos em nutrientes. As florestas mais úmidas, chamadas de brejos de altitude, estendem-se sobre as encostas e topos das chapadas e serras com mais de 500m de altitude e que recebem mais de 1.200mm de chuvas orográficas (ANDRADE-LIMA, 1982; PRADO, 2003). Existem mais de 30 brejos de altitude na área da Caatinga, os quais são considerados refúgios florestais, uma vez que apresentam afinidade florística com as florestas Atlântica e Amazônica (ANDRADE-LIMA, 1982)

As suas diferenças fisionômicas se devem não apenas às variações climáticas regionais e locais e à composição florística, mas, sobretudo, a certos fatores estacionais, como compartimentação topográfica e fenômenos de exposição e abrigo, condições edáficas e dos impactos das atividades humanas (ALVES *et al.*, 2008).

A caatinga mostra-se bastante rica e diversificada. Entre as diversas espécies, merecem ser destacadas: o angico (*Anadenanthera macrocarpa* Benth), o pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul.), a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.). Entre as espécies arbóreas; a jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), o engorda-magro (*Desmodium* sp), a marmelada de cavalo (*Desmodium* sp), o feijão bravo (*Phaseolus firmulus* Mart.) entre as espécies arbustivas e subarbustivas; e as mucunãs (*Stylozobium* sp) e as cunhãs (*Centrosema* sp), entre as lianas e rasteiras. A produção total de fitomassa da folhagem das espécies lenhosas e da parte aérea das herbáceas na caatinga atinge, em média, 4.000 kg/ha, constituindo-se em forragem para caprinos, ovinos, bovinos e muares (DRUMOND *et al.*, 2000).

Normalmente, na região semi-árida brasileira a vegetação está condicionada ao déficit hídrico relacionado à seca, em decorrência da irregularidade das chuvas; analisando-se este fator, percebe-se que não é apenas a precipitação que provoca o déficit hídrico mas, também, a associação a outros fatores característicos da região, como altas temperaturas associadas à alta intensidade luminosa, que provocam uma demanda evaporativa alta e consequente dessecação do solo (TROVÃO *et al.*, 2007)

2.6. Conservação da Caatinga

O processo de degradação da Caatinga teve início ainda no Brasil colônia juntamente com a expansão da pecuária para o interior do país, no século XVII. De acordo com o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) desde 1993 que 201.786 km² da Caatinga tinham sido transformados em pastagens, terras agricultáveis e outros tipos de uso intensivo do solo (IBGE, 2007).

Essa ocupação do Nordeste brasileiro iniciou-se a partir do litoral e interiorizou-se a partir do desenvolvimento das atividades extrativistas e da produção agrícola voltada para a exportação (ALVES *et al.*, 2009). Foi no século XVII que se deu à ocupação do sertão pelo gado, e das fazendas e currais dos bois originaram-se os primeiros núcleos urbanos (ALVES *et al.*, 2009).

Atualmente o sertão se caracteriza por atividades econômicas ligadas à pecuária e ao extrativismo mineral ambas as atividades caracterizadas pela forma extensiva de produção. Com relação à agricultura tradicional esta continua sujeita às vicissitudes climáticas e apresenta problemas de rendimentos e de mercado (ALVES *et al.*, 2009). O uso inadequado do solo tem causado sérios danos ambientais e acelerado a desertificação, que atualmente ameaça 15% da região. Além disso, a rica e diversificada biota da Caatinga está protegida de forma deficiente (LEAL *et al.*, 2003).

Em toda a vasta área da Caatinga, a pecuária é a principal atividade econômica e apresenta características peculiares, decorrentes tanto de fatores históricos quanto ambientais, dentre as quais a adaptação do homem à Caatinga foi de grande importância. É frequente o uso das plantas da Caatinga na alimentação animal. Muitos criadores têm lançado mão deste recurso em época de escassez de alimento (COSTA *et al.*, 2002) proporcionado segundo Moreira *et al.*, (2007), pela vegetação nativa da Caatinga que permite um consumo de matéria seca capaz de atender as necessidades dos animais.

Na maioria dos casos, as atividades econômicas são acompanhadas de desmatamentos indiscriminados da vegetação que associados à fragilidade natural desse bioma trazem sérias consequências para os geótopos e para as biocenoses: comprometimento dos recursos hídricos, erosão, salinização e compactação dos solos, redução da diversidade biológica e da produção primária, entre outros (ALVES *et al.*, 2009).

Essas alterações provocam uma redução drástica na qualidade de vida do sertanejo, sobretudo das quais fazem parte de grupos de baixa renda. Para agravar mais o quadro de vida do habitante do sertão há as secas periódicas, as quais, embora nem sempre sejam previsíveis são sempre prováveis. O acesso a terra à água e os meios para atravessá-las deveriam ser igualmente partilhados por todos (ALVES *et al.*, 2009). Devido às várias décadas do uso impróprio e insustentável dos recursos naturais, a Caatinga, foi um bioma muito desgastado e é considerado o ecossistema brasileiro menos estudado, menos conhecido cientificamente e menos conservado. Recentemente foram feitos importantes estudos para melhorar e ampliar o conhecimento desta região e tentar minimizar ou reverter este processo. Neste sentido, a EMBRAPA, e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) por meio do Programa Nacional da Biodiversidade (PROBIO), veem contribuindo para os avanços do conhecimento da biodiversidade, das áreas que mais necessitam de conservação e do nível de degradação da Caatinga (MMA, 2007).

O MMA/PROBIO considera três áreas prioritárias para conservação de biodiversidade no bioma Caatinga, sendo elas, serra das Almas no Ceará, Curimataú na Paraíba e Betânia em Pernambuco (ARAÚJO *et al.*, 2005). No entanto a área da cobertura vegetal original da Caatinga está em alto nível de degradação, sendo preciso instalar com urgência unidades de recuperação e preservação.

A Caatinga é um dos biomas mais alterados pelas atividades humanas (CAPOBIANCO, 2002). O intenso processo de degradação coloca o bioma como o terceiro mais antropizado no país, superado apenas pela Mata Atlântica e Cerrado (LEAL *et al.*, 2003). A falta de um plano ecorregional de áreas naturais protegidas e a ausência de políticas públicas definidas e integradas para o desenvolvimento sustentável da região do semiárido agravam o já crítico estado de conservação do bioma.

A intervenção humana nas Caatingas vem acelerando a degradação do seu potencial florestal e dos seus solos e, por conseguinte, provocando desequilíbrios ecológicos de gravidade variável. As tradições adquiridas há 400 anos, exercem uma forte influência na utilização atual da Caatinga, e, de certa maneira, do seu uso futuro. A utilização ainda se fundamenta em processos meramente extrativistas para a produção de produtos de origem pastoril, agrícola ou madeireira (ALVES *et al.*, 2008).

A prática da devastação de grandes espaços da Caatinga, pelas queimadas, fez realmente aumentar as áreas de pastagem, mas provocou transformações irreversíveis nesse ecossistema. O superpastoreio de caprinos, ovinos e bovinos tem modificado a composição florística não só do estrato herbáceo, mas também do extrato arbóreo-arbustivo, pela pressão do pastejo. A exploração agrícola, com práticas de agricultura itinerante que constam do desmatamento e da queimada desordenados, tem também modificado a flora da Caatinga. A exploração madeireira já tem causado mais danos à vegetação lenhosa da caatinga do que a agricultura migratória (MELO, 1998).

Todas essas formas de degradação alteram a composição original da vegetação, e a regeneração de algumas espécies que desempenham um papel fundamental no fornecimento de alimento aos animais é muito lenta (GIULIETTI *et al.*, 2003), o que afeta o relacionamento entre as espécies, podendo levar a um desequilíbrio ecológico (CASTELLETTI *et al.*, 2003).

Segundo Castro *et al.* (2003), cerca de 1% da Caatinga é protegida por unidades de conservação de proteção integral. A grande maioria das Unidades de Conservação existentes enfrentam problemas como, situação fundiária não resolvida, falta de recursos para o funcionamento e a manutenção adequada com vistas a atingir os objetivos de criação da

unidade, pressão de caça tradicional, desmatamento, retirada de lenha e fogo (SILVA *et al.*, 2004). A Caatinga tem o menor número e a menor extensão protegida dentre todos os biomas brasileiros. E para piorar a situação, as unidades de conservação falham em proteger toda a biodiversidade da Caatinga. Dentre os 13 principais tipos de vegetação reconhecidos para a Caatinga (PRADO, 2003), quatro não estão representados em nenhum tipo de unidade de conservação (TABARELLI *et al.*, 2000).

A importância da Caatinga não se limita à sua elevada biodiversidade e inúmeros endemismos. Como uma região árida altamente imprevisível e cercada de biomas tropicais mésicos, a Caatinga é uma anomalia climática e funciona como um importante laboratório para estudos de plantas, invertebrados e vertebrados (LEAL *et al.*, 2003).

As técnicas de irrigação desenvolvidas nas últimas décadas para a fruticultura e plantações de soja têm acelerado o processo de desertificação. Todos esses usos inapropriados do solo têm causado sérios danos ambientais ameaçando a biodiversidade da Caatinga. Uma prova disso é que 28 espécies se encontram, nacionalmente ou globalmente, ameaçadas de extinção (BRASIL *et al.*, 2002; CASTELETTI *et al.*, 2004).

Por fim, muitas das unidades de conservação da Caatinga não estão totalmente implementadas, ou seja, têm problemas com os antigos proprietários, seus limites não estão adequadamente demarcados, nem apresentam planos de manejo. A falta de infra-estrutura básica e de pessoal torna essas áreas vulneráveis ao desmatamento, à caça e ao fogo e põe em perigo todos os esforços de criação de novas unidades de conservação. Existem, entretanto, algumas áreas protegidas significativas que formam a espinha dorsal de qualquer expansão futura da rede de unidades de conservação da Caatinga. Elas incluem o Parque Nacional Chapada Diamantina (152.000ha), na Bahia, a Estação Ecológica do Raso da Catarina (99.772ha), também na Bahia, e o Parque Nacional da Serra da Capivara (92.228ha), no Piauí (AGUIAR *et al.*, 2002).

Como a pobreza da população é considerada o principal desafio na Caatinga, a conservação da biodiversidade está entre as menores prioridades de investimento. Em 2000, o MMA promoveu um workshop que reuniu mais de 150 pesquisadores, conservacionistas, tomadores de decisão e representantes do setor privado para selecionar as áreas e ações mais importantes para a conservação da Caatinga (BRASIL *et al.*, 2002).

3. Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical.** Geomorfologia, IGEOG-USP, n.53, 1977, 19p.

AERTS, R. 1995. **The advantages of being evergreen.** Trends in Ecology & Evolution 10: 402-407.

AGUIAR, J. T. E. Lacher, J. SILVA, J. M. C. **The Caatinga.** In: R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, P. Robles Gil, J. Pilgrim, G.A.B. da Fonseca, T. Brooks & W.R. Konstant (eds.). Wilderness: earth's last wild places. pp. 174-181. Cemex, Agrupación Serra Madre, S.C., México, 2002.

AUBRÉVILLE, A. **Étude écologique des principales formations végétales du Brésil, et contribution à la connaissance des forêts de l' Amazonie.** Paris: Centre Technique Forestier Tropical, 1961.

ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOEGER, M. R. T.; COSTA, C. G.; BARROS, C. F. **Epiderme.** In: APPEZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (eds.). Anatomia Vegetal. Viçosa: UFV, p.87-107, 2003.

ALVES. J. J. A. ARAÚJO. M. A. NASCIMENTO. S. S. **Degradação da Caatinga: uma Investigação Ecogeográfica.** Caatinga (Mossoró,Brasil), v.22, n3, p 126-135, 2009.

ALVES, J. J. A. et al. **Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica.** Caminhos de Geografia, v. 9, n. 27, 2008.

ALVES, L. I. F; VASCONCELOS, K. J. C; SILVA, M. M. P. **Visão de Comunidades Rurais em Juazeirinho/PB Referente a Extinção da Biodiversidade da Caatinga.** Revista Caatinga, v. 22, n. 1, p. 180-186, 2009.

AMORIM, I. S., SAMPAIO, E. V. S. B., ARAÚJO, E. L. **Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil.** Acta bot. Bras. 19(3): 615-623, 2005.

ANDRADE-LIMA, D. A. **The Caatinga Dominium.** Rev. Bras. Bot. Rio de Janeiro, v.4, n.1, p. 149-153, 1981.

ANGELO, A. C.; DALMOLIN, A. **Interações Herbívoro-Planta e suas Implicações para o Controle Biológico: Que tipos de inimigos naturais procurar?** In: Pedrosa-Macedo, J. H.; DalMolin, A.; Smith, C. W. (orgs.). O Araçazeiro: Ecologia e Controle Biológico. FUPEF, Curitiba, p. 71-91, 2007.

ARAÚJO, E.L. & TABARELLI, M. **Estudos de ecologia de populações de plantas do nordeste do Brasil.** In: Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. (E.L. Araújo, A.N. Moura, E.V.S.B. Sampaio, L.M.S. Gestinari & J.M.T. Carneiro, eds.). Imprensa Universitária, Recife. p.135-142, 2002.

ARAÚJO, F. S; RODAL, M. J. N; BARBOSA, M. R. V. **Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga.** Ministério do Meio Ambiente, DF. Brasília, 2005.

BALDWIN, I. T. et al. **Merging molecular and ecological approaches in plant–insect interactions.** Current opinion in plant biology, v. 4, n. 4, p. 351-358, 2001.

BARAZA, E. et al. **Plant-herbivore interaction: beyond a binary vision.** Functional Plant Ecology, p. 481-514, 2007.

BARBOSA D. C. A, ALVES J. L. H, PRAZERES S. M, PAIVA A. M. A. **Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga (Alagoinha – PE).** Acta Botanica Brasilica 3, 109-117, 1989.

BI, J. L.; MURPHY, J. B.; FELTON, G. W. **Antinutritive and oxidative components as mechanisms of induced resistance in cotton to *Helicoverpa zea*.** Journal of Chemical Ecology, v. 23, n. 1, p. 97-117, 1997.

BIANCHI, V. **A construção dos conceitos sobre as interações ecológicas e suas implicações nas práticas agrícolas.** Unijuí – Universidade regional do Noroeste. 1998.

BUKOVAC, M. J. et al. **Sorption of organic compounds by plant cuticles.** Weed Science, v. 38, p. 289-298, 1990.

CAPOBIANCO, J. P. R. **Artigo base sobre os biomas brasileiros.** In: Camargo, A.; Capobianco, J. P. R.; Oliveira, J. A. P. (orgs.). Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós Rio-92. Estação Liberdade/Instituto Sócio-Ambiental/Fundação Getulio Vargas, São Paulo, pp. 117-155, 2002.

CARVALHO, J. C. T; GOSMANN, G. SCHENKEL, E. P. **Compostos fenólicos simples e heterosídicos.** In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP de, Mentz LA, Petrovick PR (eds) *Farmacognosia: da planta ao medicamento.* Editora da UFRGS/UFSC, Porto Alegre, Florianópolis, pp 519-535, 2004.

CASTELLETTI, C. H. M; SILVA, J. M. C. M; Tabarelli, A. M; SANTOS, M. **Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar.** In: J. M. C, 2004.

CASTRO, R; REED, P; SALDANHA, M; OLSEN, A. **Caatinga um bioma brasileiro desprotegido.** In Congresso de Ecologia do Brasil. Anais. Fortaleza: UFC, pp. 86, 2003.

CAVALCANTI, N. B; RESENDE, G. M. **Consumo de xiquexique (*pilocereus gounellei* (a. Weber ex k. Schum.) Bly. Ex rowl) por caprinos no semiárido da Bahia.** Revista Caatinga, vol. 20, núm. 1, enero-marzo, pp. 22-27, Universidade Federal Rural do Semiárido, Brasil, 2007.

CHIANG, J. C. H; KOUTAVAS, A. **Climate change: tropical flip-flop connections.** Nature, v. 432, n. 7018, p. 684-685, 2004.

COELHO, L. F; FREITAS, S. S; MELO, A. M. T; AMBROSANO, G. M. B. **Interação de bactérias fluorescentes do gênero *pseudomonas* e de *bacillus* spp. Com a rizosfera de diferentes plantas.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Brasil, Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 31, núm. 6, pp. 1413-1420, 2007.

COLEY, P.D. **Rates of herbivory on different tropical trees.** Pp. 123-132 In LEIGH, E.G. JR., A.S. RAND, & D.M. WINDSOR (eds.). *The Ecology of a Tropical Forest: Seasonal Rhythms and Long-term Changes.* Smithsonian Inst. Washington, D.C. 468 pp. 1982.

COLEY, P. D. & J. A. BARONE. **Herbivory and plant defenses in tropical forests.** An. Rev. Ecol. System.27: 305-35. 1996.

CORDEIRO, I. **Euphorbiaceae.** In: Stannard, B. L. (ed.). *Flora do Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia-Brasil.* Royal Botanic Gardens, Kew. Pp. 300-317, 1995.

COSTA, J. A. S. et al. **Leguminosas forrageiras da caatinga: espécies importantes para as comunidades rurais do sertão da Bahia.** Feira De Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, SASOP, 2002.

COSTA, F. A. P. L. **O carpete (verde) do sol.** Revista Ciência Hoje, n33 (194). 62- 65, 2003.

COOKE, F. P., BROWN, J. P. e MOLE, S. **Herbivory, foliar enzyme inhibitors, nitrogen and leaf structure of young and mature leaves in a tropical forest.** Biotropica, 16: 257-263, 1984.

COURTOIS, E. A.; PAINE, C. E. T.; BLANDINIÈRES, P-A.; STIEN, D.; BESSIERE, J-M.; HOUEL, E.; BARALOTO, C.; CHAVE, J. **Diversity of volatile organic compounds emitted by 55 species of tropical trees: a survey in French Guiana.** J. Chem. Ecol. 35:1349-1362, 2009.

CRAWLEY, M. J. **Herbivory, the dynamics of animal-plant interactions.** University of California Press. Volume 10, 437 p, Berkeley- California 1983.

CUTTER, E. G. **Anatomia Vegetal: células e tecidos.** 2ed. São Paulo: Rocca, 1986.

DE MORAES, C. M. et al. **Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids.** Nature, v. 393, n. 6685, p. 570-573, 1998.

DICKE, M. & HILKER, M. **Induced plants defence: from molecular biology to evolutionary ecology.** Basic Appl. Ecol. 4:3-14. 2003.

DIRZO, R. AND BOEGE, K. **Patterns of herbivory and defence in tropical dry and rain forest.** In: Carson, W. P. and Schnitzer, S. A. (eds), Tropical forest community ecology. Wiley, pp. 6378, 2008.

DRUMOND , M. A ; KIILL, L. H. P; LIMA, P. C. F; OLIVEIRA, M. C; OLIVEIRA, V. R; ALBUQUERQUE, S. G; NASCIMENTO, C. E. S; CAVALCANTI, J. **Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga.** Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável, Petrolina, pp.2-3, 2000.

DUBEY, P., SHARMA, G. P., RAGHUBANSHI, A. S., SINGH, J. S. **Leaf traits and herbivory as indicators of ecosystem function.** CURRENT SCIENCE, 100(3): 313-320, 2011.

EDWARDS PJ, WRATTEN SD. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. [tradução Vera Lúcia Imperatriz Fonseca]. EPU, São Paulo, 1981.

ESAU, K E MORRETES, B. L. **Anatomia de plantas com sementes**. Universidade de São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

FERRI, M. G. **Botânica: morfologia interna das plantas (anatomia)**. 9 ed. São Paulo: Nobel, 1984.

FRANÇA, F; MELO, E; SANTOS, C. C. **Flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs**. *Sitientibus*, v. 17, p. 163-184, 1997.

FRITZ, R. S. **Effects of genetic and environmental variation on resistance of willow to sawflies**. *Oecologia*, v. 82, p. 325-332, 1990.

GIULIETTI, A.M. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do semiárido Brasileiro**. V.1. Recife, Associação plantas do Nordeste, 2006.

GULLAN, P. J; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3. ed. São Paulo: Roca, 456 p, 2007.

GRIME, J. P. **Plant Strategies and Vegetation Processes**. John Wiley & Sons. Chichester, UK. 222 pp, 1979.

HERMS, D.A; MATTSON, W.J. **The dilemma of the plants: To grow or to defend**. *Quarterly Review of Biology*, 67: 283- 335, 1992.

HOWE, G. A. & JANDER, G. **Plant Immunity to Insect Herbivores**. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59:41-66, 2008.

HUNTLY, N. **Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems**. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 22: 477-503, 1991.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2007. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso em 20 out. 2012.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br> acesso em 18 out. 2012.

JANZEN, D. H. **Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America**. *Evolution* 20: 249-275, 1966.

JANZEN, D. H. **Patterns of herbivory in a tropical deciduous forest**. *Biotropica* 13:271–282, 1981.

JUNIPER, B. E. e JEFFREE, C. E. **Plant surfaces**. Edward Arnold, (editors), London, 1983.

KALOSHIAN, I. & WALLING, L. **Hemipterans as Plant Pathogens**. *Annu. Review of Phytopathology*. 43:491-521, 2005.

KESSLER, A. & BALDWIN, I. T. **Plant responses to insect herbivory: The emerging Molecular Analysis**. *Annual. Review of Plant Biology*. 53: 299-328, 2002.

KOECHLIN, J. **Le milieu biologique: la végétation**. In: MELO, A. S. Tavares de. *Géographie et écologie de la Paraíba (Brésil)*. Talence: Centre d'Etudes de Géographie Tropicale, (Trav. Et Doc. de Géogr. Tropicale, n. 41), 1980.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. Livroceres, 1991.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga: Introdução ao Desafio**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. (Eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Editora UFPE, 2003.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. & LACHER JR., T. E. **Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil**. *Megadiversidade* 1: 139-146, 2005.

LOYOLA, J. R. R, FERNANDES W. **Herbivoria em *Kielmeyra coriacea* (guttiferae): efeitos da idade da planta, desenvolvimento e aspectos qualitativos de folhas**. *Revista Brasileira de Biologia* 53: 295-304, 2002.

LOWMAN, M. D. **Temporal and spatial variability in insect grazing of the canopies of five Australian rainforest tree species**. *Australian Journal of Ecology* 10: 7-24, 1985.

LUCAS, P. W. et al. **Mechanical Defences to Herbivory**. *Annals of Botany*, v. 86, p. 913-920, 2000.

