

BRUNO PALKA MIRANDA

**FENOLOGIA DO COMPONENTE ARBÓREO EM FLORESTA
OMBRÓFILA Densa ALTOMONTANA, PARANÁ, BRASIL**

CURITIBA

2012

BRUNO PALKA MIRANDA

**FENOLOGIA DO COMPONENTE ARBÓREO EM FLORESTA
OMBRÓFILA Densa ALTOMONTANA, PARANÁ, BRASIL**

Projeto de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, como parte do Processo de Seleção para o curso de Mestrado de 2013.

Provável orientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

CURITIBA

2012

FENOLOGIA DO COMPONENTE ARBÓREO EM FLORESTA OMBRÓFILA DENSE ALTOMONTANA, PARANÁ, BRASIL

1 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Nome do aluno: Bruno Palka Miranda

Área temática: Conservação da Natureza

Provável orientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

2 RESUMO

No estado do Paraná, ecossistemas íntegros, com elevado grau de conservação, são raros. Estes ainda podem ser encontrados nas porções mais elevadas da Serra do Mar, em função do difícil acesso e outros componentes. Esses ambientes encontram-se inseridos da região da Mata Atlântica, considerada um *hotspot* da biodiversidade. Embora a cobertura vegetal original do estado encontre-se com valores abaixo de 5%, ações protetivas nos ecossistemas remanescentes são tomadas a fim de resguardar esses ambientes. Nesse contexto, o Parque Estadual Pico do Marumbi foi criado, através do Decreto Estadual nº 7.300, de 24 de setembro de 1990, com a finalidade de preservar a região do maciço Marumbi, proporcionar a pesquisa científica, bem como para fins de educação ambiental e lazer, fortemente caracterizado pelo montanhismo. Para subsidiar conhecimento científico acerca dos ecossistemas altomontanos do Parque, bem como das florestas de altitude no Paraná, em outras Unidades de Conservação Estaduais (Parque Estadual Pico Paraná, Parque Estadual Serra da Baitaca e Parque Estadual Serra da Graciosa). propõe-se a realização do estudo fenológico de algumas espécies características desses ambientes. A fenologia é uma atividade descritiva, que fornece informações úteis para avaliar a adaptabilidade das espécies e para se definir metas preliminares nas operações de manejo de ecossistemas. Para tal, esse projeto tem o objetivo de avaliar as fases reprodutivas e vegetativas das principais espécies arbóreas, e correlacionar estes eventos com variáveis climáticas.

3 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo descrever o comportamento fenológico de seis espécies arbóreas em uma área de Floresta Ombrófila Densa Altomontana, nos Parques Estaduais do Pico Marumbi, Pico Paraná, Serra da Baitaca e Serra da Graciosa, nos municípios de Morretes, Campina Grande do Sul, Antonina e Quatro Barras, Paraná.

3.1 Objetivos específicos

- Avaliar a fenologia vegetativa e reprodutiva das principais espécies arbóreas e características dessa fitofisionomia;
- Correlacionar os eventos fenológicos com variáveis ambientais, como precipitação, temperatura e umidade relativa.

4 JUSTIFICATIVA

Desde tempos pretéritos a natureza sofre com a ação degradante do homem. A contínua fragmentação dos ecossistemas acaba por danificar interações ecológicas que se faziam necessárias para a contínua evolução natural. Em função disto, ambientes que ainda permanecem intocados, sem interferência antrópica, ou com elevado grau de conservação, são raros. No estado do Paraná, esses ambientes ainda podem ser encontrados, por exemplo, nas florestas de altitude da Serra do Mar, que permanecem preservados, grande parte em função do difícil acesso (SCHEER; MOCOCHINSKI, 2009).

Muito embora a degradação dos ambientes altomontanos no Paraná esteja condicionada à grande atratividade turística, ela ocorre mais intensamente nas trilhas de caminhada, podendo levar à erosão. Assim, as áreas com cobertura florestal contínua nesses ambientes não são muito frequentadas (VASHCHENKO, 2012). Isso permite, com autorização dos órgãos competentes, o desenvolvimento de pesquisas, que subsidiam os planos de manejo das Unidades de Conservação (UC) existentes na região da Serra.

A região da Serra do Mar encontra-se na Mata Atlântica, considerada por Myers *et al.* (2000) um *hotspot*: áreas com maiores concentrações de espécies endêmicas, e com maiores pressões em perdas de habitat, nas quais ações conservacionistas e protetivas poderiam resguardar a riqueza de espécies dessas áreas. Conforme o autor, uma das principais áreas de *hotspot* na América do Sul é a Floresta Atlântica. Com uma área original de aproximadamente 1.300.000 km², a floresta Atlântica retêm apenas 7,5% da sua cobertura original, e ainda são localizadas 567 espécies endêmicas que, somadas às espécies dos *hotspots* do Caribe, Andes Tropical e América Central, alcançam 2% de todas as espécies em âmbito global.

Nesse contexto, a busca da conservação da natureza para assegurar a vida silvestre segue dois objetivos principais: a representatividade biológica para que as áreas possam assegurar proteção da amostra e condições para persistência das populações em longo prazo (FIGUEIREDO *et al.*, 2006¹ *apud* SAVI, 2008).

