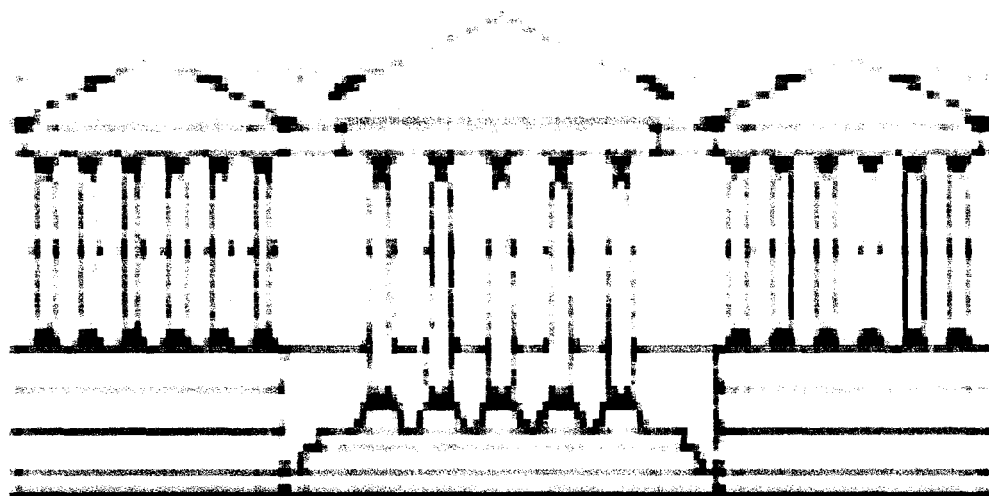


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO
FLORESTAL



UFPR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCOS MARTINELLI

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO FLORESTAL

ESTRUTURA POPULACIONAL DE CANELA-PRETA
(*Ocotea catharinensis* Mez. - Lauraceae) EM COMUNIDADES
FLORESTAIS DO MÉDIO VALE DO ITAJAÍ, SC, COMO
FORMA DE SUBSÍDIO AO MANEJO DA ESPÉCIE.

Trabalho de conclusão de curso apresentado pelo aluno Marcos Martinelli sob orientação da Professora Dr. Lúcia Sevegnani (FURB) para conclusão do Programa de Pós-Graduação em Gestão Florestal da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

1.RESUMO	06
2. INTRODUÇÃO.....	08
3.JUSTIFICATIVA	11
4.OBJETIVOS.....	12
4.1. Objetivos gerais	12
4.2. Objetivos específicos	12
5. PERGUNTAS DE PESQUISA	13
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
6.1. Importância ecológica da <i>Ocotea catharinensis</i> no Vale do Itajaí	14
6.2. Ecologia de florestas – Estado da arte	20
6.3. O manejo florestal como estratégia para a conservação da espécie	30
6.4. Descrição da espécie em estudo.....	30
7. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
7.1. Área de estudo	33
7.1.1. O Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia, Blumenau, Santa Catarina	33
7.1.2. Descrição da área de estudo	33
7.2. Aspectos do meio físico.....	34
7.3. Aspectos hidrográficos	36

7.4. Aspectos biológicos	37
7.4.1. Fauna	37
7.4.2. Vegetação	37
7.5. Procedimentos metodológicos de coleta e análise dos dados	38
7.5.1. Procedimento de coleta de dados referentes às dimensões dos indivíduos e sua localização	38
7.5.2. Procedimento de coleta de dados referentes à herbivoria	39
7.5.3. Procedimento de coleta de dados referentes à densidade	39
7.5.4. Procedimento de análise estatística	39
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
8.1. Estrutura populacional segregada em classes de altura e diâmetro	40
8.2. Análise hipsométrica para a espécie	44
8.3. Estrutura populacional segregada em classes de diâmetro de amostras feitas em diversas localidades do Vale do Itajaí	46
8.4. Densidade da população em relação à distancia da matriz	48
8.5. Influência da localização (fator dentro / fora da copa), na distribuição da população	49
8.6. Análise dos dados referente à herbivoria	50
8.7. Análise da relação entre valores de altura e diâmetro em função da distância do indivíduo à matriz	51
9. CONCLUSÃO	53

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
--------------------------------------	----

1. RESUMO

A estrutura populacional é o resultado dos processos ecológicos que agem sobre o indivíduo. O conjunto das respostas individuais se reflete na dinâmica da população, evidenciada nas taxas de natalidade, desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e mortalidade. Objetivou-se determinar a estrutura e a dinâmica da população de *Ocotea catharinensis* (Mez) Lauraceae., espécie arbórea dióica de dossel da floresta pluvial sob clima temperado úmido de verão quente, em Blumenau, no Parque Natural Municipal das Nascentes do Rio Garcia (aproximadamente 26° 55' S e 49° 05' W; 350 a 735 m de altitude). Foram demarcadas dez matrizes, com diâmetro maior que 20 cm e inventariados todos os indivíduos de canela-preta existentes em um raio de 17,5m ao redor da matriz amostrando 1.000 m² por matriz, com 10.000 m² de área amostrada. Todos os indivíduos da espécie foram medidos e marcados com etiqueta plástica numerada. O diâmetro basal foi medido a 5cm do solo com auxílio de paquímetro de precisão ou com fita métrica nos indivíduos com mais de 10cm de diâmetro basal. Foi também registrada a altura total (distância entre a base e o ápice da planta), e nos indivíduos com mais de 2,5m de altura, essa foi estimada. Foi também medida a distância entre a matriz e o indivíduo.

A herbivoria foliar ou folivoria foi estimada visualmente, utilizando a seguinte escala, adaptada de Fournier (1974): 0 – não ocorrência de herbivoria; 1 – entre 1 e 25 % de dano; 2- entre 25 e 50 %; 3 – entre 50 e 75 % de dano; 4 – entre 75 e 100 % de herbivoria. Para essa estimativa, considerou-se a área foliar total da planta.

A análise dos dados obtidos foi feita através do programa JMP (1995). A densidade total foi calculada pela simples razão entre o número total de indivíduos amostrados e a área total amostrada, transformada para n de indivíduos/m². Calculou-se também a densidade para cada fase ontogenética.

No total foram amostrados 241 indivíduos abrangendo a área de 10 matrizes e aproximadamente 1,0 ha de área amostrada. A densidade total calculada, foi de 241 ind/ha. O diâmetro médio dos indivíduos amostrados foi de 2,46 cm (S = 8,6) e a média de altura foi de 121,8 (S = 360). A curva, gerada pelo número de indivíduos em cada classe de tamanho, tem a forma de 'J' invertido, característica das populações longevas que subsistem muito tempo como jovens sob as florestas pluviais sob climas tropicais ou

temperados e que originam pequeno número de adultos que ocupam o dossel. A herbivoria foliar não foi intensa na população no período avaliado, o que pode indicar que este não seja um fator limitante para a população. A estrutura e dinâmica de população de *Ocotea catharinensis* em floresta pluvial sob clima temperado do Sul do Brasil apresentou padrão semelhante ao daquelas climáticas do dossel de florestas pluviais sob climas tropicais.

Palavras-chave: estrutura populacional, *Ocotea catharinensis*, Lauraceae, Blumenau, Santa Catarina, floresta atlântica.

2. INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Densa que cobria originalmente a maior parte do vale do Itajaí, não obstante sua grande heterogeneidade de composição, apresenta um regular número de madeiras de lei, que ocorrendo com elevada freqüência e abundância, motivaram a instalação de muitas serrarias que exploravam principalmente a canela-preta (*Ocotea catharinensis*), a peroba-vermelha (*Aspidosperma australe*), a canela-sassafrás (*Ocotea pretiosa*), o cedro (*Cedrela fissilis*) entre outras (KLEIN, 1979). A indústria madeireira foi, sem dúvida, uma das molas mestras de desenvolvimento econômico do Estado de Santa Catarina, motivo pelo qual se poderia afirmar que o início da ocupação deste Estado coincide com o início do período madeireiro (KLEIN, 1979).

Praticamente em toda a área do Baixo e Médio Vale do Itajaí, domina (ou dominava) nesta altura, a *Ocotea catharinensis* (canela-preta), associada à *Sloanea guianensis* (laranjeira-do-mato), dando à mata a característica de floresta de canelas, em virtude das amplas e densas copas da primeira, que por vezes abrangia a metade da cobertura do estrato superior, emprestando, assim, às matas, um aspecto de relativa homogeneidade (KLEIN, 1979).

As associações “clímax” da região do Vale do Itajaí pertencem ao tipo “*Ocotietum*”; as associações situadas em solo úmidos ao tipo *Sloaneetum-Euterpetum*” e finalmente as situadas em solos de pouca umidade, ao tipo “*Tapiriretum- Ocotietum*”. Desta forma, podemos encontrar em uma comunidade um, dois ou três tipos de associações, conforme a mesma tenha uma, duas ou três zonações diferentes. A tendência geral, porém, é para a constituição da associação “*Ocotietum*”, que segundo vimos, representa o estágio mais desenvolvido da vegetação no vale do Itajaí (VELOSO; KLEIN, 1968).

A *Ocotea catharinensis* (canela preta) é uma árvore exclusiva da Floresta Ombrófila Densa, tendo sido muito freqüente e abundante nas florestas do Sul e menos freqüente no Sudeste do Brasil. Encontrada em florestas primárias e secundárias em estágio avançado de regeneração, mas, praticamente ausente nos estádios iniciais e médios de sucessão secundária da vegetação. Atualmente encontra-se na lista das espécies ameaçadas de extinção devido à intensa exploração sofrida. Conforme a portaria do CONAMA,

espécies ameaçadas de extinção como a canela-preta estão privadas de corte de acordo com o regulamento 278 de 2001. Esta espécie apresenta importância madeireira, possibilitando com sua fonte de riqueza a ocupação de inúmeras localidades, essencialmente no vale do Itajaí. Produz semente de grande porte, ricas em substâncias nutritivas, envoltas pelo fruto preto-esverdeado, utilizadas como alimento e dispersadas pelas mais diversas espécies de animais (aves e mamíferos de grande porte tais como os, primatas e roedores) existentes no dossel ou no sub-bosque da floresta (REITZ; KLEIN; REIS, 1979).

Muitas das espécies, a despeito de seu valor econômico e grande utilidade, nunca foram objeto de estudo de suas respectivas populações, o que poderia gerar conhecimentos que possibilitariam fundamentar seu manejo, uso e conservação. Daí a necessidade de se estudar especificamente o comportamento das populações de canela-preta (SEVEGNANI, 2003).

Atualmente, as florestas tropicais vêm recebendo um novo enfoque quanto à sua utilização, onde são incorporados princípios em que conciliam conservação com economicidade. Esse novo enfoque implica que as áreas de floresta sejam exploradas racionalmente, servindo de fonte de renda para o agricultor, permitido com isso, a manutenção da biodiversidade do ecossistema.

A exploração dita racional é possível mediante um sistema de manejo sustentado das espécies de interesse, sendo necessário o conhecimento da autoecologia de cada uma dessas espécies. Esse conhecimento permite o estabelecimento de critérios de exploração baseados na espécie em si e sua interação com o meio.

O objetivo do estudo de populações é responder questões sobre mudanças no número de indivíduos, no espaço e no tempo. Todas as mudanças relacionam-se com o ciclo de vida de cada população e, portanto, alguns fatores precisam ser conhecidos para o entendimento de populações de plantas, tais como, a quantidade de sementes dispersas, banco de sementes no solo, o recrutamento de populações de plantas, os efeitos da densidade, a capacidade reprodutiva e de crescimento, o ciclo de vida e os períodos reprodutivos, a estrutura da comunidade e a diversidade (Mantovani, 1993, citado por RICKMANN, 1998)

A importância de avaliações temporais advém da constatação do equilíbrio dinâmico que as florestas tropicais apresentam (SWAINE et al., 1987). Toda população

possui uma estrutura espacial, sendo que sua abundância encontra-se diretamente relacionada com a disponibilidade de nutrientes, predação, entre outros fatores ecológicos existentes dentro do hábitat dessa população.

A canela-preta é sem dúvida a árvore mais importante das florestas do vale do Itajaí, apresentando importância ecológica e sócio-econômica. Outrora dominante nas bem formadas florestas do vale (KLEIN, 1980), encontra-se hoje reduzida a populações isoladas em fragmentos de pequeno e médio porte.

A canela-preta vem sendo explorada há décadas, o que reduziu sua população drasticamente, a ponto de estar na lista das espécies ameaçadas de extinção no Brasil. Em remanescentes florestais alterados existentes em sua área de ocorrência original ainda pode ser encontrada. Nas propriedades rurais particulares onde atualmente é encontrada ainda sofre exploração, não legal, com fins de produzir tabuados ou carvão vegetal.

Como é uma espécie ameaçada de extinção, seu uso e manejo são restringidos pela legislação brasileira, impedindo iniciativas de manejo florestal e destino legal dos recursos oriundos desta essência florestal ao mercado formal e legal.

Consideramos que o conhecimento da estrutura, bem como, da dinâmica de população desta espécie pode embasar cientificamente sua conservação e manejo, permitindo gerar novos recursos financeiros nas propriedades onde se encontram, aliados à proteção da espécie.

Como as populações têm possibilidade de se restabelecer em qualidade e quantidade, além de colonizar novas áreas, desde que haja condições ecológicas para tal, defendemos a necessidade de ampliação dos estudos ecológicos e silviculturais para o entendimento desse processo de dinâmica populacional nas diferentes comunidades florestais para as espécies sob ameaça de extinção, como por exemplo *Ocotea catharinensis*, *Araucaria angustifolia*, *Ocotea odorifera* e *Dicksonia sellowiana*.

O presente estudo objetiva conhecer a estrutura atual de uma população de *O. catharinensis*, no parque das Nascentes do Garcia, Blumenau e compará-la com a obtida em outros locais da Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina, em pesquisas efetuadas por Veloso e Klein nas décadas de 50 e 60 do século passado. Objetiva também, inferir sobre as possibilidades de manejo desta espécie com fins econômicos e conservacionistas.

4. JUSTIFICATIVA

A *Ocotea catharinensis* é sem dúvida a árvore mais importante e mais abundante na zona da mata pluvial da encosta atlântica, representando por vezes 1/3 do total da madeira existente na mata, apresentando seu ótimo de vitalidade nas matas mais desenvolvidas da região.