LUCENA, M. F. A. **Estudos taxonômicos do gênero Croton L. (Crotonoideae – Euphorbiaceae) nas Zonas do Litoral e da Mata do estado de Pernambuco – Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 136p, 2001.

LUTTGE U. **Physiological ecology of tropical plants**. Berlin: Springer -Verlag. MATTSON, W. J. & ADDY, N. D. 1975. Phytophagous insects as regulators of forest primary production. *Science* 190: 515-522, 1997.

MATTSON, W. J; ADDY, N. D. **Phytophagous Insects as Regulators of Florest Primary Production**. *Science, New Series, Volume 190, Issue 4214 (Nov. 7), 515-522, 1975.*

MEDINA, E. **Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forest**. Pp. 221-242. In: BULLOCK, S. H; MOONEY, H. A. & MEDINA, E. (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge: Cambridge University Press. 1995.

MELO, A. S. **Desertificação: Etimologia, Conceitos, Causas e Indicadores**. *Rev. do UNIPÊ, João Pessoa: UNIPÊ, 2 (2):21-35, 1998.*

MENDES, B. V. **O Semiárido brasileiro**. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2, 1992. São Paulo. Anais. São Paulo, 1992.

MESQUITA, L. P.; LEITE, E. R.; ARAUJO FILHO, J. A. **Estacionalidade da dieta de pequenos ruminantes na caatinga**. In: Embrapa. Curso de melhoramento e manejo de pastagem nativa no trópico semiárido. EMBRAPA – CPAMN/SPI, Teresina, p.59-82, 1989.

MMA. **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília/DF, 2010.

MOTHERSHEAD, K; MARQUIS R. J. **Academias de herbivoria através de efeitos indiretos sobre as interações planta-polinizador em *Oenothera macrocarpa***. *Ecologia*, v 81, n. 1, p. 30-40, 2000.

NASCIMENTO, M. T.; HAY, J. D. **Intraspecific variation in herbivory on *Metrodorea pubescens* (Rutaceae) in two forest types in central Brazil.** Revista Brasileira de Biologia, v. 53, p. 143-152, 1993.

NASCIMENTO, M. T.; HAY, J. D. **O impacto da folivoria simulado em juvenis de *pubescens* *Metrodorea* (Rutaceae) em uma mata de galeria, perto de Brasília, Distrito Federal, Brasil.** Jornal de Ecologia Tropical, 10, pp 611-620. doi: 10.1017/S0266467400008282, 1994.

NERIO, L. S; OLIVERO-VERBEL, J; STASCHENKO, E. **Repellent activity of essential oils: a review.** Bioresour Technol. 101: 372-378, 2010.

NETO, S. G. et al. **Composição Bromatológica, Consumo e Digestibilidade In Vivo de Dietas com Diferentes Níveis de Feno de Catingueira (*Caesalpinea bracteosa*), Fornecidas para Ovinos Morada Nova1.** Rev. Brasileira zootecnia, v. 30, n. 2, p. 553-562, 2001.

PARENTE, H. N. **Avaliação da vegetação e do solo em áreas de caatinga sob pastejo caprino no cariri da Paraíba.** Tese Apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB, Agosto, 2009.

PENNINGTON, R.T. et al. **Historical climate change and speciation: Neotropical seasonally dry forest plants show patterns of both Tertiary and Quaternary diversification.** Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B) 359: 515-538, 2004.

PRADO, D. E. et al. **As Caatingas da América do Sul.** Ecologia e a Conservação da Caatinga. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 3-73, 2003.

PROCÓPIO, S. O; SILVA, E. A. M; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A. **Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil.** Viçosa: UFV, 2003.

RAUSHER, M. D.; FEENY, P. **Herbivoria, densidade de plantas e sucesso reprodutivo da planta: O efeito de *Battus philenor* em *Aristolochia reticulata*,** Ecologia , p. 905-917, 1980.

REICH, P. B. & R. BORCHERT. **Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica.** Journal of Ecology 72: 61-74. 1984.

RHODES, M. J. C. **Physiological roles for secondary metabolites in plants: some process, many outstanding problems.** Plant. Mol. Biol. 24:1-20, 1994.

RIBEIRO, J. E. L. S. et al. **Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. INPA, DFID Editora. Manaus, 1999.

RIBEIRO, S.P. & FERNANDES, G.W. **Interações entre insetos e plantas no cerrado: teoria e hipóteses de trabalho**. Pp. 299-320. In Martins, R. P., Lewinsohn, T. M. & Barbeitos, M. S. (eds). Ecologia e comportamento de insetos. Série Oecologia brasiliensis, vol. VIII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 2000.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia a do Brasil**. São Paulo: USP, v.2, 374p, 1979.

RIZZINI, C. T. et al. **Ecosistemas brasileiros**. Enge-Rio Engenharia e Consultoria, S.A., Rio de Janeiro, Brasil, 1988.

SAMPAIO, E. V. S. B; MOONEY, H. A; MEDINA, E. **Overview of the Brazilian Caatinga**. Seasonally dry Tropical Forest. Cambridge, New York. Pp. 35-63, 1995.

SANTOS, S. C; MELLO, J. C. P. **Taninos**. In: SIMÕES, C. M. O; SCHENKEL, E. P; GOSMANN G; MELLO, J. C. P; MENTZ, L. A; PETROVICK, P. R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Editora da UFRGS/UFSC, Porto Alegre, Florianópolis, pp 615-656, 2003.

SANTOS, S; et al. **Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio**. Revista Trópica–Ciências Agrárias e Biológicas, v. 1, n. 1, p. 10, 2007.

SANTOS. R. P, SIMÕES L. N, SILVA A. G. **Herbivoria comparada em *Polygala spectabilis* e *Piper lhotzkyanum*, na floresta atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas**, Espírito Santo. Natureza on line 8 (2): 60-62, 2010.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. **Áreas e ações prioritárias para conservação da biodiversidade na Caatinga**. In: Silva, J.M.C.; Tabarelli, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L. V. (orgs.) Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

SILVA, J. M. C; TABARELLI, M; FONSECA, M. T; LINS, L. V.(orgs). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. **Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal.** Acta Botanica Brasilica, v. 19, p. 183-194, 2005.

SOARES, A. M. & MACHADO, O. L. T. **Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio.** Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas. v.1, n.1, p.9-19, 2007.

STRAUSS, S. & A. ZANGERL. **Plant-insect interaction in terrestrial ecosystems. In: Plant-Animal Interactions and Evolutionary Approach.** Ed. Blackwell Publishing. 2002.

STRONG, D. R., LAWREN, J. H., SOUTHWOOD, R. **Insects on plants: community, patterns and mechanisms.** Blackwell, London, 1984.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** Trad. Santarén, E. R.; et al. Editora Porto Alegre, 2006.

TIMBÓ, R. V. **Estudo bioquímico da soja em defesa induzida pela herbivoria do percevejo-marrom *Euchistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae).** Dissertação apresentada ao Departamento de Biologia Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, 2013.

TRAW, M. B.; DAWSON, T. E. **Differential induction of trichomes by three herbivores of black mustard.** Oecologia, v. 131, p. 526-532, 2002.

TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. D. **Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga.** Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.11 n.3 Campina Grande June, 2007.

TSCHARNTKE, T.; THIESSEN, S.; DOLCH, R.; BOLAND, W. **Herbivory, induced resistance, and interplant signal transfer in *Alnus Glutinosa*.** Biochemical Systematics and Ecology. V. 29, n. 10. p.1025-1047, 2001.

ZANGERL, A. R.; HAMILTON, J. G.; MILLER, T. J.; CROFTS, A. R.; OXBOROUGH, K.; BERENBAUM, M. R. & DELUCIA, E. H. **Impact of folivory on photosynthesis is greater than the sun of its holes.** Proc. Natl. Acad. Sci. 99: 1088-1091, 2002.

CAPITULO 2

Artigo a ser submetido para a Revista Brasileira de Biociências

Herbivoria foliar em plantas da Caatinga do nordeste brasileiro

Ana Carla Pereira Dourado¹, Raymundo José de Sá-Neto^{1,2},
Simone Andrade Gualberto^{1,3} & Michele Martins Corrêa^{1,2*}

Título resumido: Herbivoria foliar em plantas da Caatinga

²Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Centro de Ensino Pesquisa e Extensão Socioambiental, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, BR 415, km 03, s/n, 45700-000, Itapetinga, Brasil.

³Laboratório de Biodiversidade do Semiárido, Departamento de Ciências Naturais, UESB, Estrada do Bem Querer, Km 04, 45083-900, s/n, Vitória da Conquista, Brasil.

⁴Laboratório de Produtos Naturais-LAPRON, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, UESB, BR 415, km 03, s/n, 45700-000, Itapetinga, Brasil.

*Autor para contato: mcorrea@uesb.edu.br

Recebido:

Recebido após revisão:

Aceito:

RESUMO: (Herbivoria foliar em plantas da Caatinga do nordeste brasileiro) - Neste estudo nós avaliamos a intensidade de herbivoria e dureza foliar das espécies *Handroanthus spongiosus*, *Tabebuia roseoalba*, *Dalbergia cearensis*, *Pterocarpus ternatus*, *Eugenia pistaciifolia* e *Eugenia rigida* em áreas de Caatinga no sudoeste da Bahia, nordeste brasileiro. Adicionalmente verificamos a influência da deciduidade e presença de compostos secundários destas espécies de plantas no padrão de herbivoria encontrado. Durante os meses de janeiro a maio de 2013, 30 folhas de 20 indivíduos de cada espécie foram coletadas e medidas quanto a intensidade de herbivoria com o uso do índice de Dirzo & Domingues. Para determinação da deciduidade das espécies, todos os indivíduos foram acompanhados quanto a presença e ausência de folhas de janeiro a dezembro de 2013. A dureza foliar foi medida em 10 folhas de cada indivíduo. A presença de compostos secundários foi avaliada com análise fitoquímica. Houve diferença entre a intensidade de herbivoria e dureza foliar entre as espécies. A intensidade de herbivoria foi maior em *P. ternatus*. *E. pistaciifolia* e *E. rigida* apresentaram os maiores valores de dureza foliar e menor intensidade de herbivoria. As espécies de *Eugenia* foram classificadas como perenes, enquanto que as demais espécies foram classificadas como decíduas. Alcalóides e saponinas foram encontradas em todas as espécies estudadas. Nossos resultados indicam que a presença de defesas mecânicas parece ser mais efetiva contra herbivoria do que as defesas químicas, e que a intensidade de herbivoria em espécies decíduas é semelhante ao descrito para outras florestas secas no mundo.

Palavras-chave: Interação planta-animal. Defesas de plantas. Defesa mecânica. Defesa química. Floresta seca.

ABSTRACT: (Leaf herbivory in plants of Caatinga in northeast of Brazil). We evaluated the herbivory intensity and leaf hardness in the species *Handroanthus spongiosus*, *Tabebuia roseoalba*, *Dalbergia cearensis*, *Pterocarpus ternatus*, *Eugenia pistaciifolia* e *Eugenia rigida* in Caatinga areas in southwestern of Bahia state, northeastern of Brazil. Additionally, we checked the influence of deciduousness and the presence of secondary compound in this plant species in the herbivory pattern. From January to May of 2013, 30 leaves of 20 individuals of each species were collected and measured as herbivory intensity using Dirzo and Domingues index. All individuals were accompanied as presence and absence of leaves from January to December of 2013 to determine the deciduousness. Leaf hardness was measured in 10 leaves of each individual. Presence of secondary compounds was measured using phytochemical analysis. Herbivory intensity and leaf hardness were different among species. Herbivory intensity was higher in *P. ternatus*. Higher values of leaf hardness and smaller herbivory intensity were found in *E. pistaciifolia* e *E. rigida*. *Eugenia* species were classified as evergreen, while the other species were classified as deciduous. Secondary compounds alkaloids and saponins were found in all species studied. Our results indicate that the presence of mechanic defenses is more effective against herbivore and the herbivory intensity in deciduous species is similar as that described to other dry forests in the world.