A criação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade no Brasil se deu muito antes da criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), conforme a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. A primeira unidade de conservação criada foi o Parque Nacional do Itatiaia, em 1937, e desde então, vem crescendo o esforço em resguardar ambientes minimamente conservados no país.

Em face disto, 198 especialistas brasileiros se reuniram em 2001 para o trabalho de Avaliação e Ações Prioritárias para a Mata Atlântica, visando avaliar o Bioma Mata Atlântica no país, e classificaram a Serra do Mar como sendo de “Extrema Importância Biológica” (SAVI, 2008). No Paraná, a região entre o Parque Nacional do Superagüi e o Parque Estadual Pico do Marumbi foi definida como prioritária para criação de novas unidades de conservação, de uso restrito (MMA, 2000).

Embora com a criação das UC's na região da Serra do Mar Paranaense, áreas remanescentes originais de floresta atlântica são raras (SAVI, 2008), e corresponde a menos de 5% da cobertura original, fato este que indica uma preocupação evidente com esse ambiente. Maack (1981) e Bigarella (1978) já apontavam uma vasta degradação dos ambientes serranos no Paraná, afirmando que as consequências da devastação das matas seriam no mínimo preocupantes para o futuro. Roberto Ribas Lange (1975) *apud* IAP (2000), já citava:

¹ FIGUEIREDO, W.M.B.; SILVA, J.M.C. da; SOUZA, M.A. de. Biogeografia e a Conservação da Biodiversidade. In: ROCHA, C.F.D.; BERGALHO, H.G.; SLUYS, M.V.; ALVES, M.A.S. **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos: RiMa. p. 137, 2006.

A necessidade de preservação da Serra do Mar já é problema suficientemente definido por razões de ordem técnica, científica e econômica. As características geológicas, topográficas e climáticas (temperaturas elevadas que estimulam a degradação química das rochas, as elevadas taxas pluviométricas) caracterizaram a cobertura vegetal como elemento indissociável do solo. Com a devastação da cobertura vegetal toda a Serra passa a ficar sujeita a erosão, deslizamentos, perturbação do regime hídrico que se refletem, sobretudo nas áreas vizinhas por secas, inundações e assoreamento.

A fim de subsidiar conhecimento para que as ações governamentais de conservação pudessem ser efetivadas, diversas pesquisas foram realizadas nessa tipologia florestal, entre elas, as florestas de altitude, ou matas nebulares. Porém Falkenberg e Voltolini (1995) salientaram a falta de conhecimento a respeito da diversidade de espécies e a necessidade de pesquisas biológicas básicas e inventários como pré-requisito para ações para a conservação e restauração desses ambientes. A degradação dessas florestas ainda é agravada pela sua baixa resiliência (HAMILTON *et al.* 1995).

A maior parte do conhecimento científico sobre os ecossistemas altomontanos tropicais concentra-se nas montanhas da América Central e noroeste da América do Sul. Estudos florísticos sobre tais ecossistemas podem apontar índices de diversidade, espécies novas, raras, endêmicas, indicadoras de ambientes ainda bem conservados, subsidiar estudos fitogeográficos e o fortalecimento de estratégias de conservação da diversidade biológica e da qualidade ambiental. (SCHEER; MOCOCHINSKI, 2009).

Diversos são os estudos fenológicos reportados, na Mata Atlântica, em porções topográficas mais inferiores (PEREIRA *et al.*, 2008; SANTOS, 2007; MACHADO e SEMIR, 2006; FISH *et al.*, 2000; STAGGEMEIER *et al.*, 2007; TALORA; MORELLATO, 2000; MARTIN-GAJARDO; MORELLATO, 2003; BENCKE; MORELLATO, 2002; MARQUES; OLIVEIRA, 2004) mas trabalhos em feições altomontanas são escassos, ou quase inexistentes. Com base nisso, esta pesquisa se justifica por si só, como um aporte ao conhecimento da dinâmica desses ambientes. Diversos são os fatores que podem influenciar os eventos fenológicos nessas áreas, e o conhecimento a respeito delas é primordial para subsidiar possíveis planos de manejo para a criação de Unidades de Conservação, com o intuito de preservar remanescentes da vegetação altomontana, bem como possivelmente indicar formas de recuperação de ambientes altomontanos já degradados no estado do Paraná.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Fenologia

A fenologia é a ciência que estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e suas relações com as mudanças do meio biótico e abiótico, buscando esclarecer a sazonalidade dos fenômenos biológicos (LIETH, 1974; MORELLATO *et al.*, 2000). Pode também ser definida como o estudo da sazonalidade e da época de ocorrência dos eventos do ciclo de vida de plantas e animais. A palavra fenologia deriva do grego “*phainestai*”, que significa mostrar, aparecer, e “*logos*”, estudo (MORELLATO; TORRES, 2010).

A fenologia envolve o monitoramento dos ciclos vegetativos e reprodutivos das plantas, através da observação de fenofases como a floração, frutificação, queda foliar e produção de folhas novas, e sua relação com o clima, abrangendo a análise da resposta dos organismos vivos às mudanças sazonais e climáticas no ambiente (MORELLATO, 2007). É um importante aspecto da biologia de populações, pois explica muitas das interações interespecíficas como competição, herbivoria, polinização e frugivoria (NEWSTROM *et al.*, 1994), sendo assim fator crucial para a compreensão dos processos de produção primária e da funcionalidade dos ecossistemas (LIETH, 1974).