Entretanto, a atuação antrópica foi responsável pela imensurável redução de sua população, seja pelo extrativismo ou pela formação de pastagens. Espécie hoje condenada a extinção, teve papel áureo no desenvolvimento de inúmeras localidades catarinenses. A necessidade de desenvolver estudos de origem dinâmico-populacional de *Ocotea catharinensis* se mostra como alternativa na importante tarefa de preservar, enriquecer e conservar as características nativas da floresta.

5. OBJETIVO GERAL

- ❑ Caracterizar a estrutura populacional de *Ocotea catharinensis* sob a planta matriz da mesma espécie.

5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❑ Testar a hipótese Jansen-Connell (1971) para a *Ocotea catharinensis*: há maior taxa de herbivoria sob a planta matriz que distante desta?

3. PERGUNTAS DE PESQUISA

1. Quantos indivíduos existem sob a matriz, debaixo e além da copa desta?
2. Qual a altura e o diâmetro dos indivíduos debaixo da copa e além desta?
3. A intensidade de herbivoria é maior sob a copa ou fora desta?
4. As diferenças entre as médias de altura e diâmetro encontradas nas medições dentro e fora da área da copa é significativa?
5. A população amostrada se encontra em equilíbrio?
6. A hipótese de Connell & Jansen quanto à intensidade de herbivoria e sobrevivência em função da distância dos parentais, se aplica à canela-preta?
7. Qual a equação hipsométrica para a planta?

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

6.1. Importância ecológica e dados de ocorrência de *Ocotea catharinensis* nas comunidades florestais do Vale do Itajaí

Em virtude de sua localização privilegiada, foi a mata pluvial da encosta atlântica que mereceu a maior atenção e onde se sobressaía, pela sua importância e situação geográfica a bacia do Itajaí, escoadouro natural da madeira, não só desta região, como da maior parte do Estado de Santa Catarina (KLEIN, 1979).

A canela-preta representa sem dúvida a árvore mais comum e característica da mata pluvial da encosta atlântica em Santa Catarina. Trata-se sobretudo de uma árvore das matas de encosta onde se constata a sua maior frequência e quantidade. Chega a representar 1/3 do volume de todas as madeiras existentes num hectare. Foram assinaladas de 20 a 50 árvores adultas por hectare no vale do Itajaí e 200 a 600 plantinhas acima de 1 metro e altura. Contudo estes valores são muito variáveis em cada município e para as diferentes condições edáficas e ambientais. Sua grande abundância se verifica principalmente em altitudes maiores de 300 – 700 metros ao longo da encosta e nos chapadões. Torna-se rara ou mesmo ausente nas planícies quaternárias (REITZ; KLEIN; REIS, 1979).

As encostas das diversas ramificações da serra geral, situadas entre 300 e 600 metros de altitude, apresentam uma grande semelhança em composição e estrutura, pertencendo ao tipo de “*Ocotietum*”, onde a *Ocotea catharinensis* (canela-preta), desempenha o papel dominante dessas associações (REITZ; KLEIN; REIS, 1979).

Nas encostas situadas entre 350 – 600 m de altitude, predomina, de forma decisiva, *Ocotea catharinensis*, alcançando seus valores em cobertura basal de 30% a 60%, enquanto seu valor em madeira é de cerca de 20% - 40%. Pelas observações levadas a termo nos diferentes núcleos de floresta, ainda existente ao longo das encostas, ficou patenteado o fato, que a canela-preta, ocorria de forma bem uniforme desde o fundo dos vales até as partes elevadas das mesmas sem sofrer sensível alterações nos valores de abundância e frequência (KLEIN, 1979).

Foi precisamente ao verificar nessas pujantes florestas de lauráceas, onde o domínio da canela-preta é constante, que Veloso escreveu: “o gênero *Ocotea* (Lauraceae) empresta à

formação uma homogeneidade não igualada por nenhuma floresta latifoliada brasileira” (VELOSO, 1962)

Em estudos realizados na localidade de Ribeirão do Ouro, Veloso e Klein (1959) caracterizaram a dominância da *Ocotea catharinensis*, que por sua abundância e por seu porte é sem comparação a espécie mais importante da associação, possuindo 17 indivíduos no estrato superior na área estudada, o que daria 64 por hectare. Os seus grossos troncos representam cerca de 20% do valor em área basal arbórea e as largas e majestosas copas providas de densas folhagens possuem entre 30% e 40% da cobertura superior.

Nessa mesma localidade Veloso e Klein (1959) verificaram regular distribuição através dos diversos estratos, bem como os dados de vitalidade indicando uma associação em equilíbrio, produzindo flores e frutos férteis em quantidade suficiente, para manter a sua dominância. Pelos dados de freqüência foi possível confirmar uma distribuição bastante uniforme por toda a área estudada. Em virtude da maior uniformidade das condições edáficas, profundidade em geral maior do solo, bem como a camada rica de húmus e folhas secas, verificamos nessas situações topográficas, uma elevada freqüência e distribuição mais uniforme das árvores mais importantes, que ocorrem, de forma bastante regular, desde o fundo dos vales até praticamente o alto das mesmas.

As densidades de *O. catharinensis* nas encostas apresentam valores sociológicos semelhantes, no entanto podendo ocorrer pequenas mudanças locais, quanto a sua densidade e freqüência.

Os troncos grossos, geralmente um pouco tortuosos e costados, são apoiados em raízes tubulares, dando assim, maior estabilidade aos mesmos. Os troncos e sobretudo o largo esgalhamento quase horizontal, está repleto de um grande número de epífitas, dentre as quais se destacam espécies de bromeliáceas, aráceas, orquidáceas e piperáceas. As representantes de bromeliáceas, possuem aqui a maior densidade verificada no interior de florestas, ou seja, uma densidade de 4,2 bromélias por metro quadrado (VELOSO; KLEIN, 1968).

Este tipo de fitofisionomia encontramos em grandes extensões ao longo das serras anteriormente mencionadas, notadamente, porém, nas Serras de Tijucas e de Itajaí, onde foram observadas as maiores abundâncias e mais elevadas freqüências desta espécie. (VELOSO; KLEIN, 1959).

Em certos locais do vale do Itajaí constatamos um elevado número de plantas jovens (acima do normal) e relativamente poucos exemplares intermediários, reaparecendo, não obstante em elevada densidade os exemplares adultos e velhos. Não nos foi possível elucidar tal comportamento. Tudo indica tratar-se, possivelmente, de certos ciclos de germinação, crescimento e desenvolvimento. Seria de máximo interesse ecológico e silvicultural, efetuar estudos minuciosos sobre o comportamento de *Ocotea catharinensis* no vale do Itajaí e em outros locais, onde se encontram os mais elevados valores e freqüências, bem como a vitalidade aparentemente equilibrada, sobretudo quando se consideram os dados fenológicos como: floração, frutificação e potencialidade de germinação das sementes. Para a obtenção de maiores esclarecimentos, seriam necessárias mais amplas e prolongadas observações, bem como a realização de um grande número de quadrados de inventário nas mais variadas condições edáficas e topográficas (VELOSO, KLEIN, 1959).

Nas matas situadas no alto vale do Itajaí, a canela-preta igualmente cobre consideráveis áreas, imprimindo a característica fisionômica à floresta em locais não ocupadas pela *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná) (VELOSO; KLEIN, 1968).

A comunidade florestal das encostas é bastante desenvolvida, formada por árvores altas (sobretudo nas partes inferiores das encostas), geralmente providas de largas e bem desenvolvidas copas, onde as lauráceas, especialmente *Ocotea* ao lado de *Euterpe edulis* Mart., *Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth., *Virola bicuhyba* (Schott) Warb., *Brosimum lactescens* S. Moore, *Cryptocarya aschersoniana* Mez e um número grande de espécies de mirtáceas, imprimindo a principal característica fisionômica ao componente arbóreo. Os agrupamentos vegetais são bem mais complexos aqui, do que nos situados nas planícies costeiras (VELOSO; KLEIN, 1968).

Klein & Veloso (1968) encontraram na Mata dos Padres, município de Blumenau o estrato arbóreo dominado pela *Ocotea catharinensis* Mez e *Slonea guianensis* (Aubl.) Benth., que emprestam ao 'stand' seu cunho característicos, tanto pelo grande número de seus representantes, bem como pelas largas copas.

Comparados os agrupamentos da Serra do Mar, com as do vale do Itajaí, verificamos grandes semelhanças. Denota-se contudo como característica diferencial o fraco valor sociológico desempenhado pela *Ocotea catharinensis* Mez (canela-preta), ao

longo das encostas da Serra do Mar, fato que provavelmente se deve à intensa intervenção humana em épocas passadas, na procura de madeiras de qualidade (VELOSO; KLEIN, 1968).

Veloso e Klein (1968) trabalharam no morro da Gávea, situado a cerca de 3 km ao sul da cidade de Jacinto Machado, SC, ao lado direito da estrada que vai desta cidade para a cidade de Praia Grande. Os levantamentos no morro da Gávea foram realizados ao longo da encosta sul do morro, que apresenta declive irregular e bastante acentuado e que na época dos levantamentos fitossociológicos (junho de 1951), ainda estava coberta por densa mata primária, bastante desenvolvida, na maior parte da encosta. O estrato superior é caracterizado principalmente pela abundância e porte das seguintes árvores, de acordo com nossos levantamentos: *Aspidosperma pyricollum* M. Arg. (peroba vermelha), *Cabralea cajerana* A. Juss. (canharana), *Alchornea triplinervia* (C. & S.) A. Arg. (tanheiro), *Ocotea catharinensis* Mez (canela-preta) e *Talauma ovata* St. Hil. (bagaçu) (VELOSO; KLEIN, 1968).

Segundo os dados e consoante as observações posteriores, algumas espécies características dos agrupamentos do vale do Itajaí, encontram-se em vias de instalação na área do presente trabalho. Entre estas convêm citar: *Ocotea catharinensis* Menz (canela-preta), *Ocotea pretiosa* (Nees) Mez, *Brosimum lactescens* S. Moore (leiteiro), entre as mais importantes. Deste fato podemos deduzir, estar-se efetuando um lento caminhar da comunidade para o clímax regional (VELOSO; KLEIN, 1968).

Nas grandes extensões de matas, que cobrem as encostas da Serra do Itajaí, Veloso e Klein (1959) escolheram para os levantamentos a porção de matas, que estão situadas entre o Ribeirão do Agrião e do Sabiá, ambos afluentes do rio Itajaí Mirim. Estas matas apresentam uma amostra ideal de todas as comunidades vegetais que se formaram ao longo das encostas das diversas ramificações da Serra Geral, que estão situadas entre 300 e 600 metros de altitude, uma vez que todas apresentam grande semelhança em composição e estrutura, pertencendo ao tipo de “*Ocotietum*”, onde como veremos a *Ocotea catharinensis* (canela-preta), desempenha o papel de dominante das associações (VELOSO; KLEIN, 1959). Portanto, Klein considerou as matas de formação “*Ocotietum*” existentes na localidade de Ribeirão do Ouro como “associação *Ocotea catharinensis*”.

Como principais hospedeiros de bromeliácea, temos sem dúvida as seguintes espécies: *Ocotea catharinensis* (canela-preta), em cujos largos e grossos galhos se encontram centenas e centenas de gravatás pertencentes sobretudo *Vriesia philippocoburgii*, a mais abundante na associação, possuindo cerca de 3 indivíduos por metro quadrado. Muitas destas canelas pretas são quase inteiramente cobertas nos seus galhos só por esta espécie, que se propaga por estolhos, enchendo assim completamente os ramos. Sendo uma espécie essencialmente heliófila, se encontra de preferência afixada nos galhos superiores e bem expostos aos raios solares. Ao lado da mesma, cresce, em bem menos abundância, *Vriesia rodigasiana*, que se afixa em geral nos galhos superiores das árvores mais altas e que estejam bem expostos à luz solar, tomando então suas folhas uma cor de vermelho escuro. Cerca de 40% das bromeliáceas epífitas, se encontram na *Ocotea catharinensis* por causa de sua grande abundância, porte agigantado, que oferece ótima acomodação para os epífitos (VELOSO; KLEIN, 1959).

Veloso e Klein (1959) trabalharam na comunidade do Ribeirão do Ouro, Botuverá, SC, situada numa das várias ramificações menores da Serra Geral, denominada Serra do Itajaí, que se encontra entre os cursos dos rios Itajaí-açu e Itajaí Mirim, avançando até as proximidades das cidades de Brusque e Blumenau. A altura máxima de suas elevações se encontram entre 800 e 900 metros de altitude, sendo as suas encostas muito recortadas, apresentando por vezes, aclives fortes e outras vezes inclinações bastante suaves (chapadões). Esta Serra do Itajaí encontra-se ainda em grande parte coberta por extensas matas primárias, que como veremos depois, se encontram na sua maior parte no seu estágio final (clímax). Por causa do difícil acesso ao local, podemos considerar como primária e sem intervenção humana, a mata onde foram realizados os estudos e levantamentos fitossociológicos.

Veloso e Klein (1959) denominaram a associação da Comunidade Ribeirão do ouro, associação *Ocotea catharinensis*, pois esta domina no espaço arbóreo de maneira absoluta e visível. *Ocotea catharinensis*, assim como acontece na parte inferior da encosta, apresenta dominância tão acentuada, por causa de suas largas e densas copas, que chegam a formar cerca de 30% a 40% da cobertura superior, imprimindo à associação visivelmente a característica de "*Ocotietum*". A espécie se encontra em ciclo evolutivo completo e está em equilíbrio nesta parte da encosta, se bem que onde a mesma possui uma inclinação mais

suave, a *Ocotea catharinensis* sofra uma pequena queda nos valores de frequência e abundância, em virtude de possuir aí um menor número de representantes em estado de jovens, ao passo porém, que os adultos e velhos se distribuam de modo muito uniforme através de toda a encosta.

As espécies arbóreas de *Vantanea contracta*, *Alchornea triplinervia*, *Sloanea guianensis*, *Copaifera trapeziifolia* e *Guapira opposita* igualmente hospedam um grande número de bromeliáceas, embora sua importância como hospedeiros seja muito menor, do que a da *Ocotea catharinensis*, que talvez hospeda mais indivíduos do que todas as demais acima citadas tomadas em conjunto (VELOSO; KLEIN, 1959)

Veloso e Klein (1959) apresentam como subdominantes para esta mesma área: *Ocotea catharinensis* (canela-preta), sem dúvida uma das árvores mais cobiçadas nas explorações de madeiras nas épocas passadas. Embora ainda pareça estar em estado de equilíbrio, sabemos que seu papel deveria ter sido muito mais importante do que o atual, porque só escaparam a esta extração de madeira as árvores jovens e as adultas velhas imprestáveis para a produção de madeira. Cremos mesmo, que tenha, antes da mesma, feito parte nas dominantes desta associação e que o desequilíbrio, tenho tido como consequência uma mais acentuada invasão de *Tapirira guianensis*; além desta subdominante temos a *Cryptocarya moschata* (canela-fogo) e *Guapira opposita* (maria-mole), ambas com ótima vitalidade, embora na parte mais íngreme da encosta a *Guapira opposita* já encontre um ambiente que algum tanto se afaste de seu “habitat” preferencial e finalmente a *Alchornea triplinervia* (tanheiro), que fisionomicamente é ainda uma das espécies mais importantes da associação, por causa dos grandes valores em área basal, bem como em cobertura basal, valores provenientes dos grossos troncos e largas copas.