Key-words: Plant animal interaction. Plant defenses. Mechanical defense. Chemical defense. Dry forest

INTRODUÇÃO

Para os herbívoros, uma planta, além de servir como sítio para acasalamentos, refúgio, abrigo temporário ou mesmo como um lugar para se estabelecer de modo permanente, também é uma importante fonte de alimento (Schoonhoven *et al.* 2005, Braga *et al.* 2007, Coelho *et al.* 2012, Magalhães *et al.* 2012, Oliveira *et al.* 2012, Ribeiro *et al.* 2013). Para a planta, a perda de tecido vegetal pode interferir em processos metabólicos e fisiológicos fundamentais, afetando assim o crescimento, sobrevivência e reprodução, bem como modificar a dinâmica de competição entre as espécies (Lucas *et al.* 2000, Schoonhoven *et al.* 2005, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013).

A habilidade das plantas resistirem aos danos causados pela herbivoria envolve a utilização de defesas mecânicas, químicas e tolerância, baseadas em sua morfologia e fisiologia (Lucas *et al.* 2000, Schoonhoven *et al.* 2005, Kost *et al.* 2011, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013). As defesas mecânicas conferem resistência e dureza às plantas e agem como estratégia para deter o contato dos herbívoros com as partes atacadas (Lucas *et al.* 2000). Podem ser microtexturas ou apêndices unicelulares ou multicelulares da epiderme da superfície foliar, como espinhos, pêlos e tricomas (Lucas *et al.* 2000, Schoonhoven *et al.* 2005, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013).

As defesas químicas ou aleloquímicos são compostos que possuem pouca função no metabolismo primário e afetam o crescimento, saúde, comportamento ou a biologia populacional de outras espécies (Schoonhoven *et al.* 2005, Aoyama & Labinas 2012; Fürstenberg-Hägg *et al.*, 2013). Esses compostos, como taninos, terpenóides e alcalóides (Madeira *et al.* 1998, Mumm *et al.* 2008) reduzem o valor nutricional dos recursos vegetais afetando a palatabilidade para os herbívoros ou agem como repelentes naturais e podem restringir ou mesmo impedir o consumo das partes vegetais (Coley & Barone 1996, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013).

Plantas geralmente variam na qualidade e quantidade de compostos utilizados como defesa contra herbivoria (Madeira *et al.* 1998, Schoonhoven *et al.* 2005, Dirzo & Boege 2008, Aoyama & Labinas 2012, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013). Plantas perenes, por exemplo, investem em compostos químicos caros energeticamente e de efeito dose-dependente como os taninos. Por outro lado, as plantas decíduas mantêm um investimento baixo em defesas, baseado em substâncias de efeito tóxico, como os alcalóides (Aerts 1995) o que resulta em altas taxas de herbivoria, alcançando média de herbivoria 2,8 vezes maior do que em espécies perenes (Dirzo & Boege 2008).

Estudos sobre herbivoria nos trópicos são mais frequentes em ambientes úmidos (Braga *et al.* 2007, Magalhães *et al.* 2012). Para a Caatinga, único ecossistema semiárido cujos limites estão restritos ao território brasileiro, trabalhos sobre os padrões de herbivoria são escassos (Paula *et al.* 2011, Coelho *et al.* 2012, Oliveira *et al.* 2012, Ribeiro *et al.* 2013). Como este tipo de estudo é importante para o conhecimento sobre a influência de interações biológicas na regeneração e sobrevivência de espécies no ambiente (Bianchini & Santos 2005), o objetivo deste estudo foi comparar a intensidade de herbivoria e dureza foliar de seis espécies vegetais na Caatinga, verificando se o padrão de deciduidade e tipos de defesas químicas das espécies influenciam a perda de área foliar pelo consumo por herbívoros nesta floresta seca.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional Contendas do Sincorá (FLONA) e em suas áreas de amortecimento. A FLONA possui uma área de 10928,02 ha está localizada no município de Contendas do Sincorá, sudoeste da Bahia (Brasil 2006), entre os paralelos 13° 46' e 14° 0' S e meridianos 41° 03' e 41° 10' O.

A região possui altitude variando de 300 a 400m, clima semiárido, com temperatura média anual variando de 23 a 23,5 °C, e umidade relativa do ar variando de 20 a 40% com maior precipitação entre os meses de novembro e abril (Lima & Lima 1998, Brasil 2006). A vegetação é decidual e xerófila e a matriz predominante da região é de caatinga arbustiva, vegetação constituída por alta densidade de arbustos e por poucas árvores lenhosas com cerca de 12m de altura, enquanto a vegetação arbórea é restrita apenas às regiões de mata ciliar e em baixa densidade (Brasil 2006). De acordo com Lima & Lima (1998) as famílias mais frequentes na região são Fabaceae e Euphorbiaceae.

Herbivoria

Para o estudo, foram selecionadas as espécies *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. O. Grose 2007 (Bignoniaceae), *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith 1954 (Bignoniaceae), *Dalbergia cearensis* Ducke 1925 (Fabaceae), *Pterocarpus ternatus* Poir. 1804 (Fabaceae), *Eugenia pistaciifolia* DC. 1828 (Myrtaceae) e *Eugenia rigida* DC. 1828 (Myrtaceae). De cada espécie foram selecionados e marcados 20 indivíduos adultos com valor médio de DAP e altura para cada espécie foi $30,0 \pm 2,0\text{cm}$ e $4,6 \pm 0,6\text{m}$ em *H. Spongiosus*, $28,3 \pm 1,5\text{cm}$ e $5,0 \pm$

1,0m em *T. Roseoalba*, $29,6 \pm 1,5$ cm e $4,3 \pm 0,6$ m em *D. cearensis*, $35,3 \pm 2,5$ cm e $4,6 \pm 1,2$ m em *P. Ternatus*, $17,6 \pm 2,0$ cm e $1,6 \pm 0,3$ m em *E. pistaciifolia* e $1,6 \pm 2,5$ cm e $1,8 \pm 0,3$ m em *E. rigida*.

A herbivoria foi avaliada em 30 folhas coletadas aleatoriamente de cada indivíduo mensalmente, durante os meses de janeiro a maio de 2013. As folhas coletadas foram avaliadas quanto á intensidade de herbivoria utilizando-se o índice de Dirzo & Domingues (1995). Para isso, a área foliar consumida (AFC) de cada folha foi classificada entre seis categorias: 0 (0% de AFC); 1 (1-6%); 2 (6,1-12%); 3 (12,1-25%); 4 (25,1-50) ou 5 (50,1-100%) (Dirzo & Dominguez 1995). A partir das frequências observadas em cada uma das categorias, foram calculados o índice de herbivoria (IH) para cada espécie, utilizando-se a fórmula: $IH = (\sum ni*i)/N$, onde *i*: corresponde à categoria de área foliar consumida, *ni*: corresponde ao número de folhas na categoria *i* e *N*: corresponde ao número total de folhas daquela espécie. Os valores do índice variam de 0 a 5.

Deciduidade

Todos os indivíduos foram acompanhados quanto á presença e ausência de folhas de janeiro a dezembro de 2013. Após 12 meses de coleta de dados, as espécies foram classificadas em perenes e decíduas. Perenes foram consideradas espécies que não perdem folhas de maneira concentrada na estação seca, enquanto que as decíduas foram consideradas espécies que apresentam padrão contrário a este, ou seja, perdem folhas de maneira concentrada nos meses mais secos do ano e possuem duração foliar de seis a nove meses (Marin & Medina 1981, Barbosa *et al.* 2003).

Defesas mecânicas

As características físicas das espécies consideradas como defesas mecânicas contra herbivoria em nosso estudo foram a presença de tricomas, espinhos e análise da dureza foliar. Essas características foram avaliadas em 10 folhas coletadas aleatoriamente de todos os indivíduos das espécies estudadas. As medidas de dureza foliar foram realizadas com Penetrômetro.

Defesas químicas

Para a detecção de compostos do metabolismo secundário envolvidos na defesa vegetal como compostos nitrogenados (alcalóides), compostos fenólicos (flavonóides) e terpenóides

(saponinas) foram realizadas análises fitoquímicas qualitativas em folhas de todas as espécies estudadas. Para isso, a partir de folhas coletadas de todos os indivíduos de cada espécie, este material vegetal foi processado para obtenção do extrato bruto. Para a identificação da presença dos metabólicos foram feitos os reagentes de Mayer, de Wagner, de Dragendorff, solução de cloreto férrico e de Bornträger. Posteriormente, foram realizados cinco ensaios.

O primeiro ensaio foi realizado para a detecção de alcalóides. Em 2,0 mL da solução etanólica foram adicionados 2,0 mL de HCl (10%) e esquentou-se essa mistura por 10 minutos após o resfriamento, filtrou-se e dividiu-se o filtrado em três tubos de ensaios onde foram adicionadas algumas gotas dos reativos de reconhecimento: Dragendorff, Mayer e Wagner. Para aqueles que foram observados uma leve turbidez ou precipitado (respectivamente roxo a laranja, branco a creme e marrom) foi marcado a presença de alcalóides.

O segundo ensaio foi realizado para a detecção de cumarinas voláteis, onde em um tubo de ensaio colocaram-se 2,0 mL da solução etanólica, tampou-se com papel de filtro impregnado em solução a 10% de NaOH e levou-se a banho de água a 100°C por alguns minutos. Logo após removeu-se o papel de filtro e examinou-se sob luz UV. Aqueles que apresentaram fluorescência amarela indicaram a presença de cumarinas.

Para o ensaio de identificação dos flavonóides colocou-se em um tubo, 2,0 mL da solução etanólica e foram adicionados alguns fragmentos de Magnésio e algumas gotas de HCl diluído e deixado em repouso por quinze minutos. Foi avaliado se ocorreu o aparecimento de cor variando do laranja à rósea.

Para a detecção da presença de taninos, aos 2,0 mL da solução etanólica adicionou-se 5,0 mL de água destilada. Filtrou-se e adicionou-se 1 ou 2 gotas de solução de cloreto férrico a 10%. Os que sofreram alteração na coloração para azul indicaram a possível presença de taninos hidrolisáveis, e coloração verde de taninos condensados.

Para verificação da presença de saponinas utilizaram-se 2,0 mL da solução etanólica, adicionou-se 5,0 mL de água fervendo, logo após esfriou-se e agitou-se vigorosamente, foi deixado em repouso por 20 minutos e classificados com a presença de saponinas pela formação de espumas.

O último ensaio dos derivados antracênicos livres (quinonas) colocou-se em um tubo de ensaio 2,0 mL da solução etanólica, adicionou-se 5,0 mL de clorofórmio e agitou-se. Foi deixado em repouso por 15 minutos, recolheu-se a fase clorofórmica e dividiu-a em dois tubos de ensaio, onde no primeiro tubo, colocou-se 1,0 mL de solução aquosa de NaOH a 5%.