A fenologia tem sido considerada como um dos melhores parâmetros utilizados para caracterizar os ecossistemas. Quanto mais detalhado for o conhecimento da estrutura e função da vegetação, maior será o acesso ao manejo harmonioso e racional do ecossistema (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992). A área envolvida nos estudos de fenologia pode ser pequena para estudos intensivos de todas as fenofases em um ambiente, ou muito grandes para inter-relações regionais de fenofases (MORELLATO, 1995).

A fenologia é uma atividade descritiva, que fornece informações úteis para avaliar a adaptabilidade das espécies bem como definir metas preliminares nas operações de manejo das plantas. As plantas possuem diferentes estratégias para conseguir o seu estabelecimento em um dado local do nicho. Essas estratégias estariam

envolvidas com as fenofases relacionadas às mudanças sazonais climáticas, padrão de crescimento e desenvolvimento (REGO *et al.*, 2006). A sazonalidade imprime às plantas uma periódica mudança quali-quantitativa de recursos (FRETWELL, 1972² *apud* LIEBERMAN, 1982).

Longman e Jenik (1974) citam que fatores como temperatura, umidade, precipitação e fotoperíodo podem ativar mudanças nos padrões fenológicos de plantas tropicais. Lieberman (1982) relatou comportamentos vegetativos e reprodutivos distintos em espécies condicionadas a épocas secas e úmidas. Os ciclos fenológicos de plantas tropicais são complexos, apresentando padrões irregulares de difícil reconhecimento, principalmente em estudos de curto prazo (BENCKE e MORELLATO, 2002).

Em estudo numa floresta tropical na Costa Rica, Frankie *et al.* (1974) analisaram a fenologia em diferentes tipologias florestais influenciadas pelo clima, constatando uma similaridade nos padrões fenológicos de acordo com a tipologia, indicando adaptações das plantas no que diz respeito à frutificação e dispersão de sementes.

Em área de Mata Atlântica no estado de São Paulo, Talora e Morellato (2000) amostraram e relataram o comportamento fenológico de 46 espécies e observaram que os padrões fenológicos, ainda que pouco sazonais, são influenciados pelos fatores ambientais, embora seja menos evidente que em ambientes mais sazonais.

Processos fenológicos permitem entender o impacto potencial de mudanças climáticas nos ecossistemas naturais e na biodiversidade e são fundamentais na definição de planos de manejo de ambientes naturais e políticas relacionadas (MORELLATO, 2007).

5.2 Floresta Ombrófila Densa

A nomenclatura de Floresta Ombrófila Densa foi inicialmente proposta por Ellenberg e Mueller Dombois (1967), em contraposição à terminologia “Pluvial”, embora ambos tenham o mesmo significado. No Brasil, essa unidade fitoecológica se expressa tanto na região Amazônica quanto na região costeira (IBGE, 1991), popularmente descrita, neste caso, como floresta atlântica. Fatores como a temperatura elevada e altos índices de precipitação garantem a exuberância da vegetação, bem como

² FRETWELL, S.D. **Populations in a Seasonal Environment**. New Jersey: Princeton University Press, 1972.

a presença de árvores de médio e grande porte, além de lianas e epífitas em abundância, caracterizando uma elevada riqueza florística (MMA, 2010; PARANÁ, 2005). A característica ombrotérmica está ligada aos fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas médias (acima de 25 °C) e elevados índices pluviométricos, bem distribuídos ao longo do ano, o que determina uma situação bioecológica ininterrupta (IBGE, 1991).

O estado do Paraná, com apenas 2,5% da superfície brasileira, detém em seu território a grande maioria das principais unidades fitogeográficas que ocorre no país. Originalmente 83% de sua superfície eram cobertos por florestas. Os 17% restantes eram ocupados por formações não florestais (campos e cerrados), completados por vegetação pioneira de influência marinha (restingas), flúvio-marinha (mangues) e flúvio-lacustre (várzeas), e pela vegetação herbácea do alto das montanhas (campos de altitude e vegetação rupestre) (MAACK, 1981).

No âmbito da cobertura florestal original no Paraná, a Floresta Ombrófila Densa se destaca em sua porção leste, definida praticamente em toda sua extensão pela barreira geográfica natural da Serra do Mar, com altitude máxima de 1887m, influenciada diretamente pelas massas de ar quentes e úmidas do oceano Atlântico e pelas chuvas relativamente intensas e bem distribuídas ao longo do ano. Estão incluídas nesse caso as formações florestais da Planície Litorânea, das encostas da Serra do Mar e de parte do vale do rio Ribeira. (RODERJAN *et al.*, 2002).

Várias são as formações em desenvolvimento, cada uma com inúmeras comunidades e associações, constituindo complexa e exuberante coleção de formas biológicas (RODERJAN *et al.*, 2002). Segundo IBGE (1991), as subdivisões dessa fitofisionomia seguiram estudos fitogeográficos confiáveis, considerando a altimetria em função da latitude como fator de transição. São elas: Formação Aluvial (sem delimitação altimétrica, ocorre em função da presença de terraços aluviais), das Terras Baixas (de 5m até 30m s.n.m.), Submontana (de 30m até 400m s.n.m.), Montana (de 400m até 1000m s.n.m.) e Altomontana (acima de 1000m s.n.m.).