Em síntese, podemos dizer que as associações “climax” da região do vale do Itajaí pertencem ao tipo “*Ocotietum*”; as associações situadas em solo úmidos ao tipo “*Sloanetum - Euterpetum*” e finalmente as situadas em solos de pouca umidade, ao tipo “*Tapiriretum - Ocotietum*”. Desta forma, podemos encontrar em uma comunidade um, dois ou três tipos de associações, conforme a mesma tenha uma, duas ou três zonações diferentes. A tendência geral, porém, é para a constituição da associação “*Ocotietum*”, que segundo vimos, representa o estágio final da vegetação no Vale do Itajaí. (VELOSO; KLEIN, 1959)

O estrato superior da floresta é constituído por um conjunto de plantas arbóreas, que se apresentam no seu estado adulto como imponentes árvores, providas, quase sempre, de grossos troncos e largo esgalhamento, encimando por densa folhagem, formando assim copas grandes densifoliadas. Entre as árvores mais comuns das macrofanerófitas, no Vale do Itajaí, podemos citar: a canela-preta (*Ocotea catharinensis*) com largas e bem formadas copas caracteristicamente densifoliadas; o tanheiro ou tapiá-guaçu (*Alchornea triplinervia*) de copas em geral menos largas, verde-claras e muito altas; a peroba-vermelha (*Aspidosperma olivaceum*), uma das árvores mais altas e características das nossas florestas, provida porém de copa paucifoliada; o cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), árvore muito conhecida, porém, não muito freqüente na região do Vale do Itajaí; o óleo ou pau-óleo (*Copaifera trapezifolia*), árvore majestosa, que chama a atenção pelos seus troncos retos e cilíndricos encimados por uma copa corimbiforme muito típica; a bicuíba (*Virola oleifera*), que forma largas, porém paucifoliadas copas; o leiteiro (*Brosimum lactescens*), com tronco também reto e cilíndrico, cujos ramos tomam posição quase vertical, reduzindo assim consideravelmente o tamanho de suas copas; o guaraparim (*Vantanea compacta*), que apresenta em geral uma das maiores copas de todas as árvores do Vale do Itajaí, atingindo porém a árvore raramente mais de 30 metros de altura; a figueira-de-folhas miúdas (*Ficus organensis*), muito freqüente nas várzeas, planícies aluviais e encostas menos íngremes, forma igualmente largas e expressivas copas densifoliadas, atingindo por vezes tamanhos descomunais. (VELOSO E KLEIN, 1959).

6.2. Ecologia de florestas – estado da arte

Sob uma abordagem evolutiva, a adaptação das plântulas pode ocorrer de duas maneiras eventualmente associadas, uma estrutural (de base genética), outra funcional (fisiológica e/ou fenotípica). Analisando da mesma forma, o polimorfismo das plântulas pode acentuar sua especialização ecológica. É essencialmente no estágio de plântulas que um indivíduo se revela, ou não, adaptado. É onde se exprime mais intensamente o comportamento da espécie e, por conseqüência, manifesta sua sensibilidade através de taxas extremas de mortalidade em condições ambientais desfavoráveis (ROUSTEAU, 1986).

Em trabalhos sobre regeneração de florestas, além do conhecimento das plantas adultas, há necessidade de identificação também das plântulas, estado juvenis e estado não férteis, que em seu conjunto forma o estrato mais baixo. Adicionalmente, em estudos sobre dinâmica de populações, o reconhecimento de um dado momento das plântulas e estados juvenis em uma floresta pode ser de grande valor, podendo servir como indicador para o reconhecimento de vegetações em estado sucessional ou em clímax, segundo a diversidade de espécies e de indivíduos que predominam no solo. (AMO, 1979).

Os ecologistas de populações de plantas se preocupam com o número de plantas que pode ser encontrado em uma dada área e como e por que o tamanho da população muda ao longo do tempo. Assim, informações sobre a distribuição das classes de tamanho (plântulas, jovens, adultos e senescentes) e a influência exercida sobre as próximas gerações pela predação de: sementes. Plântulas, jovens, adultos; pelos processos de polinização e de dispersão de diásporos são de vital importância para o estudo da ecologia de populações (SILVERTOWN, 1987).

Os estádios de desenvolvimento existentes no ciclo de vida de uma espécie: semente, plântulas, jovens, adultos reprodutivos, senescentes; fornecem úteis intervalos para analisar as mudanças que existem no tamanho da população de plantas, ocorridas com o passar do tempo. A passagem de um estágio para outro se dá através de um crivo ambiental (SILVERTOWN, 1987).

A densidade maior de plântulas encontrada sob as árvores-mãe de *Cryptocarya moschata*, em comparação com a de *Ocotea catharinensis*, pode ser explicada pelo fato da primeira produzir, em média, quantidade maior de frutos, ter incidência menor de predação pré-dispersão e maior germinação de sementes de que a segunda (MORAES E PAOLI, 1995).

Uma população pode amortecer os efeitos de uma catástrofe localizada por duas vias: uma por imigração de plantas a partir de áreas não afetadas, para aquela que sofreu perturbação; a segunda por alteração na fecundidade ou mortalidade na população em si mesma, para compensar os efeitos da perturbação. A regulação de uma população se dá por processos dependentes da densidade (SILVERTOWN, 1987).

Nas matas secundárias mais desenvolvidas, com idades que variam entre 80 e 110 anos aproximadamente, as lauráceas, apresentam muitos exemplares jovens e apenas alguns

adultos, fato que parece indicar, tender essa vegetação para a formação dum clímax climático da região, que consiste na formação dum tipo de floresta muito semelhante às florestas primárias da região. Acreditamos que passados mais cerca de 50 anos, as matas secundárias mais desenvolvidas do baixo e médio Vale do Itajaí praticamente serão semelhantes às matas primárias, a tal ponto, que dificilmente poderão ser distinguidas. (KLEIN, 1979).

A sucessiva e progressiva instalação de espécies, cada vez mais tolerantes à sombra, bem como mais exigentes quanto à fertilidade do solo e à capa de húmus, presta-nos valiosos informes sobre as exigências básicas das árvores que constituem o interior da mata, bem como sobre os ambientes exigidos pelas epífitas e lianas. A tendência geral para a reconstituição de uma vegetação final do tipo floresta, nos fornece informes preciosos sobre as características e potencialidades do clima regional, uma vez que a vegetação de modo geral, reflete mais claramente as potencialidades do clima, do que os dados obtidos através de meticolosas observações meteorológicas. (KLEIN, 1979).

Herbivoria que em sentido restrito significa se alimentar de ervas, apresenta nas florestas tropicais um significado ecológico bem mais amplo. Na floresta milhares de espécies de herbívoros comem folhas abrindo buracos e entalhes em seu limbo, cortam o ápice dos brotos, sugam seiva do xilema e do floema de raízes, caules e folhas, enrolam folhas ou fazem galerias nos tecidos destas, raspam a epiderme da superfície foliar, cortam a folha e transportam-na para outro lugar. Cada um destes comportamentos é executado por determinadas espécies de adultos ou imaturos insetos ou por um grupo particular de vertebrados, em um dado momento especial. (JANSEN, 1996).

Leigh (1975, apud Jansen, 1996) calculou para a floresta da Ilha de Barro Colorado, Panamá, uma taxa de herbivoria (corte de folhas) executada por insetos na ordem de 12,5 % e por vertebrados 2,4%. No entanto Jansen (1996) considera um valor subestimado, pois não leva em conta os danos provocados pela remoção de seiva, folhas e brotos comidos por inteiro, folhas que são severamente danificadas levando-as ao abortamento e a perda de competitividade ou “status” edáfico causado pelo gasto de energia necessário reparar os danos e o que é pior a energia gasta para prevenir futuros grandes danos.

Com a alta produtividade das plantas da floresta tropical úmida, os herbívoros são também abundantes e variados, incluindo milhares de espécies de insetos. (RICKLEFS, 2000).

Dependendo da idade da folha, a retirada de partes das folhas pelo ataque dos insetos pode ser maior, principalmente se ela está completamente formada e em intensa atividade fotossintética. Um pequeno ataque no ápice do caule pode diminuir o performance competitivo das plantas jovens (pré-reprodutivos) (sapping), enquanto que a retirada de 10 kg de folhas em uma árvore adulta, pode ter pequeno impacto. (JANSEN, 1996)

O pico maior de herbivoria ocorre do por do Sol até a meia noite, quando o conteúdo nutritivo da folhagem parece ser maior, pois os produtos da fotossíntese não foram ainda translocados ou respirados, além do que, todos os predadores diurnos estão descansando. (JANSEN, 1996)

Os indivíduos que constituem uma população podem apresentar diversos tipos de distribuição espacial, que traduzem suas reações em face de diversas influências, como condições do sítio, competição, disponibilidade de nutrientes. A distribuição espacial pode ser uniforme, agrupada ou aleatória. (DAJOZ, 1983)

Os padrões de distribuição espacial, bem como a densidade em espécies dióicas podem ser um indicativo da fragilidade destas frente aos processos de fragmentação das florestas. (ACKERLY et al., 1990)

Estudo feito para a espécie arbórea, dióica, *Ocotea tenera* (Lauraceae), na Costa Rica, sugere que esta espécie tenha distribuição não aleatória, em populações naturais, talvez causada pela instável expressão sexual modificada pela presença das árvores vizinhas. A probabilidade de encontrar um indivíduo vizinho do sexo oposto foi muito maior que o esperado. (WHEEL, WRIGHT E BRUNEAU, 1992).

A ecologia de populações trata do impacto das interações da população com seu ambiente. Entende como população o conjunto de indivíduos de mesma espécie que ocorrem em uma área geográfica definida (SILVERTOWN, 1987).

População é o conjunto de indivíduos de uma espécie próximos o suficiente para ocorrer cruzamento entre eles (BEGON *et al*, 1996).

A ecologia de populações de plantas se preocupa com o número de indivíduos da espécie na área e, como e por que o tamanho da população se altera ao longo do tempo. Portanto, informações sobre a distribuição nas classes de tamanho (plântulas, jovens, adultos) e a influência exercida pela predação sobre as próximas gerações de sementes, plântulas, jovens e adultos; pelos processos de polinização e de dispersão de diásporos, são de vital importância para a ecologia de populações (SILVERTOWN, 1987).

As populações naturais possuem características pertinentes aos grupos de indivíduos que as compõem. As suas principais características são: natalidade, densidade, mortalidade, distribuição espacial, estádios ontogenéticos, potencial biótico e forma de crescimento. A densidade não deve apenas representar a quantidade de indivíduos por área, mas demonstrar a proximidade com o co-específico. O grau de distanciamento pode fornecer informações úteis quando se deseja entender as influências mútuas entre populações que possam levar à competição e à exclusão (Begon *et al*, 1996). A natalidade e a mortalidade regulam a densidade e o tamanho das populações de plantas e podem influenciar na sua distribuição etária e espacial (Harper, 1990), bem como, aquelas podem ser afetadas pela densidade. No entanto, as populações não respondem diretamente à densidade, mas à escassez de recursos provocada pelos vizinhos (BEGON *et al*, 1996).

A presença de uma planta altera as condições ambientais de seus vizinhos e pode modificar sua forma e taxa de desenvolvimento. A interferência pode ser ocasionada pelo consumo de recursos de suprimento limitado, pela produção de alelopáticos; alterações na exposição aos ventos e à luz e, ainda, influenciar no comportamento dos predadores (BEGON *et al*, 1996).

A taxa de desenvolvimento de uma planta jovem é maior se esta (a) se estabelecer antes de seus vizinhos, acessando os recursos, (b) está bem separada de seus vizinhos e (c) tem vizinhos fracos. A hierarquia de tamanhos na população parece derivada, ao menos em parte, de uma série de pequenas, mas cumulativas diferenças no espaço e no tempo entre os indivíduos (HARPER, 1990).

O número de plantas é determinado pelo número de sítios habitáveis e pela rapidez com que elas os descobrem e colonizam. A descoberta depende da distribuição espacial das áreas habitáveis e a dispersibilidade dos propágulos (HARPER, 1990).

Os indivíduos, assim como as populações de plantas, possuem admirável capacidade de resposta aos estresses a que são submetidos, promovendo variação na taxa de natalidade e de mortalidade de suas partes: folhas, ramos, flores, frutos, raízes, entre outras. A proximidade, com o vizinho pode afetar, profundamente, o desenvolvimento de uma planta e seu desenvolvimento plástico é um dos fortes mecanismos de reação à densidade, que contribui para regular as manifestações reprodutivas de uma população. Durante o desenvolvimento das plantas sob estresse da densidade, a alocação de assimilados entre diferentes estruturas torna-se alterada (HARPER, 1990).

Denomina-se 'banco de sementes' ou '*pool* de sementes' a população de diásporos existente no solo. Plântulas ou *seedlings* são indivíduos muito jovens originados pela germinação das sementes. Plântulas que emergem, simultaneamente ou temporalmente, muito próximas formam uma coorte. A coorte é uma importante unidade demográfica. A transição entre os estádios juvenis (plântulas e jovens) para as fases subseqüentes do ciclo de vida, nas quais a reprodução ocorre, é denominada de recrutamento (SILVERTOWN, 1987).

Muitas plântulas podem ser encontradas sob a floresta com desenvolvimento estacionário por longo período de tempo. Diz-se, então, que apresentam síndrome de Oskars. Os estádios de desenvolvimento que compõem o ciclo de vida de uma espécie de planta, semente, plântula, jovem, adulto, fornecem intervalos úteis para analisar as mudanças no tamanho da população ocorridas com o passar do tempo. A passagem de um estágio para outro ocorre através de intensos crivos ambientais (SILVERTOWN, 1987).