Aqueles que resultaram em coloração roxa em fase aquosa indicaram a presença de antraquinonas (Reação de Borntraeger).

Análise de dados

Os dados de herbivoria foram analisados com o teste ANOVA para medidas repetidas e a dureza foliar com ANOVA para amostras independentes, para as duas análises foi realizado um teste a posteriori de Tukey. Os dados de dureza foliar foram transformados em logaritmo natural. Todos os testes foram realizados com uma significância de 5% e no software R, versão 3.1.1 (R Core Team 2014). Para as análises de comparação da herbivoria entre as espécies foram utilizados os dados coletados de janeiro a maio de 2013, uma vez que até esse período todas as espécies ainda apresentavam folhas.

RESULTADOS

A herbivoria média nas espécies de plantas de Caatinga estudada foi de 0,98 ($\pm 0,42$). A intensidade de herbivoria variou entre as espécies (Tabela 1) e esta variação apresentou diferença significativa ($F = 39,37$; $gl = 5$ e 114 ; $p < 0,001$). *P. ternatus* apresentou os maiores valores de herbivoria e as espécies de *Eugenia* os menores (Fig. 1).

Tabela 1. Herbivoria e dureza foliar (média \pm desvio padrão e $N = 20$) para seis espécies de plantas da Caatinga do sudoeste baiano, nordeste do Brasil.

Espécie	Nome regional	Índice de herbivoria	Dureza foliar (kg/cm²)
<i>Handroanthus spongiosus</i>	Pau d'arco	1,14 ($\pm 0,47$)	0,37 ($\pm 0,11$)
<i>Tabebuia roseoalba</i>	Caráíba	1,23 ($\pm 0,56$)	0,27 ($\pm 0,13$)
<i>Dalbergia cearensis</i>	Bastião de arruda	0,99 ($\pm 0,71$)	0,39 ($\pm 0,23$)
<i>Pterocarpus ternatus</i>	Pau-sangue	1,64 ($\pm 0,58$)	1,00 ($\pm 0,36$)
<i>Eugenia pistaciifolia</i>	Cambuí	0,47 ($\pm 0,32$)	1,32 ($\pm 0,49$)
<i>Eugenia rigida</i>	Jabutí, Guardiã de orvalho	0,42 ($\pm 0,28$)	1,28 ($\pm 0,42$)

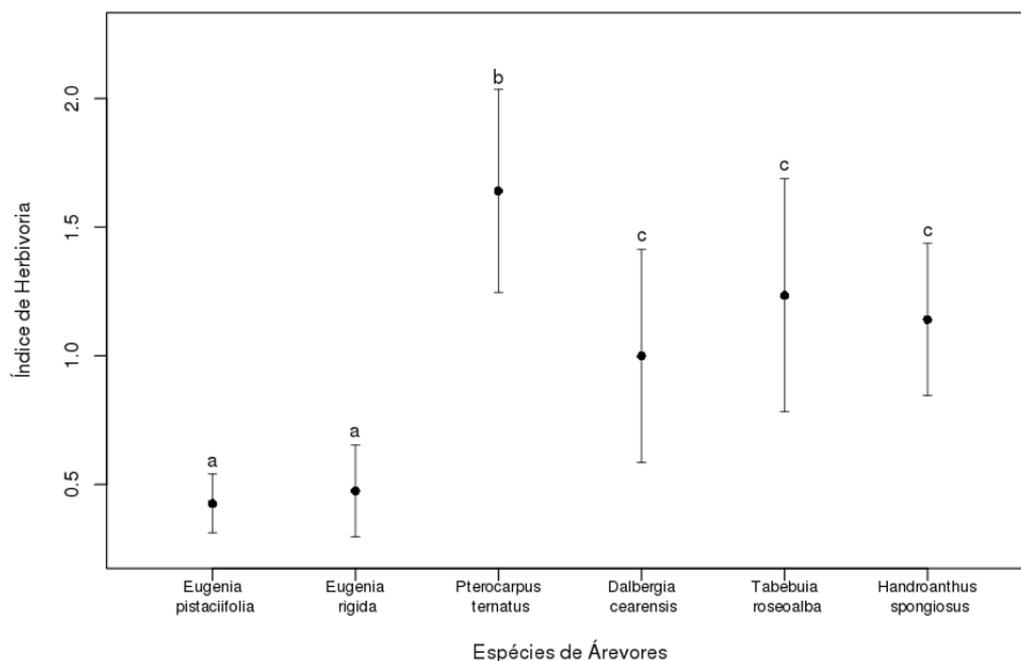


Figura 1. Índice de herbivoria (média \pm d.p. e N = 20) de Dirzo e Domingues (1995) para seis espécies de plantas de Caatinga para o período de janeiro a maio de 2013. Letras diferentes significam resultados estatisticamente significativos.

A abscisão foliar mensal das espécies estudadas ocorreu gradativamente durante os 12 meses em *H. spongiosus*, *T. roseoalba*, *D. cearensis* e *P. ternatus*, sendo portanto, classificadas como espécies decíduas. No mês de outubro de 2013 nenhum indivíduo destas espécies ainda apresentava folhas (Fig. 2). As espécies *E. pistaciifolia* e *E. rigida* não perderam totalmente as folhas no período de estudo e foram classificadas como perenes (Fig. 2). No mês de novembro, cerca de um mês após o início das chuvas na região, todos os indivíduos das espécies decíduas apresentaram folhas novamente.

Tricomas foram encontrados apenas na espécie *H. spongiosus*, enquanto espinhos não foram encontrados em nenhuma espécie. A dureza foliar foi diferente entre as espécies ($F = 77,34$; $gl = 5$ e 111 ; $p < 0,001$; Fig. 3). As espécies de *Eugenia* e *P. ternatus* apresentaram maiores valores de dureza foliar, enquanto que *D. cearensis* apresentou valores intermediários comparados as duas espécies de Bignoniaceae (Fig. 3).

Alcalóides e saponinas foram os compostos secundários encontrados em todas as espécies estudadas. Contudo, flavonóides foram encontrados apenas em *H. spongiosus*, *D. cearensis*, *P. ternatus* e *E. rigida*.

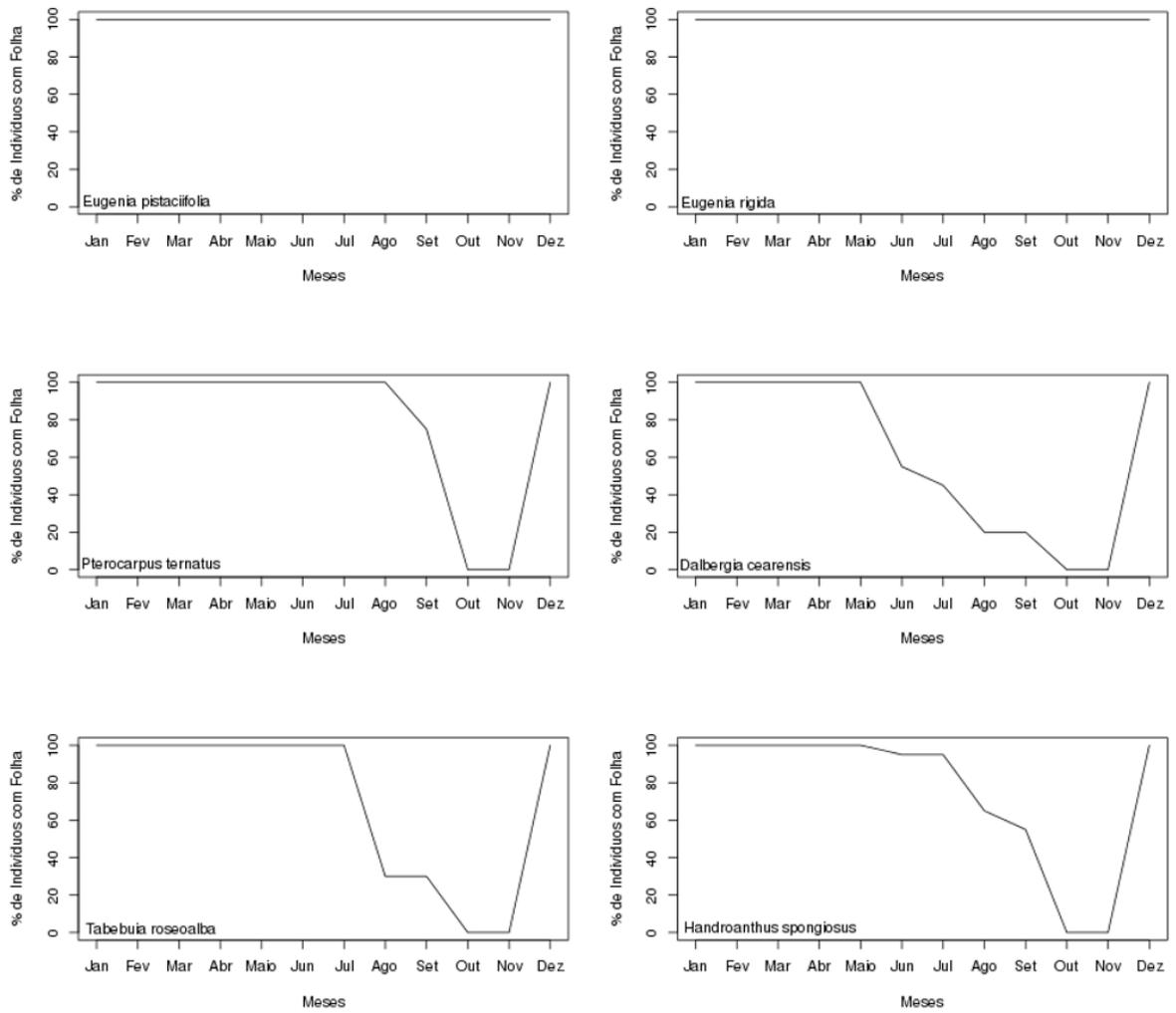


Figura 2. Representação da presença e ausência (média) de folhas em 20 indivíduos de seis espécies de plantas de Caatinga no período de janeiro a dezembro de 2013.