Maack (1981) e Roderjan *et al.* (2002) reportam a presença de inúmeras espécies características dessa formação, em seus ambientes submontano e montano, dentre elas *Euterpe edulis* Mart., *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, *Attalea dubia* (Arecaceae), *Ocotea catharinensis* Mez (Lauraceae), *Cecropia glaziovii* Sneathl. (Urticaceae), *Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth. (Elaeocarpaceae), *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (Caesalpiniaceae), *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.)

Warb. (Myristicaceae), *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Pseudopiptadenia warmingii* (Benth.) G. P. Lewis & M. P. Lima (Mimosaceae), *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) e *Vochysia bifalcata* Warm. (Vochysiaceae). Nos ambientes hidromórficos, destacam-se *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Clusiaceae), *Cytharexylum myrianthum* Cham. (Verbenaceae), *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax., *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae) e *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns (Bombacaceae), entre outras.

5.2.1 Floresta Ombrófila Densa Altomontana

Possuem algumas denominações regionais, como “Mata de Neblina” (MAACK, 1981), “Mata Nebular” (BIGARELLA, 1978; RODERJAN *et al.* 2002), bem como a própria denominação de IBGE (1991), de Floresta Ombrófila Densa Altomontana. No estado do Paraná, compreende as formações florestais que ocupam as porções mais elevadas da Serra do Mar confrontando com as formações campestres e rupestres das cimeiras das serras (Refúgios Vegetacionais). É constituída por associações arbóreas simplificadas e de porte reduzido (3 a 7 metros de altura), regidas por condicionantes climáticas e pedológicas mais restritivas ao desenvolvimento das árvores (baixas temperaturas, ventos fortes e constantes, elevada nebulosidade e solos progressivamente mais rasos e de menor fertilidade) (RODERJAN *et al.*, 2002).

Os solos analisados em formações altomontanas paranaenses são extremamente ácidos, com altos teores de matéria orgânica, baixa saturação por bases e altos teores de alumínio trocável (ROCHA, 1999; RODERJAN *et al.* 2002; SCHEER *et al.* 2011a, VASHCHENKO, 2012).

O clima da região onde estão situadas as florestas altomontanas da Serra do Mar paranaense é classificado como Cfb, segundo Koeppen, sendo subtropical, sempre úmido e com a temperatura média do mês mais frio abaixo de 18 °C e superior a - 3 °C e a média do mês mais quente inferior a 22 °C (RODERJAN, 1994).

Nestas situações são típicas *Ilex microdonta* Rissek (Aquifoliaceae), *Siphoneugena reitzii* D. Legrand (Myrtaceae), *Podocarpus sellowii* Klotzsch ex Endl. (Podocarpaceae), *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae), *Ocotea catharinensis* Mez (Lauraceae), e as exclusivas *Tabebuia catharinensis* A. H. Gentry (Bignoniaceae), *Weinmannia humilis* Engl. (Cunoniaceae) e *Clethra uleana* Sleumer (Clethraceae), entre

outras. (RODERJAN *et al.* 2002). Neste ambiente reduz-se o epifitismo vascular e é abundante o avascular (musgos e hepáticas), recobrando integralmente os troncos e ramificações das árvores (RODERJAN, 1994; PORTES, 2000).

No Paraná, alguns trabalhos descreveram a estrutura arbórea (RODERJAN 1994; ROCHA, 1999; PORTES *et al.*, 2001; KOEHLER *et al.*, 2002; SCHEER *et al.*, 2011a), florística vascular (SCHEER e MOCOCHINSKI, 2009) e relações pedológicas (SCHEER, 2010; SCHEER *et al.*, 2011b) de trechos da Floresta Ombrófila Densa Altomontana, todos localizados em áreas da Serra do Mar paranaense.

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Descrição da área de estudo

6.1.1 Localização

A área de estudo localiza-se dentro do Parque Estadual Pico do Marumbi (PEPM), criado pelo Decreto Estadual nº 7.300, de 24 de setembro de 1990, de acordo com diretrizes emanadas em 1989, pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Possui área de aproximadamente 2350 ha, compreendida entre as coordenadas geográficas de 25°24'S e 48°58'O a 25°31'S e 48°53'O (Figura 1). O parque está inserido no perímetro da Área Especial de Interesse Turístico do Marumbi – AEIT Marumbi. O acesso principal se dá pela ferrovia Curitiba-Paranaguá, da RFFSA, tendo como sede a localidade denominada Estação Marumbi, distante 74km de Curitiba (IAP, 1996).

