

DIVERSIDADE GENÉTICA E ANÁLISE DA
PAISAGEM DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA
FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL

FELIPE STEINER

FELIPE STEINER

**DIVERSIDADE GENÉTICA E ANÁLISE DA PAISAGEM DE
ESPÉCIES ARBÓREAS DA FLORESTA ESTACIONAL
DECIDUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.
Orientador: Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

STEINER, FELIPE

DIVERSIDADE GENÉTICA E ANÁLISE DA PAISAGEM DE ESPÉCIES
ARBÓREAS DA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL / FELIPE STEINER ;
orientador, MAURÍCIO SEDREZ DOS REIS - Florianópolis, SC,
2014.

152 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Floresta Estacional
Decidua. 3. Espécies ameaçadas. 4. Fragmentação florestal.
5. Genética da paisagem. I. REIS, MAURÍCIO SEDREZ DOS. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

Diversidade genética e análise de paisagem de espécies arbóreas da Floresta Estacional Decidual

por


Felipe Steiner

Dissertação julgada e aprovada em 26/02/2014, em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

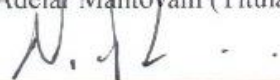
Banca Examinadora:



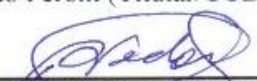
Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis (Presidente /Orientador)



Prof. Dr. Adelar Mantovani (Titular/CAV-UDESC)



Prof. Dr. Nivaldo Peroni (Titular/CCB-UFSC)



Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari (Titular/CCA-UFSC)



Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari (Coordenador do Programa)

Florianópolis, fevereiro de 2014

DEDICATÓRIA

À Donato Steiner (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que fizeram parte deste trabalho, que de alguma forma estiveram presentes, com significativo envolvimento na busca do meu aprendizado, em especial:

À minha irmã Neusa Steiner, por sempre apoiar meus estudos, talvez como se este fosse seu maior objetivo; e pelo carinho, compreensão e muita paciência.

À minha Mãe, e meus irmãos Tiago e Marcelo Steiner, por todo apoio demonstrado durante os momentos que mais precisei.

Ao professor Maurício Sedrez dos Reis pela amizade, pelo papel de pai em muitos momentos, pela paciência e também por provocar várias inquietações, as quais muito contribuíram para que eu saísse da "Zona de conforto", e assim contribuindo com a minha formação. Registro aqui minha admiração, respeito e gratidão.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos e Vegetais pelos valiosos conhecimentos transmitidos.

À minha namorada Monique dos Santos, agradeço pelo fundamental apoio no plano espiritual, humano, amoroso e sentimental. Obrigado por fazer parte da minha vida.

Aos amigos:

Alex Zechini, pela amizade, pelas várias conversas e por proporcionar bons momentos de convívio.

Georg Altrack e Victor Hugo, pela amizade e imenso esforço nas coletas de campo.

Samantha Filippin, pela amizade, conselhos e reflexões.

Juliano Zago, Ricardo Bittencourt, Carol Cristofolini, Giovani Paludo, Roberta Duarte, Glauco Schussler, Willian, Luiz Guilherme, Andrea Mattos, Caio Darós, André e Douglas Loch, Tiago Montagna pelos bons momentos de convívio no NPFT.

Ao NPFT – Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais pela estrutura disponível.

Ao Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal (LFDGV)-UFSC.

Aos agricultores, pela confiança em deixar realizar as coletas do IFFSC.

Ao Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, pela disponibilização dos dados.

À FAPESC pelo apoio financeiro no projeto IFFSC.

À CAPES, pelo apoio financeiro à execução deste trabalho.

EPÍGRAFE

E o Homem sentou sozinho, numa tristeza profunda e todos os animais se aproximaram e disseram.

"Não gostamos de ver você tão triste. Peça o que quiser e você o terá"

O Homem disse:

"Quero ter boa visão."

O Abutre disse:

"Terá a minha."

O Homem disse:

"Quero ser forte."

A Onça disse:

"Vai ser forte como eu."

Então o Homem disse:

"Quero saber os segredos da terra."

A Serpente respondeu:

"Vou revelá-los a você."

E assim foi com todos os animais e quando o Homem tinha tudo que eles podiam dar,

ele partiu.