As etapas do ciclo de vida de uma planta nas quais a seleção natural pode atuar mais acentuadamente são: a) fase pré-dispersiva, desde a fertilização até a liberação da semente, quando a planta nova ainda está dependente da planta-matriz; b) fase de dispersão, pela ação dos dispersores, patógenos e predadores; c) fase de germinação e estabelecimento, da germinação até a produção do primeiro par de folhas verdadeiras; d) fase adulta, incluindo a fase pré-reprodutiva (juvenil) e adulto reprodutivo e, e) fase reprodutiva: floração, gametogênese e fertilização (SOLBRIG, 1980).

Para entender a regeneração das espécies arbóreas tropicais são necessárias as seguintes informações: avaliação das necessidades para a germinação e estabelecimento das plântulas; estudo de todas as classes de tamanho; avaliação das condições do microssítio

ocupado pela espécie; observações de longa duração, particularmente para análise da supressão, sobrevivência e dinâmica do micro-habitat e preferencialmente, comparação entre espécies na mesma floresta (CLARK E CLERK, 1992).

Na floresta tropical em Manaus, AM, foi constatada ocorrência de competição entre jovens e adultos da mesma espécie por nutrientes, limitando o desenvolvimento dos jovens. Os estudos foram efetuados com *Aspidosperma carapanauba* Pichon (Apocynaceae), tolerante à sombra e, *Dinizia excelsa* Ducke (Fabaceae), exigente de luz (LEWIS E TURNER, 2000).

Na busca de mecanismos compensatórios na dinâmica das populações de espécies comuns e raras, duas florestas pluviais australianas foram avaliadas por 15 anos (Connell *et al.* 1984). Estes autores levantaram a hipótese de que espécies comuns na comunidade têm taxas menores de crescimento e de recrutamento e taxas maiores de mortalidade que as espécies raras, possibilitando, assim, a manutenção da diversidade dessas florestas. Evidenciaram que estes mecanismos não agem com a mesma intensidade em todas as fases do ciclo de vida da planta, nem em todas as espécies. A fase de plântula é mais suscetível aos processos dependentes da densidade de co-específicos. A presença de adultos co-específicos não influencia na taxa de sobrevivência e desenvolvimento dos jovens, no entanto, a alta densidade de jovens da mesma espécie presentes na área, afeta essas taxas.

Diferentes espécies respondem de modo diverso aos mecanismos dependentes da densidade. Connell *et al.*, (1984) relataram pesquisas nas quais espécies em que a distância do co-específico adulto não afetou as taxas de mortalidade e crescimento, no entanto, mostraram-se sensíveis à densidade de indivíduos co-específicos de menor tamanho. Outras espécies foram sensíveis tanto à densidade, como à distância dos adultos e jovens co-específicos e outras, ainda, somente sensíveis à distância do adulto da mesma espécie.

As florestas pluviais tropicais submontanas ou de planície caracteristicamente apresentam muitas espécies arbóreas, com baixa densidade de adultos de cada espécie, apresentando distribuição espacial agrupada e os indivíduos adultos não produzem novos adultos em sua proximidade, em contraste com as florestas pluviais temperadas. Estas características podem estar relacionadas com dois processos comuns à maioria das florestas tropicais: 1) o número de sementes de uma determinada espécie declina com a distância da planta matriz e varia com o tamanho das sementes viáveis no tempo de sua dispersão e 2) o

adulto, suas sementes e plântulas são fontes de alimento para muitos predadores e parasitas de plantas com especificidade de hospedeiro. A mortalidade dependente da densidade ou da distância do co-específico adulto pode ser o mecanismo regulador da densidade final de adultos, propiciando a diversidade das florestas tropicais (JANSEN, 1970).

De modo complementar a idéia de Jansen (1970) a maior taxa de mortalidade de sementes, plântulas e jovens de uma determinada espécie na proximidade de adulto co-específico pode decorrer da presença nesse adulto de herbívoros (Connell, 1971). Essas idéias ficaram conhecidas como hipótese de escape de Jansen e Connell.

Estudos em florestas tropicais testaram as hipóteses de escape de Jansen e Connell, muitos deles, e para diversas espécies, confirmaram o prognóstico (Denslow, 1980; Augspurger, 1983; Clark & Clark, 1984; Henriques & Souza, 1989; Bleher & Böhning-Gaese, 2001), outros negaram (Connell, 1979; Wilson & Jansen, 1972) e ainda outros, com algumas respostas das espécies confirmando a hipótese e outras negando (Jansen, 1972; Augspurger & Kitajima, 1992).

Os herbívoros exercem o principal impacto sobre as plantas, tanto em escala evolutiva, quanto ecológica. Muitas vezes a perda energética com a herbivoria é superior à gasta com reprodução, ou seja, o investimento que mais diretamente determina a performance da planta (COLEY *et al*, 1985).

A taxa de herbivoria em folhas maduras é menor que em folhas jovens, tanto para espécies pioneiras, quanto para persistentes (Coley, 1996). As folhas jovens são preferidas por herbívoros vertebrados e invertebrados e quando encontradas por esses são consumidas intensamente. Nas florestas tropicais, os herbívoros geralmente removem 10 a 30 % da área foliar das plantas a cada ano (COLEY E BARONE, 1996).

Efetando um comparativo entre a taxa de herbivoria em florestas tropicais e temperadas, Coley & Barone, (1996), constataram ocorrência de 7,1 % nas temperadas e nas florestas tropicais, 11,1 % em espécies tolerantes à sombra e 48 % entre espécies especialistas em clareiras. Evidenciaram também, que folhas jovens foram mais danificadas que as folhas maduras, nas florestas tropicais. No entanto, a hipótese de que a taxa de herbivoria aumenta dos pólos para o equador, não se confirmou para todos os ambientes (HADWEN *et al*, 1998).

As taxas anuais de mortalidade, em geral, ficam em torno de 1 a 3 % dos indivíduos com mais de 10 cm de diâmetro em florestas tropicais pluviais, conforme foi sintetizado por Phillips & Gentry, 1994; Gomes, 1998; Melo, 2000. As taxas de mortalidade são mais elevadas entre os indivíduos no início do ciclo de vida, sendo que junto às plântulas estas taxas podem ser excessivamente altas (até 67 %), bem como, entre jovens quando com pequeno tamanho (LIEBERMAN *et al*, 1985).

O crescimento lento em diâmetro e em altura parece ser uma constante entre as espécies arbóreas climáticas das florestas tropicais (Lang & Knight, 1983; Melo, 2000). O tempo de passagem de uma classe de diâmetro para outra, utilizando as taxas de incremento anual, médio ou máximo no diâmetro, em geral, pode ser de décadas nas classes de diâmetros menores, podendo chegar a séculos nas classes de tamanhos intermediários (CLARK & CLARK, 1992; CONDIT *et al*, 1992).

A passagem do estágio de semente para o de plântula se caracteriza, possivelmente, no mais intenso crivo ambiental pelo qual, passam as espécies em condições florestais (Harper, 1990). No entanto, sementes grandes, ricas em reservas nutritivas, conferem importante valor adaptativo às espécies que germinam sob florestas pluviais tropicais e temperadas (FOSTER, 1986).

Sob a copa das árvores adultas, plântulas e jovens, muitas vezes, apenas conseguem emitir algumas folhas jovens, mas não apresentar crescimento em altura. Grande número de jovens sucumbe ao final de décadas de supressão. Os poucos jovens que subsistem mantêm habilidade de se desenvolver rapidamente, quando as condições ambientais se tornam favoráveis (RICHARDS, 1981).

A curva de sobrevivência da população com forma côncava indica decréscimo do risco de morte com o aumento da idade dos indivíduos. Curvas em 'J' invertido, são as mais comuns entre todos os organismos (HARCOMBE, 1987).

Quando se trata de populações de espécies arbóreas, a escala de tempo a ser considerada para o completo ciclo de vida varia de décadas até muitos séculos, ultrapassando em muito o ciclo de vida humana, o que dificulta o acompanhamento da dinâmica das populações, bem como dos fatores condicionantes dessa dinâmica e estrutura.

Do ponto de vista histórico, o estudo de populações de espécies da floresta pluvial atlântica é recente. Registro preliminar da estrutura populacional de centenas de espécies

existentes nas comunidades e associações vegetais da mata pluvial do Sul do Brasil foi efetuada de forma pioneira e extensiva por Veloso & Klein (1959, 1961, 1963, 1968 a e b). No entanto, a dinâmica não foi contemplada, devido ao foco florístico e sinecológico do estudo. Nesses trabalhos, as populações são categorizadas em classes de perímetro, evidenciando sua estrutura de tamanho.

Os estudos em dinâmica de populações de espécies nativas arbóreas, em florestas, são raros e recentes no Brasil. Trabalhos pioneiros têm sido de grande relevância para o entendimento da ecologia de populações em florestas tropicais, com levantamento da estrutura de população de *Psychotria suterella* Muell. Arg. (Rubiaceae), em São Paulo, SP (Grandisoli, 1997); *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. (Myristicaceae) (Piña-Rodrigues, 1999) e *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae) (Baider, 2000); em florestas pluviais sob clima temperado com a estrutura de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) (Bovi *et al.*, 1988; Reis *et al.*, 1996), de *Hedyosmum brasiliense* Miq. (Chloranthaceae) (Zaniolo, 2002); além de matas de galeria com levantamento populacional de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Fabaceae) (Resende, 1997) e *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Clusiaceae) (Marques & Joly, 2000). Devido à escassez de informações de longo prazo, não tem sido possível delinear padrões.

Pesquisas envolvendo maior número de espécies de uma comunidade da Floresta Ombrófila Densa Atlântica, em São Paulo, foram efetuados para 12 espécies, com indivíduos (DAP \geq 8 cm) com, ao menos, 10 indivíduos na amostra (Gomes, 1998) e, para 16 espécies arbóreo-arbustivas (Melo, 2000). Em geral, os trabalhos efetuados se concentram em alguma fase do ciclo de vida ou classe de tamanho, não abrangendo todas as etapas desse ciclo, ou ainda, detectam a estrutura (Reis *et al.*, 1996) e não a dinâmica das populações.

Exceção deve ser feita à *Euterpe edulis*, espécie florestal com população melhor estudada, tendo sido caracterizada sua estrutura, dinâmica e manejo de população (VELOSO & KLEIN, 1959, 1961, 1963, 1968 a, b; REITZ *et al.*, 1979, BOVI *et al.*, 1988; REIS *et al.*, 1996; FISCH, 1998; Matos & Watkinson, 1998; Reis *et al.*, 2000; REIS & REIS, 2000; REIS *et al.*, 2001).

6.3. O manejo florestal como estratégia para a conservação

O conhecimento da estrutura e da dinâmica das populações de espécies arbóreas possibilita embasar ações de conservação, manejo de espécies de interesse econômico, medicinal ou ecológico, abundantes ou raras, nas suas áreas de ocorrência.

O manejo florestal está associado ao aproveitamento adequado dos recursos florestais existentes, para atender às demandas da sociedade por produtos madeireiros e não madeireiros, em especial o volume de madeira que em uma variável extremamente importante com poder de informação tanto no meio acadêmico e científico como no setor produtivo servindo para o planejamento e execução de projetos de manejo florestal, que começa com o inventário, passa pela exploração madeireira e se encerra com o monitoramento das parcelas permanentes.

A principal preocupação em projetos de manejo de exploração sustentável, é a garantia de uma contínua regeneração natural, através da seleção de plantas porta-sementes que sejam regularmente distribuídos para garantir a variabilidade genética na população da espécie a ser manejada. Dessa maneira, a floresta naturalmente se encarregará de periodicamente distribuir os frutos, restando ao proprietário apenas fazer cortes em tempos regulares que será estabelecido conforme o crescimento da espécie em cada local.

6.4. Características da espécie

Nome científico: *Ocotea catharinensis* Mez.

Família: Lauraceae.

Nomes populares: Canela-preta, canela-amarela, canela-broto, canela-bicha, canela-pinto, canela coqueira. (REITZ; KLEIN, 1968).

Árvore de 25 a 30 metros de altura e 60 – 100 cm de diâmetro (foto 1) na altura do peito; tronco um pouco curvo, levemente quinado ou achatado, esgalhamento largo, tortuoso e grosso, formando copa larga, achatada, bastante densa com folhagem verde-escura-luzente; folhas simples, inteiras, coriáceas um tanto rígidas, oblongo-lanceoladas ou lanceoladas, bem acuminadas, em cima nitíduladas e obscuramente reticulado-venosas, em baixo dotadas de retículo mais proeminente, glabras, medem comumente entre 6–10 cm de comprimento, por 2–3 cm de largura; nas axilas das nervuras basais existem tufo de pêlos,

as domácias, as quais na face superior são abauladas e na inferior mostram-se cobertas de pêlos alvacentos, conspícuos; pecíolo quase plano superiormente, glabro, muito curto cerca de 1 cm de comprimento (REITZ; KLEIN, 1968).

Inflorescências em racemos pequenos axilares, 1 a 3 cm, muito mais curtas do que as folhas, paucifloras; flores monoclinas com lobos perigoniais triangulares, por fora um tanto, por dentro muito vilosas, cerca de 2 mm de comprimento; estames externos com filetes quase do comprimento das anteras, estas suborbiculares, anteras internas mais estreitas; glândulas globosas e sésseis, estaminódios centrais, pequeninos menos de 1 mm, vilosos, no ápice atenuados, agudos; ovário obovóide, glabro, bem menor do que o estilete retilíneo; estigma capitado; fundo da flor (receptáculo é densamente revestido de pêlos fulvo-seríceos. Fruto elipsóide, pardo-escuro, enrugado, com 20–25 x 10–15 mm, envolvido pela cúpula até perto da metade; cúpula hemisférica, negra, crassa, cerca de 10 x 15–18 mm, lisa ou com verrúculas esparsas (REITZ; KLEIN, 1968).

Floresce praticamente durante todo o ano, predominando desde agosto até março; frutifica principalmente no outono–inverno (REITZ; KLEIN, 1968).

Planta perenifolia, ombrófila e seletiva higrófito, característica da mata primária densa das encostas e topos de morros da Floresta Ombrófila Densa; é mais freqüentes em altitudes compreendidas entre 300 e 700 m e, é uma das espécies mais abundantes dessa formação florestal, principalmente nos três estados sulinos (REITZ; KLEIN, 1968, LORENZI, 1992).