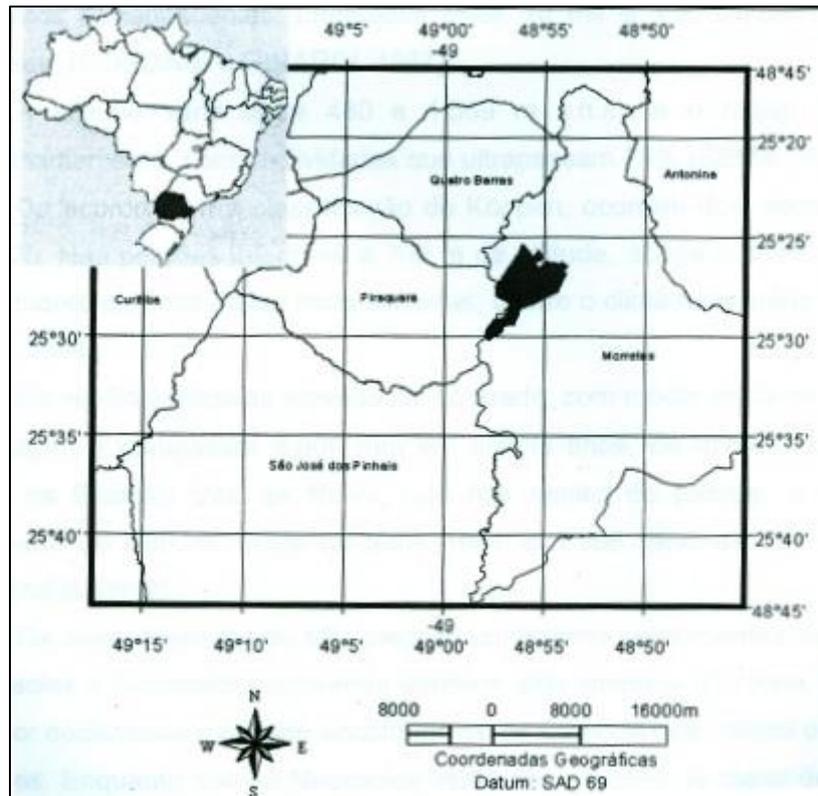


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: VASHCHENKO, 2012.

6.1.2 Clima

A área apresenta um zoneamento climático fortemente influenciado pela compartimentação regional do relevo, e pelo desnivelamento altimétrico, o que produz discontinuidades no padrão de distribuição espacial e temporal dos regimes de precipitação e temperatura. Isso se deve ao efeito “orográfico”, com bruscas variações altimétricas, onde a temperatura média diminui 0,6 °C a cada 100m de elevação altitudinal (SAVI, 2008). No estado do Paraná, a Serra do Mar é a porção geográfica que registra a maior porcentagem de precipitações, em função de frequentes chuvas orográficas, ou de ascensão. (MAACK, 1981).

A classificação climática regional corresponde ao tipo Cfb, segundo Koeppen, descrito como subtropical úmido mesotérmico, com temperaturas médias para os meses mais quentes acima de 22 °C e para os meses mais frios entre 18 °C e -3 °C (SAVI, 2008), sem ocorrência de estação seca. A Serra do Mar apresenta registro das maiores precipitações do estado (BIGARELLA, 1978), alcançando entre 1500 e 2000 mm

anuais, podendo chegar até 3000 mm, como visualizado no Posto Vêu da Noiva (IAP, 1996).

6.1.3 Vegetação

A vegetação que recobre a região da Serra do Mar constitui-se em um dos mais bem preservados remanescentes de Mata Atlântica (IAP, 1996). Conforme critério fitofisionômico determinado para classificação da vegetação brasileira, proposto por IBGE (1991), duas são as fitotipias ocorrentes na área em estudo: Refúgios Ecológicos, compostos por Campos de Altitude, associações vegetais herbáceo-graminóides, entremeados por afloramentos rochosos; e Floresta Ombrófila Densa, e suas subformações Submontana, Montana e Altomontana (IAP, 1996).

A formação submontana compreende as florestas que ocupam a planície litorânea com sedimentos quaternários continentais (depósitos coluviais) e o início das encostas da Serra do Mar, situadas entre aproximadamente 20 e 600 m s.n.m. A formação montana compreende as florestas que ocupam a porção intermediária das encostas da Serra do Mar situadas entre 600 e 1200 m s.n.m, e a formação altomontana compreende as formações florestais que ocupam as porções mais elevadas da Serra do Mar, em média acima de 1.200 m s.n.m., confrontando com as formações campestres e rupestres das cimeiras das serras (Refúgios Vegetacionais) (RODERJAN *et al.*, 2002).

6.1.4 Geologia e geomorfologia

A Serra do mar representa um degrau entre o litoral e o primeiro planalto, bem como uma serra marginal típica, com elevações de 500m a 1000m sobre o nível médio do planalto. É dividido em blocos, onde cada uma possui suas denominações regionais (MAACK, 1981).

O conjunto Marumbi é composto por diversos maciços isolados, grandes corpos graníticos com suas nomenclaturas regionais: Abrolhos (1200m), Esfinge (1378m), Ponta do Tigre (1400m), Gigante (1487m) e Olimpo, com 1539,36m, altitude atualmente considerada a mais correta, determinada pelo Professor Paulo Krelling, da Universidade Federal do Paraná (ROCHA, 1999).