E então a coruja disse para os outros animais:

"Agora o homem sabe muito e pode fazer muitas coisas."

De repente ele está triste e com medo...

A corça disse:

"O Homem tem tudo de que precisa, agora sua tristeza vai acabar."

Mas a coruja respondeu:

"Não. Eu vi um vazio no Homem...

Grande como uma fome que ele nunca vai saciar...

É isso que o deixa triste e isso que o faz querer mais...

Ele vai pegando e pegando."

Até um dia em que o Mundo dirá:

"Não mais existo e nada mais tenho para dar."

Apocalyppto

RESUMO

A fragmentação florestal é reconhecida como um dos principais fatores de ameaça as populações naturais, pois causa ruptura na continuidade de habitats. Esse processo provoca mudanças tanto nas características da estrutura da paisagem quanto nos índices genéticos de determinadas espécies. Este trabalho teve como objetivo indicar estratégias e áreas efetivas de conservação de *Apuleia leiocarpa*, *Cedrela fissilis* e *Myrocarpus frondosus*, por meio da análise da paisagem e da diversidade genética dessas espécies. Para isso, foram amostradas nove populações adultas para cada espécie e cinco populações jovens para *A. leiocarpa*, bem como, caracterizados o uso e cobertura do solo onde se inserem suas populações. Foram estimados índices de diversidade genética empregando eletroforese de isoenzimas e a análise da estrutura da paisagem, empregando métricas da paisagem referentes a seis classes de uso e cobertura, num *Buffer* de 4 km a partir do centróide dos fragmentos. Em termos genéticos as espécies caracterizadas neste trabalho, apresentaram em média alta diversidade genética e elevado índice de fixação, sendo que as populações jovens de *A. leiocarpa*, apresentaram um baixo índice de fixação. *M. frondosus* apresentou elevada estruturação das populações. Em termos de paisagem, a cobertura florestal se encontra fragmentada e a matriz composta por agricultura, reflorestamento e pastagens. A análise das informações referentes ao uso do solo e a diversidade genética das três espécies mostraram que as áreas mais fragmentadas apresentaram fragmentos menores, com maior densidade das bordas, menor índice de área-núcleo, formato mais irregular, elevado grau de divisão da paisagem e maior distância entre os fragmentos. Nestas áreas há presença maior do número de alelos, heterozigidade esperada (*He*) e observada (*Ho*), assim como, o número de alelos raros e exclusivos. Os resultados obtidos indicaram a importância de pequenos fragmentos na conservação e manutenção da diversidade genética dessas espécies, mesmo estando sobre forte pressão antrópica, possivelmente em decorrência das características ecológicas das espécies estudadas. O trabalho reflete a relevância de alinhar o estudo de genética de populações e o contexto da paisagem na conservação dos recursos florestais.

Palavras chave: Floresta Estacional Decidual, espécies ameaçadas, fragmentação florestal, uso do solo, diversidade genética, genética da paisagem, conservação.

ABSTRACT

Forest fragmentation is recognized as one of the main threats to natural populations, because it causes a disruption in habitats continuity. This process causes changes in both landscape structure characteristics, as well as genetic indices of certain species. This study aimed to indicate effective conservation strategies and areas for *Apuleia leiocarpa*, *Cedrela fissilis*, and *Myrocarpus frondosus*, by analyzing the landscape and genetic diversity of these species. Thus, nine adult populations were sampled for the three species and five young populations for *A. leiocarpa*, furthermore the use and ground cover in the populations occurrence area were characterized. Levels of genetic diversity were estimated using isoenzyme electrophoresis and landscape structure analysis, using landscape metrics pertaining to six classes of use and cover, in a 4km buffer from the fragment center. Genetically the species characterized in this study had a high average genetic diversity and high fixation index, however, the young populations of *A. leiocarpa* showed a low rate of fixation. *M. frondosus* showed high population structuring. In terms of landscape, the forest cover is fragmented and the land cover is composed of agriculture, forestry and pastures. The analysis of information regarding soil use and species genetic diversity showed that the most fragmented areas had smaller fragments, with the highest density of edges, smaller area-core index, more irregular shape, high degree of landscape division and higher distance between fragments. In these areas there is a greater presence of alleles, expected (H_e) and observed (H_o) heterozygosity, and rare and unique alleles. The results indicate the importance of small fragments in the conservation and maintenance of these species genetic diversity, even under strong anthropogenic pressure, possibly because of the studied species' ecological characteristics. This work reflects the importance of aligning the population genetics studies and the landscape context in conservation of forest resources.