Árvore característica e exclusiva da mata pluvial da encosta atlântica onde apresenta vasta e expressiva dispersão, indo desde Garúva ao norte até Praia Grande ao sul, no Estado de Santa Catarina. Tem possivelmente o seu limite austral no município de Osório no Rio Grande do Sul (REITZ; KLEIN, 1968).

Entre as múltiplas aplicações dessa madeira podemos citar: construção civil, dormentes, vigas, caibros, ripado, tacos, assoalhos em geral, esquadrias, caixilhos, pranchas, moirões. Muito utilizada em móveis e em aberturas de casas em virtude de receber bem o verniz. Pela sua durabilidade é empregada em obras externas e na construção naval. Em Santa Catarina, nos assoalhos, é clássica a dobradinha canela-preta e peroba em múltiplos desenhos (REITZ; KLEIN, 1968).



Foto 1: Exemplar de *Ocotea catharinensis* de aproximadamente 1m de diâmetro na área virgem do Parque das Nascentes, Blumenau. Foto: Lúcia Sevegnani.

7. MATERIAL E MÉTODOS

7.1. Área de estudo:

7.1.1. O Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia, Blumenau

O Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia, denominado simplesmente Parque das Nascentes, foi criado em 1998 e localiza-se na região sul do Município de Blumenau, mais precisamente entre as latitudes 27° 01' e 27° 06' S e entre as longitudes 49° 01' e 49° 10' W, no estado de Santa Catarina, Sul do Brasil (Figura 1, 2) Possui esse parque 5.300 ha de propriedade e administrado pela Fundação Municipal do Meio Ambiente/Prefeitura Municipal de Blumenau e Universidade Regional de Blumenau.

7.1.2. Descrição da área de estudo

A encosta utilizada para o presente estudo localiza-se no interior do Parque das Nascentes, distante aproximadamente 2,5 km ao oeste da sede do parque. A trilha que conduz a área é utilizada constantemente como corredor da fauna e de caçadores. O percurso até a área de estudo inclui oito travessias do Ribeirão Garcia Pequeno, num vale do pequeno ribeirão Garcia Pequeno, quando então se inicia a subida de acesso à encosta. Trata-se de relicto em floresta primária conservada, devido à dificuldade de acesso. A área encontra-se isolada de visitantes, porém a entrada de caçadores é constante; tendo sido registrados alguns roubos de palmito (*Euterpe edulis*) no decorrer do trabalho em 2001.

A encosta utilizada beira o ribeirão Garcia Pequeno desde a altitude de 350m atingindo no topo da encosta conforme a carta topográfica de Botuverá (IBGE, 1970) 730 metros de altitude. A situação topográfica do relevo é favorável à formação do microclima ideal à formação do que Klein (1979) descreveu de “*Ocotietum*” devido à impressão homogênea representada pelo gênero *Ocotea*. A exposição da encosta para o lado sul, evitando assim as fortes consequências da insolação excessiva, somado ao fato de ser um grande vale composto por inúmeros morros e encostas de inclinação suave a moderada favorecendo a preservação da umidade e das condições ideais à formação “*Ocotietum*”.

7.1.3. Aspectos do meio físico:

Segundo Thornthwaite, o clima é do tipo Clima Úmido Mesotérmico, sem deficiência de chuva em qualquer estação e regime de evapotranspiração com potencial megatérmico (GAPLAN, 1986).

Apesar dos altos índices térmicos, relativamente elevados para esta latitude, pode ocorrer geadas, devido à proximidade com o Oceano Atlântico, o que dá uma característica climática própria à região (SANTOS, 1996).

Possui uma precipitação anual variando entre 1.600 e 1.800 mm, distribuídos entre 120 a 140 dias de chuva durante o ano, com umidade relativa média entre 75 e 80%. A insolação total anual gira em torno de 1.800 h, com uma temperatura média anual variando entre 16 e 18° C (REIS, 1995).

As montanhas do Parque das Nascentes pertencem à Serra do Itajaí, que faz parte da Unidade Geomorfológica da Serra do Tabuleiro, sendo constituído principalmente por agrupamentos de gnaisses, granitos e migmatitos. Estas antigas e diversificadas formações rochosas datam de mais de 500 milhões de anos (SANTOS, 1996).

O solo é do tipo CAMBISSOLO ÁLICO, não hidromórfico, com baixo gradiente textural, e de alta a média relação silte/argila (SANTOS, 1996).

Devido a essa formação e ao fato dos vales terem formato em “v”, essa área torna-se muito susceptível à erosão e deslizamentos, ocasionando freqüentes catástrofes afetando às populações e os ambientes. O relevo acidentado resguardou a área do uso agrícola e pecuário, ou seja, apesar da exploração de madeiras, a área florestal não sofreu corte raso, remanescendo importante floresta, sendo parte dela transformada em Parque das Nascentes.

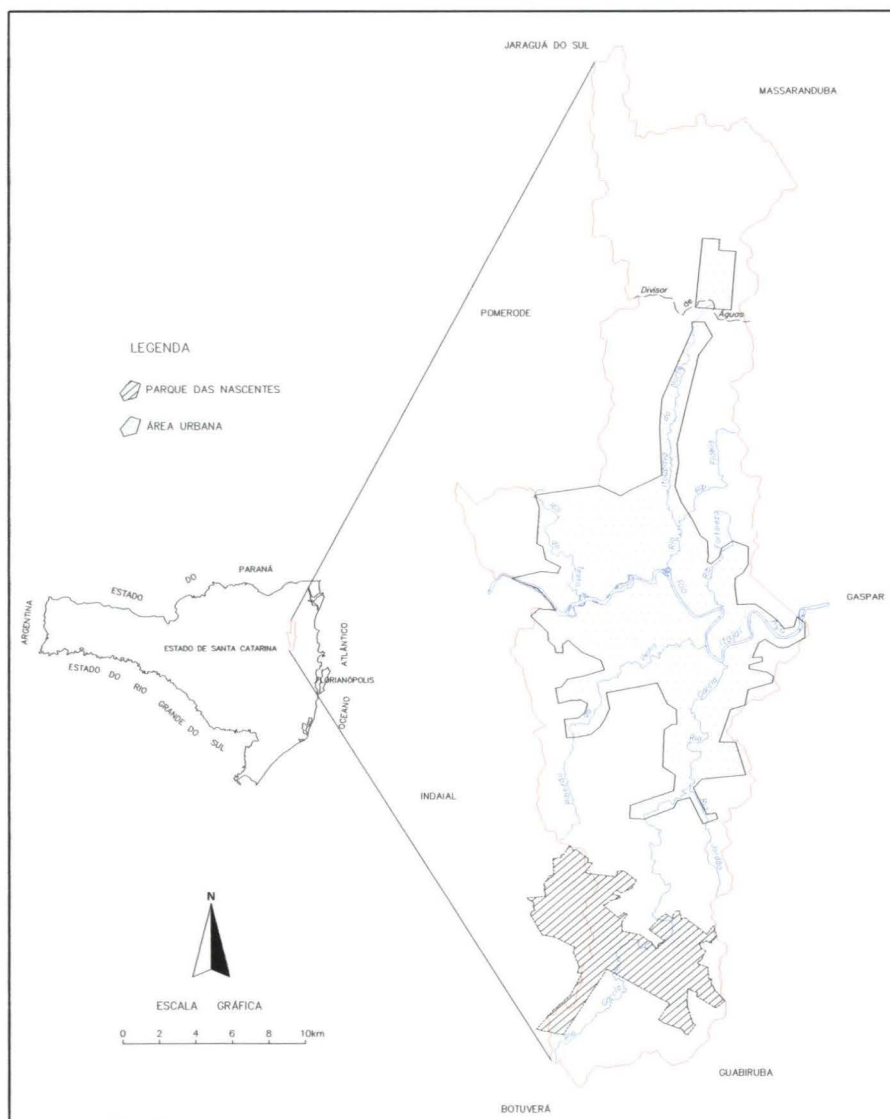


Figura 1. Mapa do Estado de Santa Catarina destacando Blumenau e mapa de Blumenau destacando o Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia. Fonte: IPA/FURB.

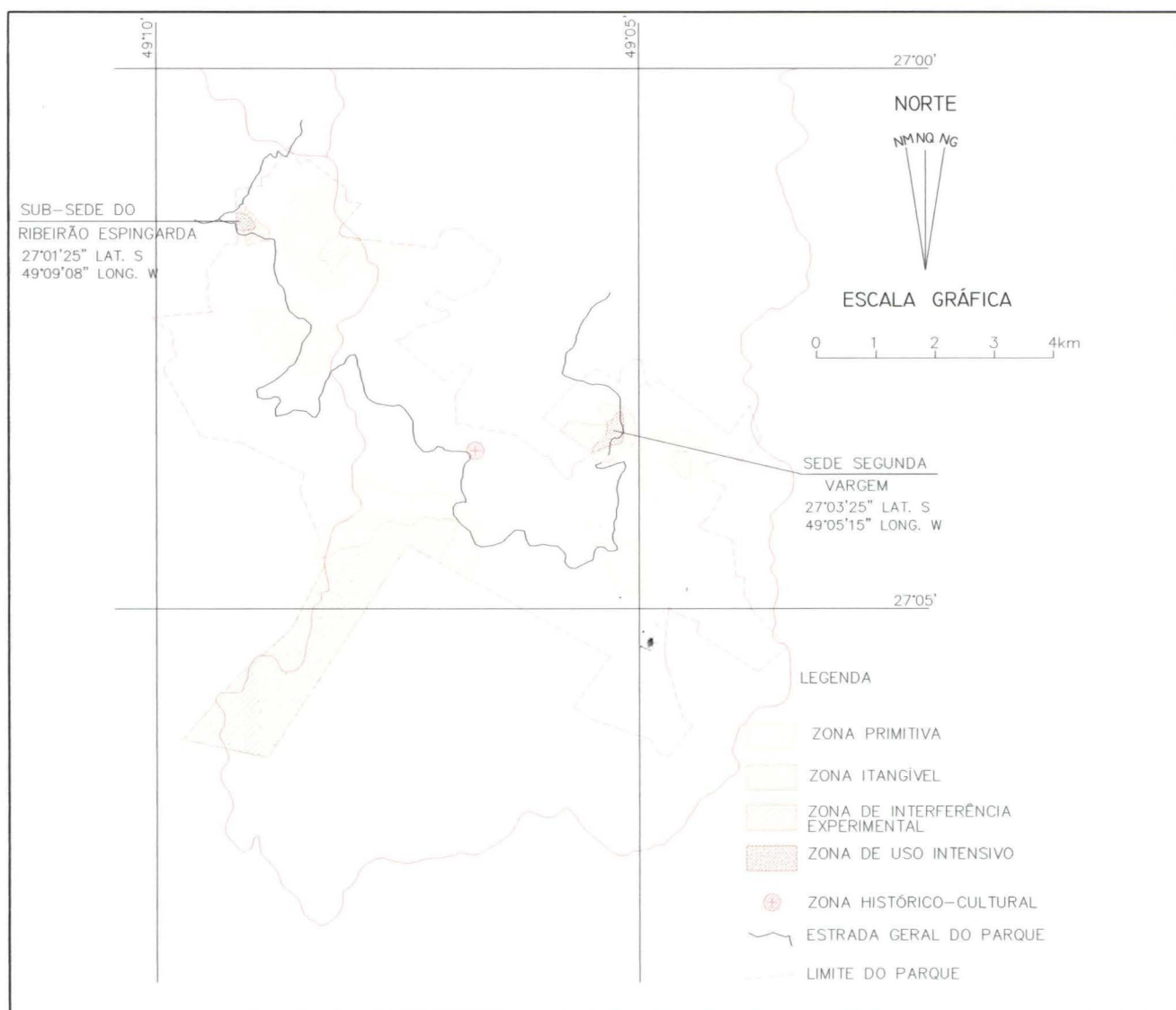


Figura 2: Mapa do Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia, Blumenau, SC, Fonte: IPA/FURB.

7.1.4. Hidrografia

O Parque das Nascentes é banhado pelos afluentes da microbacia do Ribeirão Garcia (76% destes cortando áreas do Parque), afluente da margem direita do rio Itajaí-açu. Sua calha, orientada no sentido SW/NE, possui extensão total de 41.890 m recebendo uma descarga média anual de 3,42 m³/s, com registro de picos máximos de vazão na casa de 140 m³/s. Sua microbacia abrange uma área de 404.580 m² (SANTOS, 1996).

O ribeirão Garcia foi enquadrado como classe 1, pela Port. N.º 0024/79 de 01/09/79 do Gabinete de Planejamento do Governo do Estado de Santa Catarina, até as imediações do quartel militar de Blumenau.

7.1.5. Aspectos Biológicos

7.1.5.1. Fauna

No Parque já existem registros da existência de uma rica fauna de mamíferos não voadores no Parque das Nascentes. Espécies como *Cebus apella* (macaco-prego), *Alouatta fusca* (bugio), *Mazama americana* (veado-mateiro), *Tamandua tetradactyla*, *Dusicyon thous* (cachorro-do-mato), *Leopardus pardalis* (jagatirica), *Puma concolor* (puma) e *Hydrochaeris hydrochaeris* (capivara) foram levantadas neste trabalho de identificação de mastofauna (FREYGANG *et al.*, 1997).

Nos levantamentos de quirópteros realizados no Parque, Althoff (1996) registrou até o momento quinze espécies, agrupadas em três famílias distintas. Podemos citar espécies como *Anoura caudifer*, *Carollia perspicillata*, *Stunira lilium*, *Platyrrhinus lineatus*, *Artibeus lituratus*, *Artibeus fimbriatus* e *Artibeus sp.* São também bem comuns vários répteis. Segundo Bacca (1988), destacam-se os lagartos, os sinimbus, as cobras peçonhentas: *Bothrops jararaca*, *Bothrops jararacussu* e *Micrurus coralinus* e também inúmeras espécies não peçonhentas. Podem também ser observados no Parque falsos-camaleões e outros pequenos lagartos.

Trabalhos objetivando o levantamento da avifauna já listaram 208 espécies de aves distribuídas em trinta e nove famílias, onde predominaram os tiranídeos com 26 espécies (SANTOS *et al.*, 2001). Destacamos ainda espécies consideradas em extinção como o *Tinamus solitarius* (macuco) e *Dacnis nigripes* (saí-de-pernas-pretas) (ZIMMERMANN, 1995).

7.1.5.2. Vegetação

A cobertura vegetal do Parque é do tipo tropical, sendo classificada como Floresta Ombrófila Densa (GAPLAN, 1986). Esta cobertura é caracterizada por apresentar uma grande gama de espécies arbóreas com alturas entre 25 e 35 m, tornando este ambiente

propício para uma diversificada variedade de epífitas, lianas e cipós, fato que dá este aspecto de floresta tropical à região.