SAVI (2008) cita três fatores determinantes para a modelagem da Serra do Mar: diferentes litológicas, tectônicas e agentes morfoclimáticos esculpadores de relevo. A litologia registrada para a área é predominantemente composta por granitos e migmativos, e em menor proporção, sequências vulcânicas ácidas e sequências sedimentares do eopaleozóico, quartzitos, diques de diabásio e depósito colúvio-aluvionares, orientados no sentido NE-SW (IAP, 1996). Os granitos da Serra do Mar são incididos por falhamentos do Ciclo Brasileiro/Pan-Africano (direção NE-SW) e do Arco de Ponta Grossa (na direção NW-SE) (MELO *et al.*, 2000³ *apud* SCHEER; MOCOCHINSKI, 2009).

De forma geral, na área de estudo dominam terrenos sustentados pelas rochas do escudo cristalino (gnaisses e migmatitos) (SAVI, 2008). O contato entre os dois tipos de rochas se dá por meio de falhas, embora possa haver transição gradual entre ambas (BIGARELLA, 1978).

6.1.5 Solos

As classes de solos que predominam na área de estudo correspondem aos Cambissolos, Argissolos, Neossolos e Organossolos, ocorrendo também afloramentos de rocha. Os solos do conjunto Marumbi são, de maneira geral, rasos a pouco profundos, com elevada acidez, altos índices de saturação por alumínio e baixa saturação por bases (VASHCHENKO, 2012).

Os Neossolos são classificados como solos constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso, com horizonte A ou A-C, sem presença de horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 1999). Na área foram localizados solos correspondentes às subordens de Solos Litólicos (contato lítico em até 50 cm de profundidade) e Regolíticos (contato lítico acima de 50cm de profundidade) (VASHCHENKO, 2012).

Os Organossolos são solos constituídos por material orgânico, que apresentam horizonte O ou H hístico com teor de matéria orgânica maior ou igual a 200 g kg⁻¹ de solo (EMBRAPA, 1999). Essa tipologia ocorre em cristas, cumes, vales e encostas côncavas e convexas de relevo montanhoso a escarpado, sobre migmatitos, diques de diabásio e granito (VASHCHENKO, 2012).

³ MELO, M.S.; GIANNINI, P.C.F.; PESSEDA, L.C.R. Gênese e evolução da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, PR. **R. Inst. Geol.**, v. 21, p. 17-31, 2000.

Os Argissolos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural com argila de baixa atividade (EMBRAPA, 1999). A classe foi evidenciada mais fortemente no maciço denominado Ponta do Tigre (VASHCHENKO, 2012).

Os Cambissolos são constituídos por material mineral com horizonte B incipiente imediatamente abaixo do horizonte A (EMBRAPA, 1999). Na área de estudo foram localizados nas menores altitudes, até 600m s.n.m., até as maiores altitudes, ocorrendo até 1050m s.n.m. (VASHCHENKO, 2012).

6.1.6 Hidrografia

A drenagem do leste paranaense tem a maioria de seus rios com nascentes distribuídas nas encostas da serra e próximo aos topos, sob forma de riachos e córregos. Esses cursos d'água convergem para um coletor principal, definindo uma sub-bacia. Nas encostas mais íngremes da serra a drenagem encontra-se encaixada nas linhas estruturais originando profundos vales em V (BIGARELLA, 1978).

A área de estudo pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Nhundiaquara, que possui cerca de 311km², e é composto pelos rios Nhundiaquara, Mãe Catira, São João e Ipiranga (em virtude de erosão retrocedente, o rio Ipiranga tem suas nascentes no primeiro planalto). Possui um desnível de 468,5m, entre as áreas mais altas e mais baixas da bacia. (MAACK, 1981). No conjunto Marumbi destaca-se o Rio Marumbi, que drena a água proveniente das vertentes dos maciços graníticos, em direção ao Rio Nhundiaquara.

Além da principal área de estudo (Parque Estadual do Marumbi), também serão visitados os Parques Estaduais Pico Paraná, Serra da Baitaca e Serra da Graciosa, a fim de incrementar o número de distintos ambientes altomontanos para esta pesquisa.

6.2 Metodologia

6.2.1 Coleta de dados

Com base em alguns levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados nos ambientes altomontanos no Paraná (RODERJAN, 1994; SCHEER, 2010; ROCHA,

1999, KOEHLER *et al.*, 2002; PORTES *et al.*, 2001), determinou-se seis espécies com maior valor de importância nas comunidades arbóreas altomontanas. As espécies foram selecionadas em função na representatividade que imprimem nos ecossistemas, bem como em seu parâmetro fitossociológico de frequência, a fim de facilitar a observação dessas espécies em campo. Para este estudo, foram selecionadas as espécies *Ilex microdonta* Reissek (Aquifoliaceae), *Siphoneugena reitzii* Legrand (Myrtaceae), *Weinmannia humilis* Engl. (Cunoniaceae), *Ocotea catharinensis* Mez (Lauraceae), *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae) e *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) Berg (Myrtaceae).

Os indivíduos serão escolhidos com base em características fenotípicas adequadas aos estudos fenológicos, como uma copa bem desenvolvida, e consequente facilidade de leitura. O método de amostragem será em transectos (EÇA-NEVES e MORELLATO, 2004). Os autores afirmam que este método pode ser aplicado a estudos de populações e comunidades, permite a aplicação de vários critérios de inclusão, possibilita repetição adequada para comparação entre áreas distintas, pode ser aplicado a qualquer ambiente e possuem custo, esforço amostral e tempo de observação baixo. Os transectos serão delimitados ao longo dos fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Altomontana ocorrentes na área do Parque.