Keywords: Deciduous forest, endangered species, forest fragmentation, land use, genetic diversity, landscape genetics, conservation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Perfil da Floresta Estacional Decidual.....	37
Figura 2 - Aspecto geral de um indivíduo adulto de <i>Apuleia leiocarpa</i> no município de Quilombo em Santa Catarina.....	40
Figura 3 - Aspecto geral de um indivíduo adulto de <i>Cedrela fissilis</i> no município de Seara em Santa Catarina.....	43
Figura 4 - Aspecto geral de um indivíduo adulto de <i>Myrocarpus frondosus</i> no município de Quilombo em Santa Catarina.....	46
Figura 5 - Locais de coleta das nove populações estudadas de <i>Apuleia leiocarpa</i> , <i>Cedrela fissilis</i> e <i>Myrocarpus frondosus</i> na Floresta Estacional Decidual.....	49
Figura 6 - Aspecto dos indivíduos jovens de <i>Apuleia leiocarpa</i> coletados na FED no município de Seara (A). Detalhe de um indivíduo jovem de <i>Apuleia leiocarpa</i> (B).....	50
Figura 7 - Hidrelétricas construídas e planejadas na Bacia do Rio Uruguai.....	67
Figura 8 - Localização das 17 Unidades Amostrais e as 9 populações de cada espécie caracterizadas na Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina.....	73
Figura 9 - Número de fragmentos florestais em relação a percentagem de área analisada.....	82
Figura 10 - Área total da classe "floresta" em relação a percentagem de áreas analisadas.....	83
Figura 11 - Percentagem de fragmentos analisados por classe de tamanho.....	84
Figura 12 - Distância ao vizinho mais próximo em relação a percentagem de fragmentos analisados.....	85
Figura 13 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de classe para as 9 populações de <i>Apuleia leiocarpa</i>	90
Figura 14 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de mancha para as 9 populações de <i>Apuleia leiocarpa</i>	94
Figura 15 - Ordenação das 5 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade	

genéticos e as métricas de classe para as 5 populações de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Jovens).....	99
Figura 16 - Ordenação das 5 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de mancha para as 5 populações de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Jovens).....	103
Figura 17 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de classe para as 9 populações de <i>Cedrela fissilis</i>	108
Figura 18 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de mancha para as 9 populações de <i>Cedrela fissilis</i>	111
Figura 19 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de classe para as 9 populações de <i>Myrocarpus frondosus</i>	115
Figura 20 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de Mancha para as 9 populações de <i>Myrocarpus frondosus</i>	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para 9 populações de indivíduos adultos de <i>Apuleia leiocarpa</i> no Estado de Santa Catarina. n = nº indivíduos; Alelos = número de alelos; $P_{99\%}$ = % locos polimórficos (12 loc.); \hat{A} = alelos por loco; \hat{A}_p = alelos por loco polimórfico; \hat{H}_o = heterozigiosidade observada; \hat{H}_e = heterozigiosidade esperada; f = índice de fixação * ($p < 0,05$); AR = nº alelos raros (freq. $< 0,05$); AE = nº alelos exclusivos... 55	
Tabela 2 - Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para cinco populações de indivíduos jovens (J) e cinco populações de indivíduos adultos (A) de <i>Apuleia leiocarpa</i> do Estado de Santa Catarina. n = nº indivíduos; Alelos = número de alelos; $P_{99\%}$ = % locos polimórficos; \hat{A} = alelos por loco; \hat{A}_p = alelos por loco polimórfico; \hat{H}_o = heterozigiosidade observada; \hat{H}_e = heterozigiosidade esperada; f = índice de fixação * $p < 0,05$; AR = nº alelos raros (freq. $< 0,05$); AE = nº alelos exclusivos. 58	
Tabela 3 - Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para nove populações de <i>Myrocarpus frondosus</i> no Estado de Santa Catarina. n = nº indivíduos; Alelos = número de alelos; $P_{99\%}$ = % locos polimórficos (14 loc.); \hat{A} = alelos por loco; \hat{A}_p = alelos por loco polimórfico; \hat{H}_o = heterozigiosidade observada; \hat{H}_e = heterozigiosidade esperada; f = índice de fixação * ($p < 0,05$); AR = nº alelos raros (freq. $< 0,05$); AE = nº alelos exclusivos... 61	
Tabela 4 - Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para nove populações de <i>Cedrela fissilis</i> no Estado de Santa Catarina. n = nº indivíduos; Alelos = número de alelos; $P_{99\%}$ = % locos polimórficos (12 loc.); \hat{A} = alelos por loco; \hat{A}_p = alelos por loco polimórfico; \hat{H}_o = heterozigiosidade observada; \hat{H}_e = heterozigiosidade esperada; f = índice de fixação * ($p < 0,05$); AR = nº alelos raros (freq. $< 0,05$); AE = nº alelos exclusivos. 64	
Tabela 5 - Métricas da paisagem calculadas neste trabalho (adaptado de LANG e BLASCHKE, 2009)..... 75	
Tabela 6 - Coeficientes de correlação entre as métricas de cada classe e as informações de diversidade genéticas dos quatro primeiros eixos de ordenação do PCA para <i>Apuleia leiocarpa</i> 88	
Tabela 7 - Coeficientes de correlação entre as métricas de Manchas e as informações de diversidade genéticas dos três primeiros eixos de ordenação do PCA para <i>Apuleia leiocarpa</i> 93	