O Parque conta com aproximadamente 5.300 ha de cobertura vegetal, dos quais 600 ha são ainda de floresta primária não alterada. Já 150 ha sofreram corte raso, e os restantes 4.550 ha enquadram-se como floresta primária alterada por corte seletivo (BACCA, 1988).

Entre as espécies de importante valor fitossociológico encontradas no Parque podemos citar: *Ocotea catharinensis*, *Ocotea odorifera*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Nectandra oppositifolia* (Lauraceae), *Sloanea guianensis* (Elaeocarpaceae), *Euterpe edulis* (Araceae), *Alchornea triplinervia*, *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae), *Copaifera trapezifolia*, *Andira fraxinifolia*, *Pterocarpus sp.*, *Ormosia arborea* (Fabaceae), *Aspidosperma australe* (Apocynaceae), *Virola bicuhyba* (Myristicaceae), *Myrcia pubipetala*, *Marlierea tomentosa*, *Eugenia gabiroba*, *Eugenia kleinii*, *Calypthranthes lucida*, *Eugenia beaurepaireana*, *Plinia rivularis*, dentre outras (KLEIN, 1978; 1979).

7.2. Procedimentos metodológicos de coleta e análise de dados

Foram demarcadas dez matrizes, com diâmetro maior que 20 cm e inventariados todos os indivíduos de canela-preta existentes em um raio de 17,5m ao redor da matriz amostrando 1.000 m² por matriz, com 10.000 m² de área amostrada

7.2.1. Procedimento de coleta de dados referentes às dimensões dos indivíduos e sua localização

Todos os indivíduos da espécie foram medidos e marcados com etiqueta plástica numerada. O diâmetro basal foi medido a 5cm do solo com auxílio de paquímetro de precisão ou com fita métrica nos indivíduos com mais de 10cm de diâmetro basal. Foi também registrada a altura total (distância entre a base e o ápice da planta), e nos indivíduos com mais de 2,5m de altura, essa foi estimada. Foi também medida a distância entre a matriz e o indivíduo.

7.2.2. Procedimento de coleta de dados referente à herbivoria

A herbivoria foliar ou folivoria foi estimada visualmente, utilizando a seguinte escala, adaptada de Fournier (1974): 0 – não ocorrência de herbivoria; 1 – entre 1 e 25 % de dano; 2- entre 25 e 50 %; 3 – entre 50 e 75 % de dano; 4 – entre 75 e 100 % de herbivoria. Para essa estimativa, considerou-se a área foliar total da planta.

7.2.3. Procedimento de análise de dados referentes à densidade

A análise dos dados obtidos foi feita através do programa JMP (1995). A densidade total foi calculada pela simples razão entre o número total de indivíduos amostrados e a área total amostrada, transformada para n de indivíduos/m². Calculou-se também a densidade para cada fase ontogenética.

Densidade total (Dt)

$Dt = n/S$, onde n = número total de indivíduos e S = área total da amostra (M)².

7.2.4. Procedimento de análises estatísticas

Aos dados obtidos da medição de altura, diâmetro e número de folhas foi aplicada a regressão linear com a finalidade de avaliar as possíveis relações entre esses parâmetros. A significância das diferenças entre as médias de altura e diâmetro para cada classe ontogenética estipulada foi verificada através da ANOVA. Testes post-hoc (Tukey-Kramer; nível de significância de 5%) foram utilizados para analisar as diferenças entre os grupos.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1. Estrutura populacional segregada em classes de altura e diâmetro

No total foram amostrados 241 indivíduos abrangendo a área de 10 matrizes e aproximadamente 1,0 ha de área amostrada. A densidade total calculada, foi de 241 ind/ha. O diâmetro médio dos indivíduos amostrados foi de 2,46 cm ($S = 8,6$) e a média de altura foi de 121,8 ($S = 360$). Os indivíduos amostrados foram distribuídos em nove classes diamétricas (Tabela 1) e 11 classes de altura (Tabela 2).

Tabela 1: Distribuição dos indivíduos de *Ocotea catharinensis* por classe de diâmetro, média por classe, desvio padrão e densidade Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia do Garcia, Blumenau, SC.

Classe diamétrica	Intervalo das classes de diâmetro (cm)	Nº indivíduos	diâmetro Médio (cm)	Desvio padrão	Densidade (ind/ha)
1	0,09 - 0,15	70	0,129	0,018	88,75
2	0,16 - 0,20	58	0,188	0,014	72,50
3	0,21 - 0,30	43	0,248	0,036	53,75
4	0,31 - 0,50	17	0,385	0,057	21,25
5	0,51 - 1,00	15	0,744	0,165	18,75
6	1,01 - 5,00	20	1,756	0,676	25,00
7	5,01 - 20,0	6	11,853	3,285	7,50
8	20,01 - 73,00	12	36,221	14,864	13,75
Total	-	241	2,46	8,59	301,25

Tabela 2: Distribuição dos indivíduos de *Ocotea catharinensis* por classe de altura, sua média por classe, desvio padrão e densidade, Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia do Garcia, Blumenau, SC.

Classe de altura	Intervalo das classes de altura (cm)	Nº indivíduos	Altura Média (cm)	Desvio padrão	Densidade (ind/ha)
1	0-10	107	7,18	2,18	133,7
2	11-20	63	13,77	2,65	78,7
3	21-30	16	26,08	3,07	20,0
4	31-40	4	34,175	2,90	5,0
5	41-50	3	47,66	2,52	3,7
6	52-60	4	53,70	1,67	5,0
7	61-70	2	66,25	6,01	2,5
8	71-100	6	91,00	7,51	7,5
9	101-130	4	115,50	11,09	5,0
10	131-160	4	144,25	13,12	5,0
11	> 161	28	929,44	653,52	35,0
Total	-	241	121,81	359,98	301,25

A distribuição dos indivíduos nas classes diamétricas apresentou um padrão em ‘J’ invertido indicando um maior número de indivíduos nas classes de menor diâmetro (Figura 3). Este mesmo padrão em ‘J’ invertido pode também ser verificado para as classes de altura, onde os indivíduos de menor altura estão representados em maior número (Figura 4). A distribuição de “J” invertido, caracterizando hierarquias de tamanho, em geral é tida como representação de uma população em equilíbrio (Resende, 1997).

Marques e Joly (2000) observaram predominância de plantas nas classes menores (plântulas e jovens), com progressiva queda nas classes maiores, para a população de *Callophylum brasiliensis*, sendo a mortalidade o principal fator de seleção dos indivíduos.

Conforme Resende (1997) ao longo do tempo pode haver mudanças nas distribuições de frequência das classes, que são causadas pela entrada e saída diferenciada de indivíduos por mortalidade, crescimento ou recrutamento.

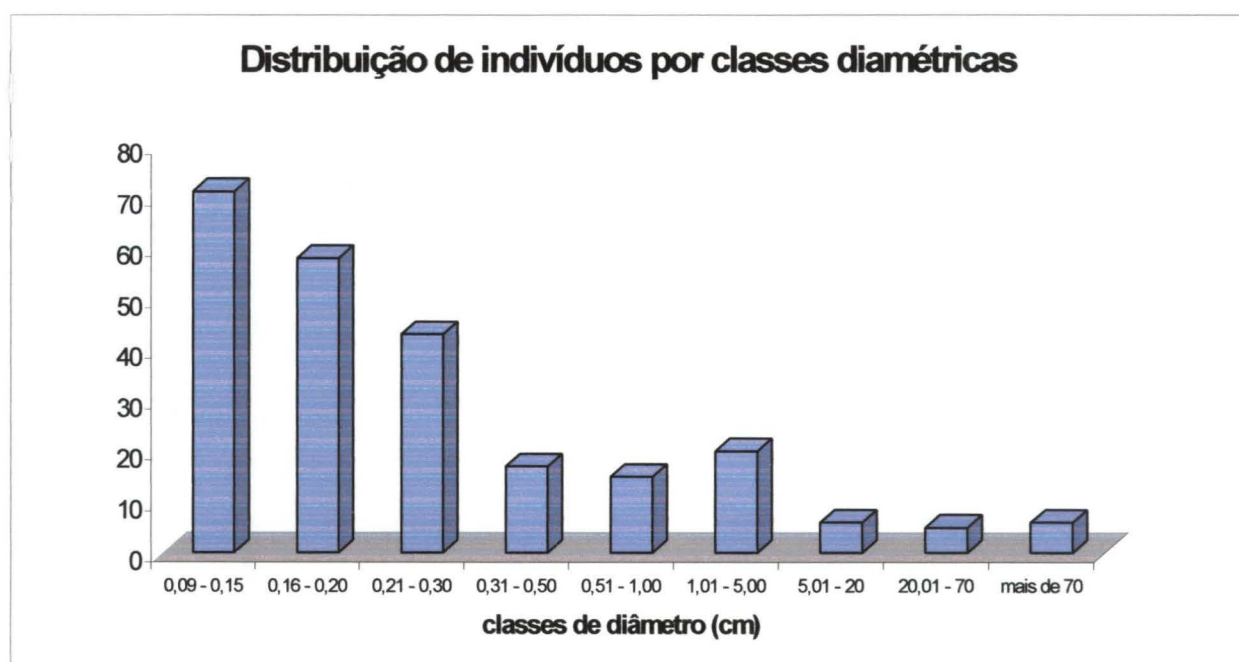


Figura 3: Distribuição dos indivíduos de *Ocotea catharinensis* por classes de diâmetro, Parque Natural Municipal das Nascentes, Blumenau, SC.

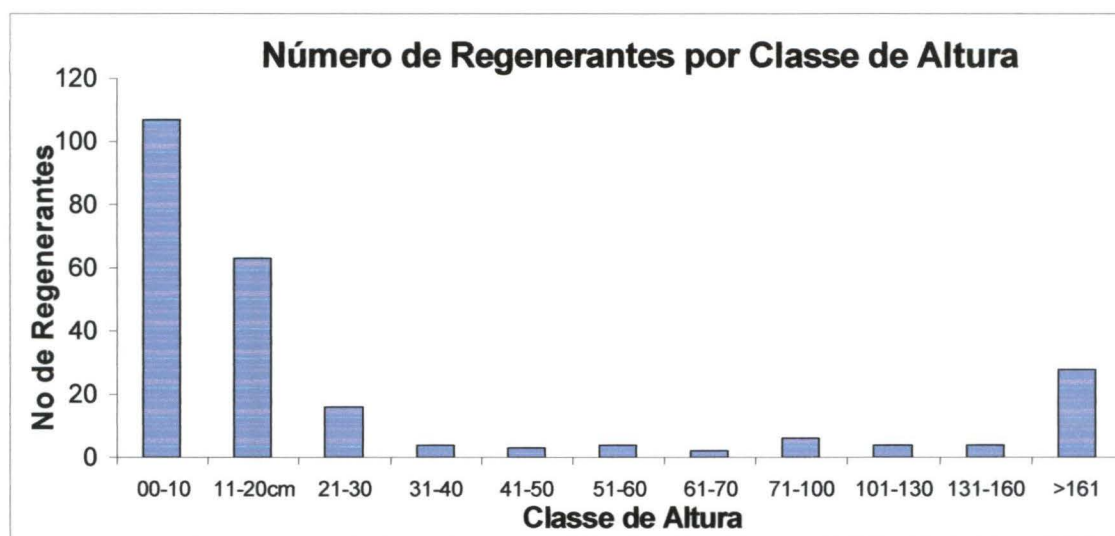


Figura 4 : Distribuição dos indivíduos de *Ocotea catharinensis* por classes de altura, Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia, Blumenau, SC.

Foi observado em campo que a população de canela-preta apresentou poucos indivíduos recém germinados, o que sugere baixa produção de sementes ou predação ou ação de patógenos ou ainda mortalidade devido à estiagem ocorrida no último ano. Esse fato pode estar relacionado à estação mais seca que poderia ter inviabilizado a instalação dos propágulos na serrapilheira menos úmida da floresta, no ano de 2001; ou a uma estratégia de fuga da predação produzindo sementes de forma irregular, muitas vezes em ‘mast-years’, sugerindo tri ou tetra-anualidade de frutificação, registrada por Veloso e Klein (1959, 1963) quando afirmam haver produção anual abundante de flores e frutos. Hubbel (1980) assinala esse comportamento como um dos fatores que leva a heterogeneidade na intensidade de predação de sementes.

Veloso e Klein (1959) em estudos das populações arbóreas da Comunidade Ribeirão do Ouro e Comunidade Azambuja, no vale do Itajaí Mirim encontraram valores de densidade para *Ocotea catharinensis* de 125 ind/ha e 85 ind/ha respectivamente, esses valores podem parecer baixos, porém a metodologia utilizada amostrou somente a partir de indivíduos jovens com 1 m de altura ou mais, excluindo as classes abaixo desta altura. Provavelmente isso se deve ao fato de existir altas densidades de plântulas e regenerantes nas florestas primárias estudadas.

Das observações efetuadas durante os anos de 1969-1973, *Ocotea catharinensis*, em quase todo o vale do Itajaí, apresenta vitalidade bastante equilibrada, encontrando-se exemplares, tanto jovens como adultos em número suficiente, para manter os valores sociológicos atuais, significando plena potencialidade para manter sua dominância atual. Em certos locais, contudo, constatamos um elevado número de plantas jovens (acima do normal) e relativamente poucos exemplares intermediários, reaparecendo, não obstante em elevada densidade os exemplares adultos e velhos. Não nos foi possível elucidar tal comportamento. Tudo indica tratar-se, possivelmente, de certos ciclos de germinação, crescimento e desenvolvimento (KLEIN, 1973).

A baixa densidade de plantas de maior estatura parece indicar que a mortalidade é maior dentre as faixas de menor diâmetro. É esperada a mortalidade na primeira fase, porque a fase de maior suscetibilidade das plantas situa-se logo após o recrutamento, quando deixam de depender das próprias reservas e passam a depender de recursos externos (Cook, 1979). Além disso, estão susceptíveis ao ataque de predadores e patógenos, bem como aos danos físicos provocados pela queda de ramos, folhas e troncos sobre elas.