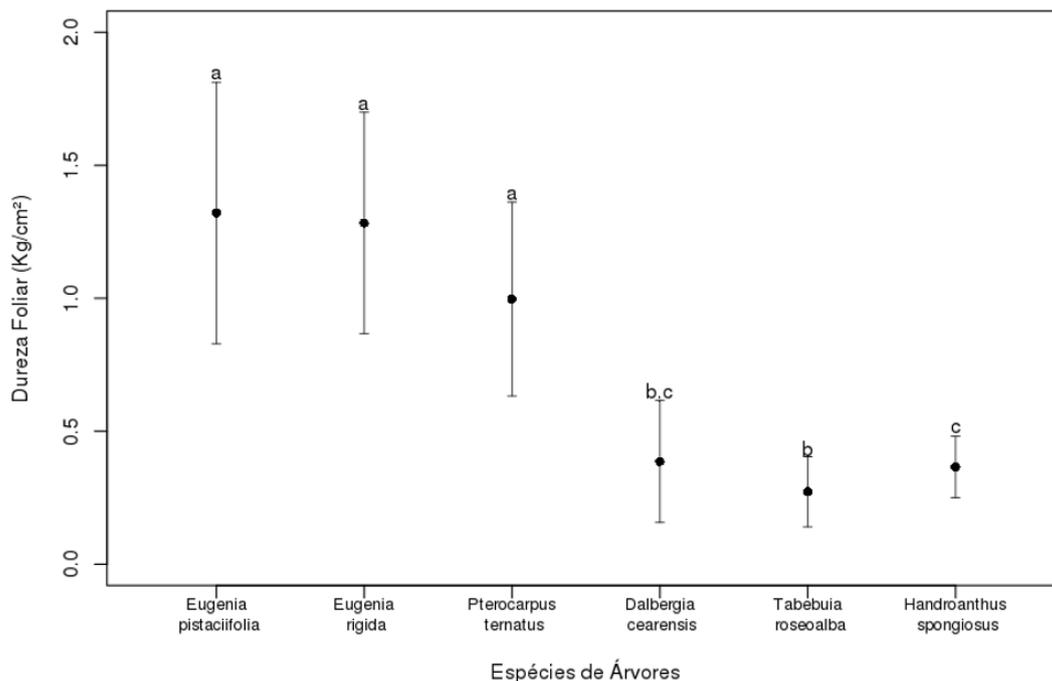


Figura 3. Média e desvio padrão da dureza foliar (kg/cm^2) de seis espécies de plantas de Caatinga. Letras diferentes significam resultados significativos.

DISCUSSÃO

Nosso estudo demonstrou que a perda de área foliar pela herbivoria nas espécies estudadas foi baixa. Esse resultado provavelmente é reflexo de trocas foliares promovidas pelas plantas durante o período de estudo, as quais por abscisão perderiam as folhas danificadas e produziriam novas. Essa estratégia é comum em espécies decíduas, e representa uma adaptação vegetativa para diminuir a perda de água, carbono e nutrientes, e aumentar a sobrevivência dos indivíduos em períodos com condições desfavoráveis e a capacidade fotossintética em estações favoráveis (Reich & Borchert 1984, Mohr & Schopfer 1995). A abscisão foliar também tem sido reconhecida como uma importante estratégia como defesa contra herbivoria (Karban 2007).

Das espécies estudadas apenas duas possuíam registro sobre deciduidade. *D. cearensis* já havia sido descrita como decídua por Nogueira *et al.* (2013). Pezzini *et al.* (2008) registraram a queda foliar total de *H. spongiosus* na estação seca de junho a outubro em Manga, Minas Gerais. Na Caatinga, a maioria das espécies são decíduas (Barbosa *et al.* 2003, Amorim *et al.* 2009) e essa característica de deciduidade reflete o padrão para florestas

tropicais sazonais, em que apenas 1,1 a 9,7% das espécies são perenifólias (Dirzo & Boege 2008).

O padrão de herbivoria foi 2,7 vezes maior nas espécies decíduas do que nas espécies perenes, valor semelhante ao descrito por Dirzo & Boege (2008) como padrão para a herbivoria em florestas secas. De acordo com Coley & Barone (1996) e Dirzo & Boege (2008), a herbivoria em espécies decíduas é maior do que em perenes, pois estas apresentam menos defesas mecânicas e químicas que atuam como repelentes ou teriam efeito tóxico nos herbívoros. Este padrão pode estar ocorrendo na área de estudo, porém, não podemos fazer generalizações apenas com os resultados demonstrados aqui, uma vez que todas as espécies perenifólias estudadas são da família Myrtaceae e segundo Dirzo & Boege (2008) a inércia evolutiva também pode interferir no padrão de herbivoria em florestas secas.

Em nosso estudo, as duas espécies com maior e menor herbivoria não apresentaram tricomas ou espinhos. Adicionalmente, as duas espécies com menor herbivoria apresentaram as maiores médias de dureza foliar. Dessa forma, é possível supor que, a principal defesa mecânica contra herbivoria para as espécies estudadas seja o aumento da esclerofilia, uma vez que a intensidade de herbivoria nas espécies parece independe da presença de tricomas e espinhos. Plantas com maior dureza foliar, ou seja, com maior deposição cuticular celular, além de diminuir a evapotranspiração da planta, importante estratégia para proteção contra estresse hídrico, altera a textura das folhas, tornando-as mais rígidas, dificultando a penetração dos aparelhos bucais e a digestão por herbívoros, além de fechar possíveis portas de entradas para patógenos (Lucas *et al.* 2000, Schoonhoven *et al.* 2005; Angelo & Dalmolin 2007, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013).

Como todas as espécies apresentaram alcalóides e saponinas, e mesmo as que possuíam flavonóides tiveram diferentes intensidades de herbivoria, é razoável supor que os compostos secundários encontrados nas plantas em nosso estudo não estejam envolvidos com a defesa contra herbivoria. De fato, nem todos os compostos do metabolismo secundário vegetal são utilizados como defesa anti-herbívoro. Por exemplo, a presença de alcalóides e flavonóides em plantas pode apresentar função de camada protetora, as saponinas podem ser utilizadas como antibiótico (Aoyama & Labinas 2012, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013) e os flavonóides também estão envolvidos principalmente na sinalização entre plantas e seus polinizadores (Carvalho *et al.* 2004, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013).

Embora a presença de defesas mecânicas e químicas possam diminuir a herbivoria em muitas espécies, esse padrão nem sempre é encontrado. Por exemplo, Oliveira *et al.* (2012)

não encontraram relação entre a dureza foliar e a presença de compostos fenólicos com o dano por herbivoria foliar em *H. spongiosus*. Madeira *et al.* (1998), também não encontraram relação entre esclerofilia e presença de taninos com a herbivoria de *Chamaecrista linearifolia*. Essa ausência de padrão na relação entre a perda de área foliar por herbivoria e características físicas e químicas das plantas pode ser resultado da grande variabilidade de estratégias co-evolutivas entre herbívoros e suas plantas preferidas (Schoonhoven *et al.* 2005, Braga *et al.* 2007, Dirzo & Boege 2008, Pereira *et al.* 2009, Oliveira *et al.* 2012, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013, Leal *et al.* 2014) e não apenas da presença ou ausência de tipos específicos de defesas mecânicas ou químicas.

Todas as plantas diferem em seu nível de aparência exibindo diferentes características de defesa ao ataque dos herbívoros (Madeira *et al.* 1998, Lucas *et al.* 2000, Schoonhoven *et al.* 2005, Dirzo & Boege 2008, Oliveira *et al.* 2012, Fürstenberg-Hägg *et al.* 2013). Nossos resultados mostraram que a herbivoria nas espécies vegetais de Caatinga estudadas é baixa e com menor intensidade em espécies decíduas e com maior dureza foliar. Contudo, mais estudos são necessários, com ampliação da avaliação química e a dureza foliar em outras espécies vegetais, considerando a inércia evolutiva dos táxons, de modo a verificar se o padrão de herbivoria observado aqui pode ser generalizado para as plantas da Caatinga, ou até mesmo para Florestas Secas Tropicais.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela bolsa de Mestrado de ACPD. Ao ICMBIO pelo apoio logístico e autorização para a coleta de dados na Floresta Nacional Contendas do Sincorá- FLONA (Licença número 29146-1). À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pelo apoio logístico. Ao Herbário do Campus de Jequié da UESB pelo auxílio na identificação das plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A herbivoria da Caatinga tem se mostrado extremamente importante sob o ponto de vista evolutivo. Nesse trabalho obtivemos resultados que demonstram um maior interesse dos herbívoros em consumir folhas de espécies decíduas do que de espécies perenes. Alguns estudos sobre essa questão foram desenvolvidos em regiões temperadas, mas a divergência climática e ecológica entre trópicos e zonas temperadas abrangem diferentes níveis de respostas que não serão compreendidas por pura e simples extrapolação. Considerando que as regiões tropicais têm grande probabilidades de serem afetadas negativamente diante do aquecimento global (Beniston et al. 1995), surge a necessidade de investimento em pesquisa desta escala nos trópicos, particularmente em ecossistemas áridos ou semiáridos.

De acordo com os resultados apresentados, observa-se que as folhas das espécies perenes são bem mais defendidas mecanicamente do que as folhas de espécies decíduas como maior dureza foliar fatores que provavelmente contribuíram para o baixo índice de herbivoria das folhas das espécies perenes.

Sugere-se que outros estudos busquem testar a hipótese de Dirzo & Boege (2008) que afirma que plantas decíduas sofrem com mais intensidade de herbivoria do que plantas perenes em regiões áridas e assim dar-se-á continuidade às pesquisas para que informações mais conclusivas sobre herbivoria nessas regiões sejam obtidas.

REFERÊNCIAS

- AERTS, R. 1995. The advantages of being evergreen. *Trends in Ecology & Evolution*, 10: 402-407.
- AMORIM, I.L.; SAMPAIO, E.V.S.B. & ARAÚJO, E.L. 2009. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó-RN. *Revista Árvore*, 33: 491-499.
- ANGELO, A.C. & DALMOLIN, A. 2007. Interações Herbívoro-Planta e suas Implicações para o Controle Biológico: Que tipos de inimigos naturais procurar? In: PEDROSA-MACEDO, J.H., DALMOLIN, A. & SMITH, C.W. (Eds.). *O Araçazeiro: Ecologia e Controle Biológico*. Curitiba: FUPEF. p. 71-91.
- AOYAMA, E.M. & LABINAS, A.M. 2012. Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. *Enciclopédia Biosfera*, 8: 365-386.
- BARBOSA, D.C.A., BARBOSA, M.C.A. & LIMA, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: LEAL, I.R, TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. (Eds.). *Ecologia e conservação da caatinga*. Recife: Editora Universitária da UFPE. p. 657-693.
- BIANCHINI, E. & SANTOS, F.A.M. 2005. Herbivoria foliar em *Chrysophyllum gonocarpum* (Sapotaceae) no Parque Estadual Mata dos Godoy. *Maringá*, 27: 285-290.
- BRAGA, D.V., CASTELO-BRANCO, B. & ALMEIDA-CORTEZ, J. 2007. A intensidade luminosa influencia os diferentes tipos de herbivoria em *Miconia prasina* (SW.) DC. *Revista Brasileira de Biociências*, 5: 564-566.
- BRASIL. 2006. *Plano de manejo Floresta Nacional Contendas do Sincorá*. Informações gerais sobre a Floresta Nacional. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, IBAMA. Volume 1. 90 p.
- CARVALHO, J.C.T., GOSMANN, G. & SCHENKEL, E.P. 2004. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C.M.O., SCHENKEL, E.P., GOSMANN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A. & PETROVICK, P.R. (Eds.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, Florianópolis: Editora da UFSC. p. 519-535.
- COELHO, M.S., BELMIRO, M.S., SANTOS, J.C. & FERNANDES, G.W. 2012. Herbivory among habitats on the Neotropical tree *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. in a seasonally deciduous forest. *Brazilian Journal of Biology*, 72: 453-457.