Tabela 8 - Coeficientes de correlação entre as métricas de cada classe e as informações de diversidade genéticas dos três primeiros eixos de ordenação do PCA para indivíduos jovens de <i>Apuleia leiocarpa</i>	95
Tabela 9 - Coeficientes de correlação entre as métricas de Manchas e as informações de diversidade genéticas dos dois primeiros eixos de ordenação do PCA para indivíduos jovens de <i>Apuleia leiocarpa</i>	101
Tabela 10 - Coeficientes de correlação entre as métricas de cada classe e as informações de diversidade genéticas dos quatro primeiros eixos de ordenação do PCA para <i>Cedrela fissilis</i>	104
Tabela 11 - Coeficientes de correlação entre as métricas de Manchas e as informações de diversidade genéticas dos três primeiros eixos de ordenação do PCA para <i>Cedrela fissilis</i>	110
Tabela 12 - Coeficientes de correlação entre as métricas de cada classe e as informações de diversidade genéticas dos quatro primeiros eixos de ordenação do PCA para <i>Myrocarpus frondosus</i>	113
Tabela 13 - Coeficientes de correlação entre as métricas de Manchas e as informações de diversidade genéticas dos dois primeiros eixos de ordenação do PCA para <i>Myrocarpus frondosus</i>	117

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVO GERAL	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3 HIPÓTESES	27
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
4.1 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL.....	29
4.2 CARACTERÍSTICAS DA PAISAGEM	31
4.3 ANÁLISE DA ECOLOGIA DA PAISAGEM E MÉTRICAS DE PAISAGEM	33
4.4 DIVERSIDADE GENÉTICA	34
4.5 FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL.....	36
4.6 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES.....	37
4.6.1 <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.....	38
4.6.2 <i>Cedrela fissilis</i> Vellozo	41
4.6.3 <i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão.....	44
5 CARACTERIZAÇÃO DA DIVERSIDADE E ESTRUTURA GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE ESPÉCIES AMEAÇADAS NA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL	47
5.1 INTRODUÇÃO.....	47
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	48
5.2.1 Seleção dos pontos amostrais e coleta do material vegetal ..	48
5.2.2 Procedimento de eletroforese de isoenzimas.....	50
5.2.3 Procedimento de análise dos dados genéticos	51
5.2 RESULTADO E DISCUSSÃO	53
5.2.1 <i>Apuleia leiocarpa</i> (Adultos).....	53
5.2.2 <i>Apuleia leiocarpa</i> (Jovens).....	56
5.2.3 <i>Myrocarpus frondosus</i>	60
5.2.4 <i>Cedrela fissilis</i>	62
5.3 ASPECTOS GERAIS	65
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68