A produção de flores e frutos em espaços temporais regulares ou não, conhecidos 'mast-years', que representam anos que se verificam picos de produção de sementes seguidos de anos com baixa ou nenhuma produção pode trazer a vantagem de escape aos efeitos de predação das sementes (BEGON et al., 1990). Conte et al. (2000) observou que para *Euterpe edulis* parece existir uma complementariedade no que se refere a produção de propágulos no decorrer dos anos. Anos que apresentam baixo número de plântulas foram seguidos por anos com valores bastante elevados; independentemente dos fatores envolvidos neste processo, esta alternância faz com que as médias das plântulas por hectare se mantenha relativamente constante ao longo dos anos, permitindo com isso recrutamento contínuo dentro das populações. Esse fato, talvez possa ser ocorrido para a população de *O. catharinensis* analisada, mas não é possível afirmar em favor desta hipótese sem a análise fenológica temporal.

8.2. Análise hipsométrica para a espécie estudada

Foi ainda verificada correlação entre o diâmetro e a altura, havendo tendência do aumento do diâmetro em relação ao aumento da altura, para os indivíduos de *Ocotea catharinensis*. Porém, isto só acontece após o indivíduo atingir aproximadamente 10 m de altura, quando este atinge o dossel da floresta, aumentando a exposição da copa à luz. Esta correlação foi verificada através do valor de r - coeficiente de correlação e r^2 - coeficiente de determinação. Os valores de diâmetro e altura mostraram estar correlacionados ($r = 80\%$), Figura 5.

A *Ocotea catharinensis* apresentou relação alométricas de investimento em altura e diâmetro numa escala temporal, demonstrando forte dependência entre as variáveis até aproximadamente a altura de 9 m, para então investir em diâmetro (Figura 5).

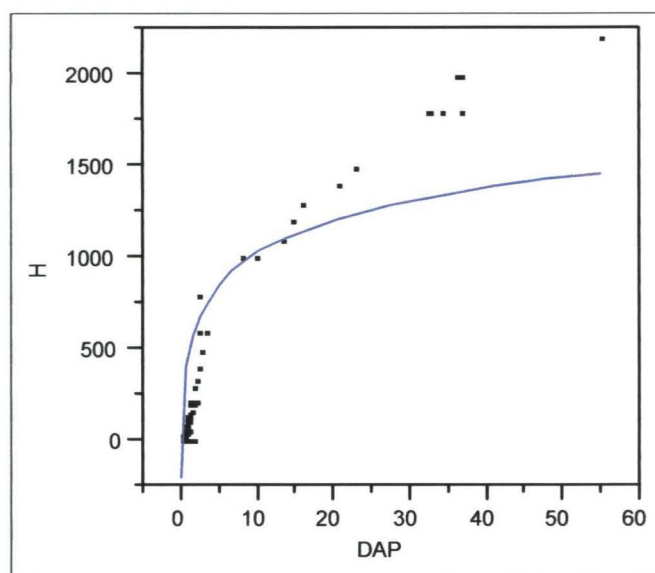


Figura 5. Correlação entre altura e diâmetro de *Ocotea catharinensis*, Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia, Blumenau, SC.

Este padrão de crescimento pode estar relacionado com a estratégia de crescimento da canela-preta, ou seja, forte dependência da luz quando adulta (heliófita) e suportando pequena intensidade luminosa na fase jovem (umbrófita). As condições de baixa luminosidade no sub-bosque da floresta exige estiolamento dos jovens em busca de maior luminosidade, em geral existente no topo da floresta. Essa estratégia da canela-preta de

investir em altura inicialmente, para depois então investir em diâmetro, somente é possível pela alta densidade do xilema.

O crescimento maior em altura que em diâmetro, começa a sofrer redução nas classes de tamanho maior, em geral quando atinge o dossel da floresta, ocorrendo então expansão lateral da copa. Uma copa ampla suporta grande quantidade de ramos e folhas que propiciam o aumento da fotossíntese, aumentando, por outro lado consideravelmente a massa que o tronco terá de suportar (OLDEMAN, 1990). A alometria tende a ser menos pronunciada à medida que o crescimento em espessura aumenta, possibilitando o fortalecimento das estruturas do tronco e das raízes para que sejam capazes de suportar a massa e o movimento da copa, inclusive durante as tempestades e ventos fortes. Esse fortalecimento minimiza, também, os riscos de torção e, até mesmo, de quebra ou queda do indivíduo, agora em estágio adulto (ALVAREZ-BUYLLA; MARTINEZ-RAMOS, 1992).

A altura da árvore reflete a habilidade competitiva do indivíduo em termos de interceptação de luz num gradiente vertical, bem como sua capacidade de utilizar recursos do meio. A árvore em geral continua a ganhar diâmetro de caule após o indivíduo alcançar o dossel, há casos em que isso não ocorre (AIBA; KOHYAMA, 1996).

Há um custo para o indivíduo: o desenvolvimento de tecidos fotossintéticos *versus* não fotossintéticos. Árvores que alocam poucos recursos para a sustentação do tronco por unidade de altura podem se desenvolver mais rápido que árvores que alocam mais. O ambiente, sob a floresta, permite estiolamento, pois não há vento e as copas não necessitam ser grandes, o que também evita danos pela queda de ramos provenientes do dossel. Quando atingem o dossel, há necessidade de alterar o investimento em tecidos de sustentação e conseqüente aumento no diâmetro do tronco para conseguir suportar a copa e evitar quebras durante as tempestades. Essa estratégia de alocação de recurso ocorre com *Ocotea catharinensis*.

8.3. Estrutura populacional segregada em classes de diâmetro de diversas amostras no Vale do Itajaí

Populações bem estruturadas de *Ocotea catharinensis* em geral somente ocorrem em florestas climáticas ou em estágio muito avançado de sucessão ecológica, condicionada por relativa estabilidade da comunidade florestal, com elevada umidade em seu interior Sevegnani (2003) encontrou forte correlação linear entre altura e diâmetro para *Virola bicuhyba* – Myristicaceae, porém essa é uma espécie mais tolerante às variações dos fatores ecológicos, entre eles a luz, uma vez que pode ocorrer em bordos de clareiras.

Veloso e Klein (1959, 1963, 1968) nos estudos: as comunidades e associações vegetais da Mata Pluvial do Sul do Brasil, no vale do Itajaí obtiveram a estrutura da comunidade e também parcialmente a estrutura das populações nela existentes. Os valores obtidos para *Ocotea catharinensis* foram sintetizados, Tabela 3, considerando que os indivíduos com menos de 1 m de altura não foram contabilizados.

Constata-se que o número total de indivíduos da população de *O. catharinensis* avaliada variou entre as comunidades estudadas, com áreas de planície como a localidade de São Pedro em Brusque e em quase todas as zonações A, a espécie quando ocorria, estava presente com pequeno número de indivíduos nas classes de diâmetro analisadas (Tabela 3).

Tabela 3. Estrutura de população de *Ocotea catharinensis*, Lauraceae, segregada em classes de circunferência (cm), em comunidades da Floresta Ombrófila Densa no vale do Itajaí, Santa Catarina. Os indivíduos com menos de 1 m de altura não foram avaliados, exceto para o trabalho no Parque Natural Municipal das Nascentes do Garcia, Blumenau.

Local	Área (ha)	0 a 4	5 a 9	10 a 19	20 a 39	40 a 79	80 a 159	160 a 319	total h	Floresta
Parque das Nascentes	1	210	13	1	4	6	7	1	241	primária
Ribeirão do Ouro										
Zonação A	0,26	89	30	5	2	3	9	7	145	primária
Ribeirão do Ouro										
Zonação B	0,37	86	36	24	10	10	8	6	180	primária
Azambuja										
Zonação A	0,39	1	10	15	0	3	0	0	29	primária
Azambuja										
Zonação B	0,41	1	33	14	14	8	5	0	74	primária
Maluche	0,51	22	9	3	4	3	1	0	42	primária
São Pedro	0,4	0	1	1	2	1	0	0	5	primária
Mata dos Padres										
Zonação B	1	150	94	44	19	31	19	0	357	primária
Defundinho, Guaramirim										
Zonação B	1	69	37	6	6	0	19	0	137	primária
Defundinho, Guaramirim										
Zonação C	1	156	94	94	12	12	6	25	399	primária

Fonte: VELOSO; KLEIN (1959, 1968)

As populações apresentam variações quanto à densidade, altura e diâmetro, o que deve ser levado em conta pois o Vale do Itajaí apresenta em seu histórico inúmeros episódios de exploração em seus mais diversos níveis de intensidade e em diferentes escalas temporais.

A datação destes episódios deve ser levado em conta, assim como fatores intrínsecos à espécie, como suas exigências quanto ao microclima do sítio, altitude, umidade relativa do ar, temperatura média, drenagem hídrica e de nutrientes, bem como os fatores edáficos. As comunidades de Ribeirão do Ouro em Brusque, e Mata dos Padres em Blumenau, já foram anteriormente citadas como associações *Ocotietum* por apresentarem elevados índices de densidade para a espécie em questão.

8.4. A densidade da população em relação à distância da matriz:

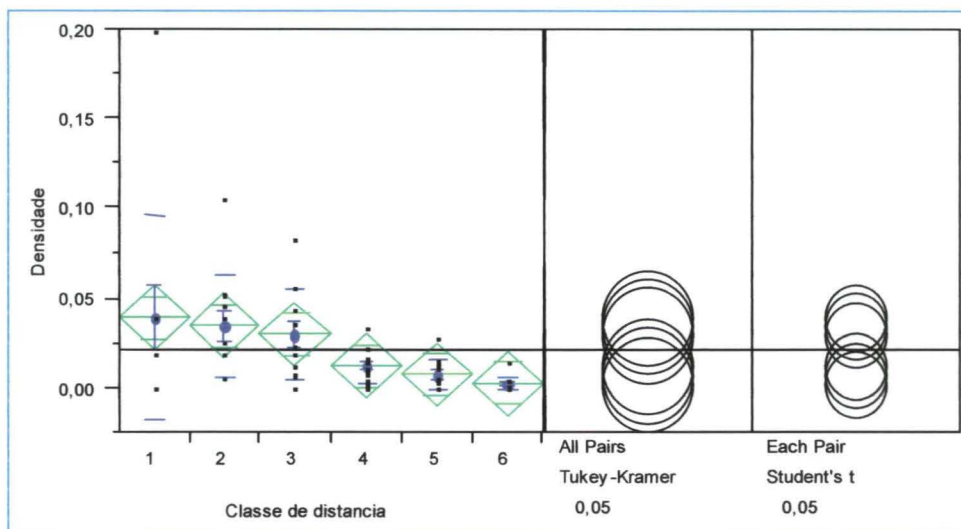


Gráfico 5 – Distribuição da densidade de indivíduos através do teste Tukey-Kramer (nível de significância $p = 5\%$) de acordo com as classes de distância das matrizes de *Ocotea catharinensis* (legenda do eixo X: 1 = 0 – 3,99m; 2 = 4 – 7,99m; 3 = 8 – 11,99m; 5 = 16 – 19,99m; 6 = 20 – 23,99m).

Safriel & Schiler (2000) trabalhando com *Pinus halepensis*, nas florestas israelenses da porção norte do Mediterrâneo, encontrou muito maior precipitação de frutos nos primeiros 20m a partir da matriz. Os valores de densidade também foram maiores no primeiros 10m de distância da matriz.

Para *Ocotea catharinensis*, a população apresentou maior densidade nas primeiras tres classes de distância compreendendo 12 m de distância do tronco da matriz.. O *Pinus* e a *Ocotea* têm em comum a característica de em formações climáticas assumir papel dominante. Schiler (1979) caracterizou *Pinus halepensis* como sensível à intensidade luminosa, comprometendo este fator na germinação das sementes e no crescimento das plântulas. Comportamento semelhante é observado em *Ocotea catharinensis*. (Klein, 1979).

Hubbel & Condit (1994), pesquisando o comportamento de duas espécies de árvores da floresta tropical panamenha; *Farama occidentalis* e *Desmopsis panamensis* apresentaram maior densidade de indivíduos nos primeiros metros da matriz, não

demonstrando efeitos de origem denso-dependente. Hubbel *et all* (1979) postulou que os efeitos denso-dependentes não se manifestem em muitas espécies, podendo ser fraco ou mais intenso de acordo com a espécie.

Itoh *et all* (1995) estudando a dinâmica de *Dipterocarpus* (2esp.) e *Dryobalanops* (2esp.) nas florestas de Dipterocarpaceas na Malasia, não encontraram correlação entre a mortalidade de plântulas e predação de sementes em relação a distância da matriz. O mesmo foi encontrado em relação à densidade.

8.5. Análise dos dados referente à questão dentro ou fora da área de abrangência da copa como fator influenciante (Connel & Jansen, 1972)

Estabelecendo as médias de altura e diâmetro dentro e fora da área de abrangência da copa, vemos que as diferenças não são significativas, mostrando que a sobrevivência e o sucesso no crescimento e chegada ao dossel, não está relacionado a proximidade entre os indivíduos e os agrupamentos para a canela-preta. Questionamos a validade desse resultado, devido ao fato de a amostra apresentar inúmeros indivíduos de 2200 cm de altura e quase 1m de diâmetro a 2, 3m das matrizes, o que é muito comum devido a tendência climática a formação “*Ocotietum*”. Excluímos então esse indivíduos de nossos cálculos e para nossa surpresa, novamente não há diferenças significativas entre as médias de altura e diâmetro fora ou dentro da área de abrangência da copa, perto ou longe da matriz (gráf. 6).

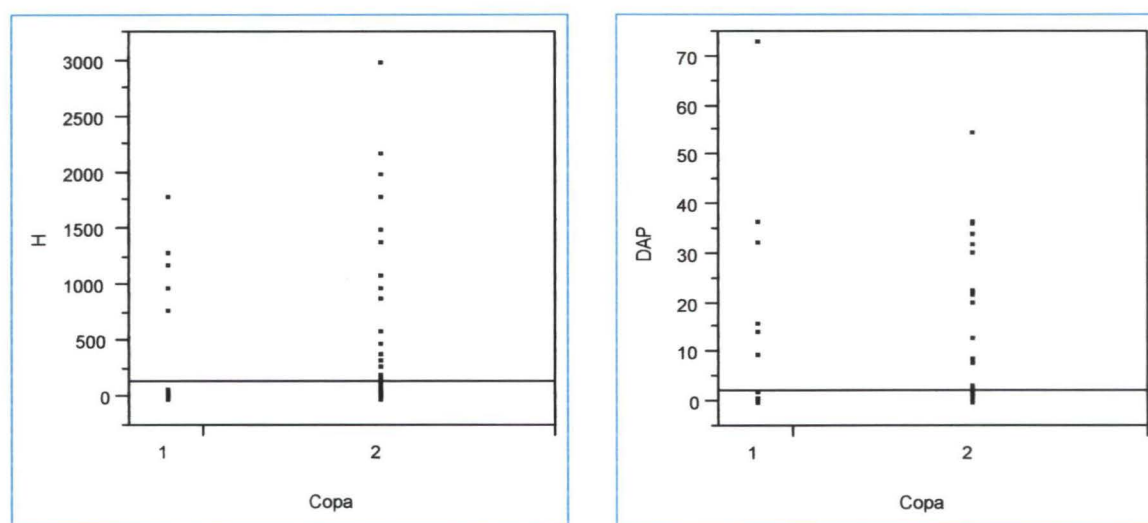


Gráfico 6 – Teste não paramétrico dos dados de altura e diâmetro em relação a sua posição dentro ou fora da área de abrangência da copa da matriz para os indivíduos de *Ocotea catharinensis*.