O número de indivíduos amostrados será adaptado de Fournier e Charpentier (1975), em que serão escolhidos de 15 a 20 indivíduos de cada espécie, com base na metodologia de transectos, contemplando no total um esforço amostral de 90 a 120 indivíduos. As leituras serão realizadas mensalmente, para uma série anual, com auxílio de binóculo. Os parâmetros fenológicos que serão avaliados seguirão metodologia conforme Fournier (1974), em que são observadas as fenofases de floração, botões florais, frutos verdes, frutos maduros, queda e brotação foliar.

Para verificar a correlação dos eventos fenológicos e as variantes climáticas, serão coletados dados referentes às estações meteorológicas mais próximas da área de estudo, registrados pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), localizadas no município de Morretes.

6.2.2 Análise dos dados

Os dados fenológicos serão classificados por meio de dois índices:

- Índice de atividade: é constatada somente a presença ou ausência da fenofase no indivíduo, não estimando intensidade ou quantidade. Em nível populacional, o método tem caráter quantitativo, indicando a porcentagem de indivíduos da população que está manifestando determinado evento fenológico (BENCKE e MORELLATO, 2002). Este método também estima a sincronia entre os indivíduos de uma população (MORELLATO *et al*, 1990).
- Índice de Intensidade, ou Percentual de Intensidade: o método, proposto por Fournier (1974), leva em consideração a utilização de uma escala intervalar, semi-quantitativa, com cinco categorias (0 a 4), com intervalo de 25% entre elas, e permite estimar a porcentagem de intensidade do evento fenológico em cada indivíduo.

A fim de verificar sincronia das diferentes fenofases nas populações amostradas, será utilizado o índice de sincronia (Z), adaptado de Augspurger (1983), que foi definido como:

$$Z = \sum_{i=1}^n X_i / n$$

onde, X_i = sincronia do indivíduo i com seus coespecíficos;

n = número de indivíduos na população.

Calcula-se X_i através da seguinte fórmula:

$$X_i = (1/n-1) \cdot (1/f_i) \cdot \sum_{i=1}^n e_{j \neq i}$$

onde, e_j = número de registros nos quais ambos os indivíduos i e j estão na mesma fenofase, $j \neq i$;

f_i = número de registros nos quais o indivíduo i está na fenofase considerada;

Quando $Z = 1$ a sincronia é perfeita (todos os indivíduos da população apresentam simultaneamente a mesma fenofase). Quando $Z = 0$, não há sincronia entre os indivíduos da população.

As correlações entre os dados fenológicos e as variáveis climáticas serão realizadas por meio de Correlação de Spearman, que é recomendada para dados que não apresentam distribuição normal, e serão realizadas por meio do aplicativo computacional *Past (Palaentological Statistics)*. As análises estatísticas serão realizadas através de distribuição circular, conforme Zar (1999), e calculadas com o aplicativo *Oriana* (KOVACH, 2011).

7 CRONOGRAMA

Atividade	1º Semestre 2013					2º Semestre 2013					1º Semestre 2014					2º Semestre 2014					
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
Disciplinas																					
Revisão Bibliográfica																					
Coleta de dados de campo																					
Análise de dados																					
Redação da dissertação																					
Redação de trabalhos e artigos científicos																					

Coletas	1º Semestre 2013					2º Semestre 2013					1º Semestre 2014					2º Semestre 2014					
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
PE Marumbi																					
PE Pico Paraná																					
PE Serra da Baitaca																					
PE Serra da Graciosa																					

8 REFERÊNCIAS

AUGSPURGER, C.K. Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. **Biotropica**, v.15, p.257-267, 1983.

BENCKE, C.S.C; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002.

BIGARELLA, J.J. **A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria de Estado de Planejamento, 1978.

EÇA-NEVES, F.F.; MORELLATO, L.P.C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta bot. Bras.**, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2004.

ELLENBERG, H.; MUELLER-DOMBOIS, D. Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth. **Ber. Geobot. Inst. Rübel Zürich**, v. 37, p. 21-55, 1967.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Produção da Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

FALKENBERG, D.B.; VOLTOLINI, J.C. The montane cloud forest in southern Brazil. In *Tropical montane cloud forests* (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds). Springer Verlag, New York, p. 138-149. 1995.

FISH, S.T.V.; NOGUEIRA JR, L.R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiçu, Pindamonhangaba – SP). **Revista Biotropica**, Taubaté, v. 2, n. 6, p. 31-37, 2000.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

FOURNIER, L.A; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia e las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n. 1, p. 45-48, 1975.

FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. Comparative Phenological Studies of Trees in Tropical Wet and Dry Forests in the Lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v. 62, n. 3, p. 881-919, Nov. 1974.

HAMILTON, L.S.; JUVIK, J.O.; SCATENA, F.N.. The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: introduction and workshop synthesis. In: _____. **Tropical montane cloud forests**. Springer Verlag, New York, p. 1-23. 1995.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Plano de Manejo do Parque Estadual Pico do Marumbi**. Curitiba, Paraná, 1996.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Monitoramento dos rios de Unidades de Conservação com bioindicadores**. Curitiba, Paraná, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptado a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: CDDI, 1991.