6 CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM E RELAÇÃO COM A DIVERSIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE ESPÉCIES AMEAÇADAS NA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL 71

6.1 INTRODUÇÃO	71
6.2 MATERIAL E MÉTODOS	72
6.2.1 Área de estudo.....	72
6.2.2 Procedimentos de análise da estruturada paisagem.....	73
6.2.3 Descrição das métricas da paisagem	76
6.2.4 Seleção das métricas da paisagem para análise multivariada	80
6.2.5 Análise multivariada dos dados	80
6.2.6 Parâmetros genéticos.....	81
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
6.3.1 Métricas em nível de classe.....	81
6.3.2 Métricas em nível de mancha.....	83
6.3.3 <i>Apuleia leiocarpa</i> (Adultos)	87
6.3.4 <i>Apuleia leiocarpa</i> (Jovens).	95
6.3.5 <i>Cedrela fissilis</i>	104
6.3.6 <i>Myrocarpus frondosus</i>	112
6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	120

REFERÊNCIAS 122

ANEXOS 135

1 INTRODUÇÃO

A ocupação sistemática das terras do oeste catarinense ocorreu entre as décadas de 1920 a 1960 (REITZ *et al.*, 1978). Num primeiro momento as florestas eram vistas como uma grande dificuldade a ser superada, e mesmo como um empecilho para a construção de estradas, casas e o cultivo das lavouras. Com a vinda das frentes de colonização agrícola do Rio Grande do Sul na década 20, formadas a partir do processo da imigração alemã e italiana, essas foram incentivadas a estabelecer a pequena e média propriedade com o objetivo de estimular a produção agrícola e estabelecer o mercado interno (RUSCHEL, 2003).

No aspecto econômico desse período, um dos principais recursos foi o ciclo de extrativismo vegetal, em que as principais espécies de madeira exploradas desde o início da colonização foram Cedro, Louro, Cabreúva, Grábia, característicos da Floresta Estacional Decidual (RUSCHEL, 2000). Estas foram extraídas, sobretudo, em áreas de fácil acesso ao rio Uruguai onde as toras formavam balsas que eram transportadas rio abaixo rumo à Argentina (THOMÉ, 1995).

O resultado dos processos exploratórios citados é uma significativa redução e fragmentação dos remanescentes florestais catarinenses. Com relação à fragmentação, estima-se que 90% dos remanescentes catarinenses possuam menos que 50 ha (VIBRANS *et al.*, 2010). O reflexo dessa fragmentação está na cobertura vegetal original de Santa Catarina, onde restam apenas 36% de remanescentes, sendo que destes, apenas 5% podem ser classificados como floresta primária (VIBRANS *et al.*, 2010).

A Floresta Estacional Decidual (FED) é a região fitoecológica mais fragmentada e impactada do estado de Santa Catarina. Atualmente, restam apenas cerca de 16,1% de sua cobertura florestal original, representada por remanescentes florestais isolados, de tamanho reduzido e sob constantes impactos antrópicos (VIBRANS *et al.*, 2012).

Em grande parte dos remanescentes, as populações podem estar se tornando inviáveis e sujeitas ao desaparecimento, devido ao rompimento da dinâmica da sua regeneração, amadurecimento e reprodução. Ademais, mesmo que esse ciclo se complete, o pequeno tamanho efetivo das populações nos fragmentos torna as futuras gerações cada vez mais débeis devido ao aumento da endogamia e perda de alelos pelo efeito da deriva genética (KAGEYAMA *et al.*, 1998).

Apesar das perdas, os fragmentos ainda abrigam parcela significativa de biodiversidade (MULLER *et al.*, 2010). Assim, o

conhecimento dos fatores que afetam a dinâmica dos fragmentos florestais, tais como, tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança e histórico de perturbações, podem servir de subsídios para identificar estratégias conservacionistas e áreas prioritárias a pesquisa, bem como, para planejamento sustentável dos recursos naturais (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Neste contexto, o presente trabalho está inserido no âmbito do Projeto Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC), formado por uma equipe multidisciplinar e composto por cinco metas, das quais o Núcleo de Pesquisa em Florestas Tropicais (NPFT) foi responsável pela Meta 3, tendo como objetivo a caracterização genética de populações de 13 espécies ameaçadas de extinção nas três formações florestais (FOD, FOM e FED) de Santa Catarina empregando marcadores alozímicos (REIS *et al.*, 2012).