8.6. Análise dos dados referentes à herbivoria

A canela-preta não apresentou qualquer variação em sua estrutura em função da herbivoria. Esta se mostrou desprezível para a análise dos dados pois os valores de predação raramente excediam 15% da cobertura foliar.

Augspurger (1983) em estudos em florestas tropicais, encontrou alta mortalidade de *Platypodium elegans* (Leguminosae) para as plântulas perto da matriz, e inferiu sobre a possibilidade de fungos patógenos terem atingido a população em maior densidade abaixo da copa das matrizes.

Em seus dois clássicos paper's Jansen (1970) and Connel (1971) hipotizaram que predadores herbívoros especialistas, predação de sementes e patógenos são mais comuns debaixo e perto da matriz podendo reduzir a sobrevivência e crescimento dos indivíduos jovens. A canela-preta não mostrou qualquer evidencia que provasse essa teoria, muito pelo contrário, o fato de existir inúmeros indivíduos adultos perto um dos outros, formando em último estagio sucessional, a formação climáxica "*Ocotietum*", e as médias de tamanho dos indivíduos dentro e fora da área de abrangência da copa não apresentarem diferenças

significativas, permite-nos questionar a validade das teorias de Conel & Jansen para a canela-preta.

8.7. Análise dos dados referente à relação entre valores de altura e diâmetro em função da distância da matriz

As regressões entre altura x distância (gráfico 7) e diâmetro x distância (gráfico 8) mostram absoluta insignificância ($r^2 = 0,0004$ e $0,0009$ respectivamente), o que novamente nos permite inferir se Conel & Jansen se aplica a todas as árvores das florestas tropicais.

Aparentemente, a canela-preta não apresenta nenhuma limitação quanto a sobrevivência e crescimento de indivíduos de grande porte a curtas distâncias entre eles. Pois bem, a canela-preta com seus densos agrupamentos em plena vitalidade, representa o último estágio sucessional das florestas de encosta do Vale do Itajaí. Sua aparente sensibilidade e exigência à questão do micro-clima, nos leva a crer que a formação “*Ocotietum*” é o resultado de uma complexa rede de variáveis de origem bióticas e abióticas caracterizando o equilíbrio homeostático para os ecossistemas de encosta do vale do Itajaí.

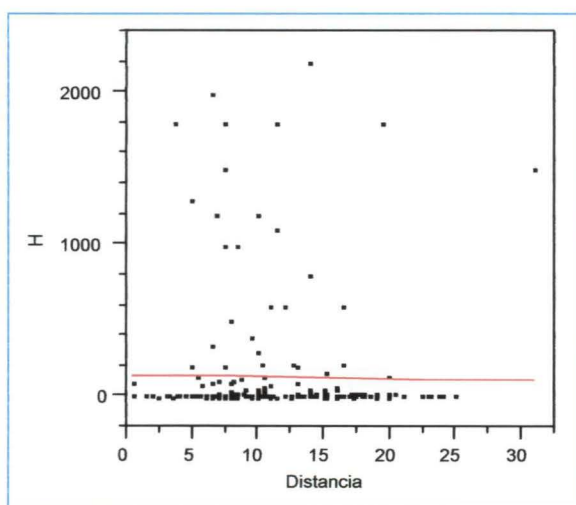


Gráfico 7 – Relação entre os dados de altura e distância da matriz para os indivíduos de *Ocotea catharinensis*, $r^2 = 0,0004$ e $r = 0,02$.

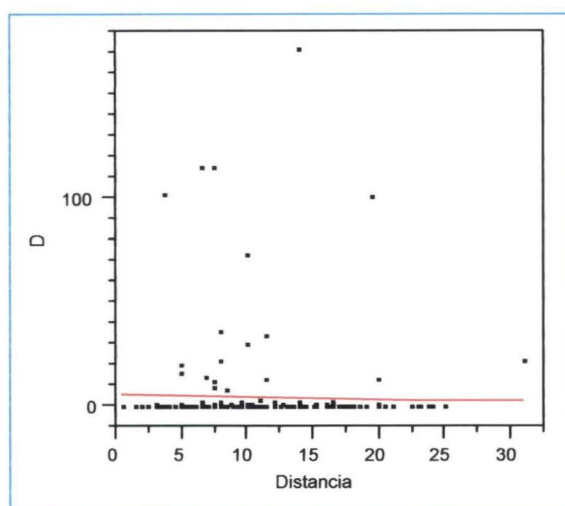


Gráfico 8 – relação entre os dados de diâmetro e distância da matriz para os indivíduos de *Ocotea catharinensis*, $r^2 = 0,0009$ e $r = 0,03$.

A relação entre altura e diâmetro x distância mostrou um comportamento indiferente aos efeitos de origem denso-dependente. *Ocotea catharinensis* parece não apresentar nenhuma dificuldade em coexistir lado a lado entre seus indivíduos adultos. A alta densidade das classes superiores de altura foi apontada por Veloso & Klein (1959) como comum para o Vale do Itajaí para *Ocotea catharinensis*.

9. CONCLUSÃO

No total foram amostrados 241 indivíduos abrangendo a área de 10 matrizes e aproximadamente 1,0 ha de área amostrada. A densidade total calculada, foi de 241 ind/ha. O diâmetro médio dos indivíduos amostrados foi de 2,46 cm ($S = 8,6$) e a média de altura foi de 121,8 ($S = 360$). Os indivíduos amostrados foram distribuídos em nove classes diamétricas (Tabela 1) e 11 classes de altura (Tabela 2).

A distribuição dos indivíduos nas classes diamétricas apresentou um padrão em ‘J’ invertido indicando um maior número de indivíduos nas classes de menor diâmetro (Figura 3). Este mesmo padrão em ‘J’ invertido pode também ser verificado para as classes de altura, onde os indivíduos de menor altura estão representados em maior número (Figura 4). A distribuição de “J” invertido, caracterizando hierarquias de tamanho, em geral é tida como representação de uma população em equilíbrio (Resende, 1997).

Foi observado em campo que a população de canela-preta apresentou poucos indivíduos recém germinados, o que sugere baixa produção de sementes ou predação ou ação de patógenos ou ainda mortalidade devido à estiagem ocorrida no último ano. Esse fato pode estar relacionado à estação mais seca que poderia ter inviabilizado a instalação dos propágulos na serrapilheira menos úmida da floresta, no ano de 2001; ou a uma estratégia de fuga da predação produzindo sementes de forma irregular, muitas vezes em ‘mast-years’, sugerindo tri ou tetra-anualidade de frutificação, registrada por Veloso e Klein (1959, 1963) quando afirmam haver produção anual abundante de flores e frutos. Hubbel (1980) assinala esse comportamento como um dos fatores que leva a heterogeneidade na intensidade de predação de sementes.

As regressões entre altura x distância (gráfico 7) e diâmetro x distância (gráfico 8) mostram absoluta insignificância ($r^2 = 0,0004$ e $0,0009$ respectivamente), o que novamente nos permite inferir se Conel & Jansen se aplica a todas as árvores das florestas tropicais.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMO, S. R., 1985. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juvenis de espécies primárias. In: GOMEZ-POMPA, A. & AMO, S. D. (eds) **Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas em Veracruz, México**: Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos Bióticos Editora Alhambra Mexicana S. A, v. 2, p. 79-92.

ATHAYDE, S. F. 1997. **Composição florística e estrutura fitossociologica em quatro estágios sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa Submontana como subsídio ao manejo ambiental – Guaraqueçaba – PR**. Dissertação de Pós-graduação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal do Paraná.

AUGSPURGER, C. K. 1983. Seed dispersal of tropical tree *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. **Journal of Ecology**, 71: 759-771.

BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1990. **Ecology: individuals, populations and communities**. 2 ed. Edition. Boston: Blackwell Scientific Publ.

BUTZKE, I. C. & CAMPREGHER, S. 1996. Histórico e Características do Uso e Ocupação do Solo. In: IPA, **Diagnóstico Ambiental da Área de Proteção Ambiental e Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, Blumenau, SC**. 54 p, (não publicado).

CARVALHO, P. E. R. 1994. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa-CNPf.

CHIARADIA, A. C. B. 1998. **Fitossociologia da Floresta no Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, Blumenau, SC**. Trabalho de Conclusão de Curso – Ciências Biológicas. Universidade Regional de Blumenau.

CLARK, J. H. & CLARK, D. B. 1984. Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. **American Naturalist**. **124**:769-788.

CONTE, R.; REIS, A.; MANTOVANI, A.; MARIOT, A.; FANTINI, A. C.; NODARI, R.O. & REIS, M.S. 2000. Dinâmica de regeneração natural de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) na Floresta Ombrófila Densa da Encosta Atlântica. In: REIS, M. S. & REIS, A. *Euterpe edulis* Martius- (palmitreiro) biologia, conservação e manejo. Itajaí. p. 106-130.

CRESTANI, E. 2000. Contribuição à ecologia de *Aspidosperma parvifolium* A DC. (Apocynaceae), *Hieronyma alchorneoides* Freire Allemão (Euphorbiaceae), *Alchornea triplinervea* (Sprengel) Mueller Argoviensis (Euphorbiaceae) e *Sloanea guianensis* (Aubl.) Bentham (Elaeocarpaceae) no Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, Blumenau, SC. Trabalho de Conclusão de Curso – Ciências Biológicas. Universidade Regional de Blumenau.

FISCH, S. T. V. 1998. Dinâmica de *Euterpe edulis* Mart. na Floresta Ombrófila Densa Atlântica em Pindamonhangaba – SP. Tese (Doutorado) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

GAPLAN. 1991. Atlas escolar de Santa Catarina. Florianópolis.

HUBBELL, S. P. 1980. Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests. **Oikos** **35**: 214-229.

JMP®. 1995. SAS institute.

JUNIOR, M. A. A. & FERRAZ, I. D. K. 2000. Eventos fenológicos de Copaíba (*Copaifera officinalis* L. – Caesalpiniaceae) em Mata de galerias do Rio Branco, Boa Vista/Roraima, Brasil: uma primeira aproximação. **Acta Amazônica**, **30** (4): 523-533.

KLEIN, R. M. 1979. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, **31**.

KLEIN, R. M. 1980. Contribuição ao conhecimento da flora e da vegetação do Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Sellowia*, (32):1-389.

LEITE, E. J. & HAY, J. D. 1989. Regeneração natural da Garapa, *Apuleia leiocarpa* (Vag.) Macbr., numa Reserva Genética. *Ciência e Cultura*, 41:804-807.

LEITE, A. M. C. & SALOMÃO, A. N. 1992. Estrutura populacional de regenerantes de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em Mata Ciliar do Distrito Federal. *Acta Botânica Brasileira*, 6: 123-134.

MARQUES, M. C. M. & JOLY, C. A. 2000. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliensis* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. *Revista brasileira de Botânica*, (23): 107-112.

MORAES, P.L.R.; MONTEIRO, R. & VENCOVSKY, R.. 1999. Conservação genética de população de *Cryptocarya moschata* Nees (Lauraceae) na Mata Atlântica do estado de São Paulo. *Revista brasileira de Botânica*, 22 : 237-248.

OLIVEIRA, A. F.; CARVALHO, D. & ROSADO, S.C.S. 2002. Taxa de cruzamento e sistema reprodutivo de uma população natural de *Copaifera langsdorffii* Desf. na região de Lavras (MG) por meio de isoenzimas. *Revista brasileira de Botânica*, 25: 331-338.

PINTO. 1996. **Mata Atlântica: ciência conservação e políticas**. WORKSHOP científico sobre a Mata Atlântica. Belo Horizonte –MG. 27 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. & REIS, A. 1978. **Projeto Madeira de Santa Catarina**.

RESENDE, J. C. F. 1997. **Ecologia de população de *Copaifera langsdorffii* em Mata de Galeria na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia-MG)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília.

RICKMANN, K.R. 1998. **Caracterização de Populações Arbóreas no Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, Blumenau – SC.** Trabalho de Conclusão de Curso – Ciências Biológicas. Universidade Regional de Blumenau.

RIZZINI, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** Rio de Janeiro: Âmbito Cultural.

SEVEGNANI, L. 1996. Levantamento florístico do Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, Blumenau-SC. In: IPA-Instituto de Pesquisas Ambientais. **Diagnóstico Ambiental da Área de Proteção Ambiental e Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, Blumenau, SC.** Não publicado. Universidade Regional de Blumenau.

STERNER, R. W.; RIBIC, C. A. & SCHATZ, G. E. 1986. Testing for life historical changes in spatial patterns of four tropical tree species. **Journal of Ecology**, 74: 621-633.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D. & PUTZ, F. E. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, 3: 359-366.

VARELA, V. P.; VIEIRA, M.G. G. & MELO, Z.L. de. 1995. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de Copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) e concentração de clorofila nas folhas. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica** 11: 139-152.

VELOSO, H. P. & KLEIN, R. M. 1968. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do Sul do Brasil IV: Agrupamentos Arbóreos da encosta catarinense, situados em sua parte norte. **Sellowia**, 20, p. 53-126.

VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE. 123 P.

VIBRANS, A. C. 1999. **Produção e Composição Química de Serrapilheira em dois Remanescentes de Floresta Ombrófila Densa em Blumenau – SC.** Monografia (Pós Graduação em Engenharia Ambiental). IPA/Universidade Regional de Blumenau.

WENDEL, N.L. 2001. **A estrutura populacional do palmitheiro (*Euterpe edulis* – Mart. – Arecaceae) sob quaresmeira (*Tibouchina pulchra* Cham. – Melastomataceae), na Fazenda Pirai, Joinville, Santa Catarina: uma contribuição à sustentabilidade.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Regional de Blumenau.