LIEBERMAN, D. Seasonality and Phenology in a Dry Tropical Forest in Ghana. **Journal of Ecology**, London, v. 70, n. 3, p. 791-806, Nov. 1982.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: _____. **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p.3-19.

LONGMAN, K. A.; JENIK, J. **Tropical Forest and its Environment**. Longman, London, 1974.

KOEHLER, A.; GALVÃO, F.; LONGHI, S.J. Floresta Ombrófila Densa Altomontana: Aspectos Florísticos e Estruturais de Diferentes Trechos na Serra do Mar, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, p. 27-39, 2002.

KOVACH Computing Services. **Oriana**, Anglesey, Wales, 2011.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Jose Olympio, Curitiba, 2ªed., 1981.

MACHADO, C.G.; SEMIR, J. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 163-174, 2006.

MARQUES, M.C.M.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 713-723, 2004.

MARTIN-GAJARDO, I.S.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia de Rubiaceae em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 299-309, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA/SBF, 2000. 40p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Mata Atlântica, Patrimônio Nacional dos Brasileiros**. Brasília-DF, 2010.

MORELLATO, L.P.C., LEITÃO FILHO, H.F., RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, p. 149-162, 1990.

MORELLATO, L. P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L.P.C. **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas: Editora Fapesp, 1992. p. 112-140.

MORELLATO, L.P.C. As estações do ano na floresta. In: _____; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Ecologia e Preservação de uma floresta tropical urbana**. Campinas: Editora da Unicamp, p. 37-41, 1995.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA, E.C.; ZIPPARRO, V.B. Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. **Biotropica**, v.32, n.4b, p.811-823, 2000.

MORELLATO, L.P.C. A pesquisa em fenologia na América do Sul, com ênfase no Brasil, e suas perspectivas atuais. In: REGO, G.M. *et al.*(Ed.). **Fenologia: Ferramenta para Conservação, Melhoramento e Manejo de Recursos Vegetais Arbóreos**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. p. 37-48.

MORELLATO, L.P.C.; TORRES, R. **e-fenologia: Aplicação de novas tecnologias para monitorar a fenologia de plantas e detectar mudanças climáticas nos trópicos**. Campinas, FAPESP, 2010.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. da; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; COLWELL, R.K. Diversity of Long-Term Flowering Patterns. In: McDADE, L.A. *et al.*(Ed.). **La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest**. Chicago: University of Chicago Press, 1994. p. 142-158.

PARANÁ. **Atlas da Floresta Atlântica no Paraná**. Curitiba, 2005.

PEREIRA, T.S.; COSTA, M.L.M.N. da; MORAES, L.F.D.; LUCHIARI, C. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 329-339, 2008.

PORTES, M.C.G. de O. **Deposição de serapilheira e decomposição foliar em Floresta Ombrófila Densa Altomontana, Morro Anhangava, Serra da Baitaca, Quatro Barras-PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

PORTES, M.C.G. de O.; GALVÃO, F.; KOEHLER, A. Caracterização Florística e Estrutural de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Morro do Anhangava, Quatro Barras – PR. **Floresta**, v. 31, n.1/2, 2001.

REGO, G.M.; LAVORANTI, O.J.; NETO, A.A. Monitoramento dos ciclos fenológicos da Imbuia, no município de Colombo, PR. **Comunicado Técnico 174**. EMBRAPA FLORESTA. Colombo, PR. 2006.

ROCHA, M.R.L. **Caracterização fitossociológica e pedológica de uma Floresta Ombrófila Densa no parque estadual do Pico do Marumbi – Morretes, PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

RODERJAN, C.V. **A floresta ombrófila densa altomontana no morro Anhangava, Quatro Barras, PR: aspectos climáticos, pedológicos e fitossociológicos**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência&Ambiente**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 75-92, 2002.

SANTOS, F.R.C. **Fenologia de Espécies Arbóreas do dossel e sub-dossel em um fragmento de Mata Atlântica Semi-Decídua em Caratinga, Minas Gerais, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SAVI, M. **Análise Ecosistêmica da Serra do Mar Paranaense: Área de Especial Interesse Turístico do Marumbi**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SCHEER, M.B.; MOCOCHINSKI, A.Y. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de quatro serras no Paraná. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 2, p.51-70, 2009.

SCHEER, M.B. **Ambientes Altomontanos no Paraná: Florística Vascular, Estrutura Arbórea, Relações Pedológicas e Datações por ¹⁴C**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

SCHEER, M.B.; MOCOCHINSKI, A.Y.; RODERJAN, C.V. Estrutura arbórea da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de serras do Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 735-750, 2011a.

SCHEER, M.B.; CURCIO, G.R.; RODERJAN, C.V. Funcionalidades Ambientais de Solos Altomontanos da Serra da Igreja, Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1013-1026, 2011b.

VASHCHENKO, Y. **Fatores que influenciam a erosão hídrica nas trilhas do Parque Estadual Pico do Marumbi - PR**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice-Hall, 1999.