A escolha das espécies para a caracterização genética baseou-se nos resultados parciais das avaliações de herbário e de campo do inventário (Meta 2), indicadas como prioritárias por serem representativas de diferentes grupos de interesse (características ecológicas, pressão antrópica, endemismo, presença na lista de espécies ameaçadas).

Também foi considerada a importância de uma abordagem com abrangência e representatividade regional no Estado e uma perspectiva maior de integração das diferentes abordagens, para a estruturação do produto final via um portal (SIG). Assim, decidiu-se por uma amostragem que permitisse representatividade por microrregião: ao menos três populações por microrregião, conforme a área de ocorrência de cada espécie.

A continuidade do IFFSC se deu com as próximas fases, Meta 4 e 5 que visou caracterizar a diversidade genética em indivíduos das coortes jovens, visando avaliar os efeitos recentes da fragmentação, e outras ações antrópicas, sobre a manutenção da diversidade genética potencial (diversidade genética histórica), já caracterizada nos indivíduos adultos. Além disso, essas metas buscaram também relacionar a diversidade genética de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, à características da paisagem em que se inserem suas populações.

A caracterização da diversidade genética em populações naturais de espécies potencialmente ameaçadas de extinção reflete com eficiência o potencial de manutenção da variação e adaptabilidade destas populações, porém, não relaciona estas informações/características com aspectos da paisagem em que se inserem as populações nas pesquisas.

Desta forma, com a caracterização da diversidade e estrutura genética e as características da paisagem em que se inserem suas populações, surge uma grande quantidade de variáveis tanto genéticas como ambientais. Neste sentido, somente com o advento de procedimentos estatísticos exploratórios (técnicas de ordenação multivariadas), torna-se possível buscar padrões de análises quantitativas. As técnicas multivariadas permitem analisar grande quantidade de variáveis ambientais de uma comunidade florestal, objetivando a redução do grande número dessas variáveis, com a mínima perda de informação. Além disso, permitem demonstrar quais os principais padrões de similaridades, de associação e de correlação entre as variáveis. Assim, obtendo relações mais estreitas entre diversidade genética de uma determinada espécie e a paisagem em que se encontra (McCUNE e MEFFORD, 1997; TER BRAAK, 1986).

Neste contexto, o presente trabalho visa indicar estratégias e áreas efetivas de conservação por meio de uma abordagem integrada utilizando ferramentas de análise multivariada, juntando aspectos genéticos e ecológicos, assim trazendo fundamentos importantes para a definição estratégias/ações no sentido da proteção de populações naturais e reversão do quadro de risco de espécies ameaçadas de extinção.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Indicar estratégias e áreas efetivas de conservação de *Apuleia leiocarpa*, *Cedrela fissilis* e *Myrocarpus frondosus* em remanescentes da Floresta Estacional Decidual, no estado de Santa Catarina, por meio da análise da paisagem e da diversidade genética dessas espécies.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a diversidade e estrutura genética de indivíduos adultos de populações naturais de *A. leiocarpa*, *C. fissilis* e *M. frondosus* em diferentes regiões da Floresta Estacional Decidual;

- Caracterizar a diversidade e estrutura genética de indivíduos jovens de *A. leiocarpa* a partir das populações adultas contrastantes em termos genéticos, tamanho dos fragmentos e área de ocorrência de *A. leiocarpa*.

- Caracterizar a paisagem em termos de uso e cobertura do solo nas unidades amostrais de coleta das populações em estudo.

- Integrar a diversidade genética de *A. leiocarpa*, *C. fissilis* e *M. frondosus* com as características da paisagem em que se inserem suas populações.