- COLEY, P.D. & BARONE, J.A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 305-335.
- DIRZO, R. & BOEGE, K. 2008. Patterns of herbivory and defence in tropical dry and rain forest. In: CARSON, W.P. & SCHNITZER, S.A. (Eds.). *Tropical forest community ecology*. Chichester: Wiley-Blackwell. p. 63-78.
- DIRZO, R. & DOMÍNGUEZ, C.A. 1995. Plant-herbivore interactions in mesoamerican tropical dry forest. In: BULLOCK, S.H., MOONEY, Y.A. & MEDINA, E. (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 304-325.
- FÜRSTENBERG-HÄGG, J., ZAGROBELNY, M. & BAK, S. 2013. Plant Defense against Insect Herbivores. *International Journal of Molecular Sciences*, 14: 10242-10297.
- KARBAN, R. 2007. Deciduous leaf drop reduces insect herbivory. *Oecologia*, 153: 81–88.
- KOST, C., TREMMEL, M. & WIRTH, R. 2011. Do Leaf Cutting Ants Cut Undetected? Testing the Effect of Ant-Induced Plant Defences on Foraging Decisions in *Atta colombica*. *Plos One*, 6: 1-8.
- LEAL, I.R., WIRTH, R. & TABARELLI, M. 2014. The multiple impacts of leaf-cutting ants and their novel ecological role in human-modified neotropical forests. *Biotropica*, 46: 516-528.
- LIMA, P.C.F. & LIMA, J.L.S. 1998. Composição florística e fitossociologia de uma área de caatinga em Contendas do Sincorá, microrregião homogênea da Chapada Diamantina. *Acta Botanica Brasilica*, 12: 441-450.
- LUCAS, P.W., TURNER, I.M., DOMINY, N.J. & YAMASHITA, N. 2000. Mechanical defences to herbivory. *Annals of Botany*, 86: 913-920.
- MADEIRA, J.A., RIBEIRO, K.T. & FERNANDES, G.W. 1998. Herbivory, tannins and sclerophylly in *Chamaecrista linearifolia* (Fabaceae) along an altitudinal gradient. *Brazilian Journal of Ecology*, 2: 1-10.
- MAGALHÃES, N., FERREIRA, L.B., LEITÃO, G. & MANTOVANI, A. 2012. Effects of leaf herbivory on the bromeliad *Aechmea blanchetiana*: a study of selective feeding by the scraper *Acentroptera pulchella*. *Acta Botanica Brasilica*, 26: 944-952.
- MARIN, D. & MEDINA, E. 1981. Duración foliar, contenido de nutrientes, esclerofilía, de arboles de un bosque mui seco tropical. *Acta Científica Venezolana*, 32: 508-514.
- MOHR, H. & SCHOPFER, P. 1995. *Plant Physiology*. Berlin: Springer Verlag. 629 p.

- MUMM, R., POSTHUMUS, M.A. & DICKE, M. 2008. Significance of terpenoids in induced indirect plant defence against herbivorous arthropods. *Plant, Cell and Environment*, 31: 575-585.
- NOGUEIRA, F.C.B., PACHECO-FILHO, A.J.S., GALLÃO, M.I., BEZERRA, A.M.E. & MEDEIROS-FILHO, S. 2013. Fenologia de *Dalbergia cearensis* Ducke (Fabaceae) em um fragmento de floresta estacional, no semiárido do nordeste do Brasil. *Revista Árvore*, 37: 657-667.
- OLIVEIRA, K.N., ESPIRITO, M.M.S., SILVA, J.O. & MELO, G.A. 2012. Ontogenetic and Temporal Variations in Herbivory and Defense of *Handroanthus spongiosus* (Bignoniaceae) in a Brazilian Tropical Dry Forest. *Environmental Entomology*, 41: 541-550.
- PAULA, M.D., OLIVEIRA, M.D., SANTOS, C.I.R. & ALMEIDA-CORTEZ, J. 2011. Herbivory Rate on Woody Species of the Caatinga and NDVI as Indicators of Plant Stress. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 4: 909-921.
- PEREIRA, A.I.A., CURVÊLO, C.R.S., GUERRA, A.M.N.M., ANDRADE, G.S. & ZANÚNCIO, J.C. 2009. *Eucalyptus cloeziana* as a new host to *Hylesia paulex* (LEPIDOPTERA: SATURNIIDAE) in southeast Brazil. *Revista Caatinga*, 22: 01-05.
- PEZZINI, F.F., BRANDÃO, D., RANIERI, B.D., ESPÍRITO-SANTO, M.M., JACOBI, C.M. & FERNANDES, G.W. 2008. Polinização, dispersão de sementes e fenologia de espécies arbóreas no Parque Estadual da Mata Seca. In: *Parque Estadual de Mata Seca: Ecologia, ocupação humana do entorno e conservação*. Belo Horizonte: MG Biota, Boletim técnico científico da diretoria de biodiversidade do Instituto Estadual de Florestas - MG. Volume 1. p. 37-45.
- R CORE TEAM. 2014. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. URL: <http://www.r-project.org/>
- REICH, P.B. & BORCHERT, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 72: 61-74.
- RIBEIRO, V.A., SILVA, R.N., SOUSA-SOUTO, L. & NEVES, F.S. 2013. Fluctuating asymmetry of and herbivory on *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (Fabaceae) in pasture and secondary tropical dry forest. *Acta Botanica Brasilica*, 27: 21-25.
- SCHOONHOVEN, L.M., VAN LOON, J.J.A. & DICKE, M. 2005. *Insect Plant Biology*. Oxford: Oxford University Press. 440 p.

ANEXO

DIRETRIZES PARA OS AUTORES

Versão atual, deste documento, disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/public/diretrizes.pdf>

Sumário do Processo de Submissão

Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores, em português, inglês ou espanhol. Para facilitar a rápida publicação e minimizar os custos administrativos, a revista brasileira de biociências aceitará somente submissões on-line. Não envie documentos impressos pelo correio. O processo é compatível com os navegadores Internet Explorer versão 3.0 ou superior, Netscape Navigator e Mozilla Firefox. Outros navegadores não foram testados.

O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e em todo o acompanhamento do processo de avaliação.

Figuras e tabelas deverão ser organizadas em arquivos submetidos separadamente, como documentos suplementares. Documentos suplementares de qualquer outro tipo, como filmes, animações, ou arquivos de dados originais, podem ser submetidos como parte da publicação.

Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de **Cadastro** e registre-se, criando um 'login' e 'senha'. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em 'Esqueceu sua senha'.

Você verá que o processo de submissão on-line é fácil e auto-explicativo. São apenas 5 (cinco) passos.

Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de **Cadastro** e registre-se, criando um 'login' e 'senha'. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em 'Esqueceu sua senha'.

Você verá que o processo de submissão on-line é fácil e auto-explicativo. São apenas 5 (cinco) passos.

Se você tiver problemas de acesso ao sistema, cadastro ou envio de trabalhos, por favor, entre em contato com o nosso **Suporte Técnico**.

Custos de Publicação

Os autores não terão nenhuma despesa para a publicação dos seus trabalhos. Figuras e gráficos coloridos também são livres de despesas (ver adiante).

Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe® PDF (Portable Document Format). Os autores não receberão cópias impressas do seu manuscrito publicado.

Publicação e Processo de Avaliação

Durante o processo de submissão, será solicitado que os autores enviem uma carta de submissão, explicando o porquê de publicar na Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância

científica do mesmo.

Os manuscritos serão enviados para avaliadores, a menos que não se enquadrem no escopo da Revista. Antes de serem submetidos para consultores especializados, os trabalhos são avaliados pelo Editor-Chefe, o qual decide se o trabalho recebido é de suficiente relevância para a Revista Brasileira de Biociências. Os trabalhos serão sempre avaliados por dois especialistas que terão a tarefa de fornecer um parecer, tão logo quanto possível. Um terceiro avaliador poderá ser consultado caso seja necessário. Os avaliadores não serão obrigados a assinar os seus relatórios de avaliação.

Uma "carta de submissão", explicando o motivo de publicar em nossa Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo, deverá ser digitada no campo "comentários ao editor", durante o processo de submissão eletrônica. Caso os autores decidam enviar uma versão assinada (em formato DOC ou PDF, por exemplo), a Carta de submissão pode ser enviada na forma de documento suplementar, separadamente.

Os autores deverão fornecer informações de contato detalhado (e-mail) de pelo menos quatro potenciais revisores para o seu trabalho. Estas informações deverão ser digitadas, também, no campo "Comentários ao Editor", durante a submissão, logo após a "Carta de submissão". Os potenciais revisores deverão ser especialistas na área de concentração do trabalho

Os autores deverão fornecer informações de contato detalhado (e-mail) de pelo menos quatro potenciais revisores para o seu trabalho. Estas informações deverão ser digitadas, também, no campo "Comentários ao Editor", durante a submissão, logo após a "Carta de submissão". Os potenciais revisores deverão ser especialistas na área de concentração do trabalho enviado. Qualquer um dos revisores sugeridos não deverá ter publicado qualquer trabalho com os autores nos últimos cinco (5) anos, nem ser membro da mesma instituição. Revisores sugeridos serão considerados revisores em potencial de acordo com a análise e recomendação dos Editores.

Desde que um manuscrito é avaliado, aceito, revisado e editorado, ele é imediatamente publicado na edição corrente da Revista Brasileira de Biociências, em formato PDF. Todos os autores têm a capacidade de acompanhar o progresso de submissão do seu trabalho no sistema a qualquer tempo, desde que esteja logado no sistema da revista.

Preparando os Arquivos

Os textos deverão ser formatados em uma coluna, usando a fonte **times New roman**, tamanho 12, com espaçamento duplo e todas as margens com uma polegada (2,54 cm), em formato de papel A4. Todas as páginas devem ser numeradas sequencialmente. Não numere as linhas. O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC (versão 2 ou superior). Arquivos

em formato RTF também serão aceitos. **Não submeta arquivos em formato adobe® Pdf.**

O arquivo que contém o texto principal do manuscrito não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela. **estas deverão ser submetidas como documentos suplementares, separadamente.**

Ao submeter um manuscrito, o autor responsável pela submissão deverá optar por uma das seguintes seções: 'Artigo completo', 'Revisão' ou 'Nota científica'.

Todos os trabalhos submetidos no envio on-line deverão subdivididos nas seguintes seções:

1. documento Principal:

Primeira página. Deverá conter as seguintes informações:

- Título do trabalho, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações.
- Nome completo e por extenso do(s) autor(es), com iniciais em maiúsculo.
- Título abreviado do trabalho, com até 75 caracteres (incluindo espaços).
- afiliações e endereço completo de todos os autores (instituição financiadora (auxílio ou bolsas), deverá constar nos Agradecimentos).
- Autor para contato e respectivo e-mail (apenas o autor para contato deverá fornecer um e-mail).

Segunda página. Deverá conter as seguintes informações:

a) **Resumo:** incluir o título do trabalho em português, quando o trabalho for escrito em inglês.

b) **Abstract:** incluir o título do trabalho em inglês, quando o texto for em português.

Tanto Resumo como Abstract deverão conter, no máximo, 250 (duzentos e cinquenta) palavras, estrutura dos em apresentação, contendo o contexto e proposta do estudo, resultados e conclusões (por favor, omita os títulos).

c) **Palavras-chave e key words** para indexação: no máximo cinco, não devendo incluir palavras do título.

Páginas subsequentes. 'Artigos completos' e 'Notas científicas' deverão estar estruturados em **introdução, material e métodos, resultados, discussão (resultados e discussão podendo ser reunidos), agradecimentos e referências**, seguidos de uma lista completa das **legendas das figuras e tabelas** (se forem submetidas como documentos suplementares).

2. documentos Suplementares:

Figuras e tabelas. Todas as imagens (ilustrações, fotografias, fotomicrografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas 'figuras'. **Figuras e tabelas devem ser fornecidos como arquivos separados (documentos suplementares), nunca incluídos no texto do documento principal.** Figuras coloridas serão permitidas e os editores estimulam que os autores assim o façam. **Não haverá cobrança de custos adicionais para figuras a cores**, já que a impressão das mesmas (quando houver) será sempre feita em preto e branco

A Revista Brasileira de Biociências não aceitará **figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo rar ou Zip.** Se as figuras no formato TIFF são um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, os autores podem convertê-las para o formato JPEG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a compressão no formato JPEG pode causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPEG sejam salvos nas qualidades 'Alta' (High) ou 'Máxima' (Maximum).

Não forneça imagens em arquivos microsoft® PowerPoint (geralmente geradas com baixa resolução), nem embebidas em arquivos do microsoft Word (doc). Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF também não serão aceitas. **a submissão será arquivada se conter figuras em arquivos DOC, Pdf ou Ppt.**

Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas de espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração. Se a figura consiste de diversas partes separadas, é importante que uma simples figura seja submetida, contendo todas as partes da figura.

Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores apropriados e devem fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe® Photoshop, por exemplo), sendo **posicionadas no canto inferior esquerdo de cada figura.**

Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIFF ou JPG. Para fotografias (em preto e branco ou coloridas), fotomicrografias ou eletromicrografias, forneça imagens em TIFF ou JPG, com pelo menos, 300 dpi. **atenção!** Como na editoração final dos manuscritos o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura mínima das figuras deve ser **2000 pixels**. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura mínima das figuras (para 300 dpi), deve ser pelo menos **1000 pixels**. **Submissões de figuras fora destas características (larguras mínimas em pixels) serão imediatamente arquivadas.**

As imagens que não contêm cor devem ser salvas como 'grayscale', sem qualquer tipo de camada ('layer'), como as geradas no Adobe® Photoshop, por exemplo (estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIFF e JPG).

Os tipos de fontes nos textos das figuras deverão ser Arial ou Helvetica. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) devem ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas como uso de um editor de imagens (Adobe® Photoshop, por exemplo). **Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como "caixas de texto" do microsoft® Word.**

Recomenda-se a criação de uma única estampa, contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 170 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 257

mm (página inteira). A letra indicadora de cada figura deve estar posicionada no canto inferior direito. Inclua "A" e "B" (sempre em maiúsculas, não "a", "b") para distingui-las colocando, na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B, e assim por diante.

Não envie figuras com legendas inseridas na base das mesmas. As legendas das figuras deverão ser enviadas no final do documento principal, imediatamente após as Referências.

Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras. Se houver composição de figuras (Figs 1A, 1B, etc.), use cerca de 1 mm (12 pixels para uma figura com largura de 2000 pixels) de espaço em branco entre cada figura.

É responsabilidade dos autores obter a permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente publicadas.

Para cada figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações: número da figura (em ordem numérica, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie) e a legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços).

Cada tabela deverá ser numerada sequencialmente, com números arábicos (Tabela 1, 2, 3, etc; não abrevie). O título das tabelas deverá estar acima das mesmas. Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas ("tabela") do Microsoft® Word. Colunas e linhas da tabela devem ser visíveis, optando-se por usar linhas pretas que serão removidas no processo de edição final. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cor nas tabelas.

Dados mais extensos podem ser enviados como arquivos suplementares, mas que não estarão disponíveis no próprio artigo, mas como links para consulta pelo público.

NORMAS GERAIS

Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em itálico. As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Escrever os números até dez por extenso, a menos que sejam seguidos de unidade de medida, ou indiquem numeração de figuras e tabelas. **utilize um espaço para separar as unidades de medidas dos valores (10 m, por exemplo).** A unidade de temperatura em graus Celsius deve ser escrito com um espaçamento entre o valor numérico (23 °C, por exemplo).

A posição preferencial de cada figura ou tabela não deverá ser indicada no texto. Isso ficará a critério do editor, durante a editoração. **Sempre verifique que as figuras e tabelas estejam citadas no texto.** No texto, use abreviaturas (Fig. 1 e Tab. 1, por exemplo). Evitar notas de rodapé. Se necessárias, utilizar numeração arábica em sequência.

As citações de autores no texto deverá seguir os seguintes exemplos: Baptista (1977), Souza & Barcelos (1990), Porto *et al.* (1979) e (Smith 1990, Santos *et al.*

1995). Citar o(s) autor(es) das espécies só a primeira vez em que as mesmas forem referidas no texto. Citações de resumos de simpósios, encontros ou congressos deverão ser evitadas. Use-as somente se for absolutamente necessário. Comunicações pessoais não deverão ser incluídas na lista de Referências, mas poderão ser citadas no texto. A obtenção da permissão para citar comunicações pessoais e dados não publicados é de exclusiva responsabilidade dos autores. Abreviatura de periódicos científicos deverá seguir o Index Medicus/MEDLINE. Citações, nas Referências, deverão conter todos os nomes dos autores (não use *et al.*)

As referências deverão seguir **rigorosamente** os seguintes exemplos:

artigos publicados em periódicos:

BONGERS, F., POPMA, J., MEAVE, J. & CARABIAS, J. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio*, 74: 55-80.

QUADRA, A. A. & AMÂNCIO, A. A. 1978. A formação de recursos humanos para a saúde. *Ciência e Cultura*, 30(12): 1422-1426.

ZANIN, A., MUJICA-SALLES, J. & LONGHI-WAGNER, H. M. 1992. Gramineae: Tribo Stipeae. *Bol. Inst. Biocienc.* 51: 1-174. (Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul, 22).

livros publicados por editoras:

CLEMENT, S. & SHELFORD, V. E. 1960. *Bio-ecology: an introduction*. 2nd ed. New York: J. Wiley. 425 p.

LOWE-MCCONNELL, R. H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge: Cambridge University Press. 382 p.

capítulos de livro:

CEULEMANS, R. & SAUGIER, B. 1993. Photosynthesis. In: RAGHAVENDRA, A. S. (Ed.). *Physiology of Trees*. New York: John Wiley & Sons. p. 21-50.

NAKATANI, K., BAUMGARTNER, G. & CAVICCHIOLI, M. 1997. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: VAZZOLER, A. E. A. M., AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. (Eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM. p. 281-306.

anais de encontros, congressos, etc.:

CARNEIRO, F. G. 1997. Numerais em esfero-cristais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 49, 1997, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Ed. da UFMG. 1 CD-ROM.

SANTOS, R. P. & MARIATH, J. E. A. 2000. Embriologia de *Ilex paraguayensis* A. St. Hil.: estudo da antera e grão de pólen e sua aplicação no melhoramento. In: WINGE, H. (Org.). CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 2., 2000, Encantado, RS e REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, 3., 2000, Encantado, RS. *Anais...* Porto Alegre: UFRGS/FEPAGRO. p. 140-142.

dissertações de mestrado, doutorado.

DILLENBURG, L. R. 1986. *Estudo fitossociológico do estrato arbóreo da mata arenosa de restinga em Emboaba, RS*, 106 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

Links de páginas disponíveis na internet:

POLÍTICA. 1998. In: DICIONÁRIO da língua portuguesa. Lisboa: Priberam Informática. Disponível em: <<http://www.priberam.pt/Dicionarios/dlp.htm>>. Acesso em: 8 mar. 1999.

THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX. 2012. Disponível em: <<http://www.ipni.org>>. Acesso em: 26 ago. 2012.

Para documentos com DOI® (Digital Object Identifier) conhecido, seguir o exemplo abaixo (não usar “disponível em: <...> acesso em: <...>”):

SANTOS, R.P., MARIATH, J.E.A. & HESSE, M. 2003. Pollenkit formation in *Ilex paraguariensis*, A. St Hil. (Aquifoliaceae). *Plant Syst. Evol.*, 237: 185-198. <<http://dx.doi.org/10.1007/s00606-002-0257-2>>

Em trabalhos de taxonomia vegetal e florística, as seguintes normas específicas deverão ser observadas:

1. *Chaves de identificação*: dicotômicas, indentadas, utilizando alternativas 1-1'. Os táxons devem ser numerados em ordem alfabética, dentro de sua categoria taxonômica e na ordem em que aparecerão no texto.
2. *As descrições* devem ser sucintas e uniformes.
3. *Autores de nomes científicos* devem ser citados de forma abreviada, de acordo com Brummit & Powell (1992).

4. *Citações e abreviaturas das Opus Princeps* devem seguir Stafleu *et al.* (1976-1988). No caso de periódicos, seguir Bridson & Smith (1991). Como alternativa, seguir o *International Plant Names Index* (IPNI - <http://www.ipni.org/index.html>), onde as citações seguem as obras mencionadas acima.

5. *Índice de nomes científicos citados no manuscrito*: no caso de monografias, o índice deve relacionar, em ordem alfabética, os táxons abaixo do nível de gênero, sem os autores, colocando em **negrito** a página onde inicia a descrição do táxon. Os nomes válidos devem ser citados em letra normal e os sinônimos em *itálico*.

6. Incluir a lista de exsicatas apresentadas no manuscrito: *Schultz, A. : 12* (2.8-ICN), *25* (2.9-BLA, ICN) 12 e 25=números do coletor.

2.8=2 número do gênero e 8 número da espécie, no trabalho.

ICN=sigla do herbário onde está depositado o espécime citado.

Caso o trabalho trate apenas de um gênero: *Schultz, A. : 110* (3-ICN)

3=número da espécie.

No caso de dois ou mais coletores, citar apenas o primeiro.

Se o coletor não tiver número de coleta:

Barreto, I.L. : BLA 1325 (número do gênero e espécie, ou só o número da espécie).

7. *Material examinado*: deverá ser citado apenas material selecionado, um exemplar por município. Se a relação de material selecionado for muito extensa (ouse o autor não julgar necessário), citar todos os municípios. De modo a demonstrar a distribuição geográfica do táxon e não ultrapassar o número de páginas previstas, deverão ser citados apenas um ou poucos exemplares por região fisiográfica (Fortes 1959).

Quando forem dois coletores usar o &. Mais de dois coletores, citar o primeiro e usar o *et al.* Países, estados, municípios e localidades devem ser citados em ordem alfabética.

Exemplos:

BRASIL. RIO GRANDE DO SUL: **torres**, 23 maio 1975, *L.R. Dillenburg 17* (ICN);

tupanciretã, 8 jul. 1977, *L.R.M. Baptista et al. 911* (ICN); **uruguaiana**, 25 mar. 1978;

M.L. Porto s.n. (ICN 2530); **vacaria**, 1 abr. 1975, *B. Irgang & P. Oliveira 45* (BLA, ICN).

Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul:

1. *Lupinus albus* Hook. & Arn. *Bot. Misc.* 3: 201. 1833 (Fig. 1).

Sinonímia (citar o basônimo, quando for o caso. Citar outros sinônimos somente quando for estritamente necessário para o conhecimento do táxon na área estudada).

Descrição: baseada em material do Rio Grande do Sul, em dois parágrafos, vegetativo e reprodutivo.

Distribuição geográfica: geral e no Rio Grande do Sul, esta última utilizando as regiões fisiográficas de Fortes (1959). Não devem ser utilizados mapas compostos de coleta no Rio Grande do Sul.

Habitat:

Observações:

Material selecionado: citar somente material do Rio Grande do Sul. Se necessário, por deficiência deste material, citar “material adicional examinado” de outras regiões.