3 HIPÓTESES

Este trabalho se fundamenta na hipótese de que a super exploração de *Apuleia leiocarpa*, *Myrocarpus frondosus* e *Cedrela fissilis*, consideradas espécies de alto valor comercial, e a redução da cobertura florestal da FED em Santa Catarina, originou significativa fragmentação nesta formação florestal; este aspecto, influenciou e influencia diversas características da paisagem e como consequência altera padrões ecológicos destas espécies, que se refletem em indicadores genéticos. Esse fato deve resultar em uma alta correlação entre os índices das diferentes classes de uso e cobertura do solo com os índices de diversidade genética entre as populações, ou seja, quanto maior os índices de fragmentação e degradação de habitat, menores serão os índices de diversidade genética das espécies. Portanto, espera-se que índices de diversidade estejam associados com variáveis descritoras da fragmentação, as chamadas métricas da paisagem.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Fragmentação florestal

A fragmentação florestal é um processo associado com a expansão da fronteira agrícola, tendo recebido maior atenção ultimamente devido a elevadas taxas de desmatamento e seus consequentes efeitos em regiões tropicais (VIANA *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 2004). A fragmentação florestal caracteriza-se pela formação de mosaicos de habitats, que incluem remanescentes florestais de diferentes tamanhos, áreas agrícolas e urbanas (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998). O efeito mais claro do processo de fragmentação é a perda de habitats. Adicionalmente a isso, a fragmentação resulta em três outros efeitos: aumento do número de fragmentos, diminuição do tamanho dos fragmentos e aumento no isolamento dos fragmentos (FAHRIG, 2003). Um fator agravante no processo de fragmentação é o fato de que grande parte dos remanescentes de floresta se encontra em propriedades privadas, sendo tais ambientes geralmente muito vulneráveis a contínuos distúrbios, decorrentes principalmente, de uso não-sustentável (SILVA *et al.*, 2004).

A diminuição da área média nos fragmentos, desacompanhada de eficazes medidas de manejo de paisagens deve ser vista como uma grande ameaça à biodiversidade, sobretudo do ponto de vista genético (TOLEDO, 2005). Dentre os fatores que ocasionam a perda da diversidade mundial de espécies, a perda de habitat é apontada como uma das maiores ameaças (PEARSON *et al.*, 1996), sendo geralmente induzida por ações antrópicas, como a conversão a cultivos agrícolas e florestais ou pastagens, extração de recursos minerais e bióticos, desenvolvimento industrial e urbano, ocupação humana, fragmentação, desflorestamento, perda e erosão do solo.

A redução dos ambientes naturais florestados ocasiona a perda de espécies, especialmente aquelas cuja distribuição é restrita, o que representa um problema especial dos trópicos, que possuem altos níveis de endemismos. Além disto, esta redução provocada pela fragmentação florestal acarreta o isolamento de habitats originais que passam a ser circundados por ambientes alterados (SHAFER, 1990). O problema é particularmente crítico para espécies endêmicas a áreas restritas e que são difíceis de identificar antes que as atividades humanas as ponham em perigo irreversível (NUNES *et al.*, 2005). Por não existirem

populações em outros locais, estas espécies uma vez perdidas, não poderão ser recuperadas (LUGO e BROWN, 1996).

A fragmentação introduz uma série de novos fatores na história evolutiva de populações naturais de plantas e animais. Essas mudanças afetam de forma diferenciada os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, a estrutura e dinâmica de ecossistemas. No caso de espécies arbóreas, a alteração na abundância de polinizadores, dispersores, predadores e patógenos alteram as taxas de recrutamento de plântulas, bem como, as de fluxo gênico, comprometendo a sustentabilidade tanto das populações da espécie em questão, quanto dos demais organismos, plantas ou animais associados (VIANA e PINHEIRO, 1998).

Em determinado ponto, os fragmentos podem se tornar menores que o mínimo necessário para sustentar uma população. Espécies incapazes de transpor a porção não florestal da paisagem (“matriz”) estarão confinadas em fragmentos, reduzindo seu tamanho populacional e provavelmente sua probabilidade de persistência (KAGEYANA e GANDARA, 1999).

O tamanho das populações remanescentes é limitado principalmente pela área do fragmento. O efeito da área é especialmente importante quando a cobertura vegetal original é composta por florestas tropicais (KAGEYANA e GANDARA, 1999). A altíssima riqueza das espécies tropicais implica no predomínio de espécies pouco abundantes, que ocorrem em baixas densidades. A maior parte das espécies arbóreas é composta por espécies raras, altamente sensíveis ao efeito de área por serem distribuídas em pequenas populações nos fragmentos remanescentes (TOLEDO, 2005).

Outro efeito negativo da fragmentação é o efeito de borda; paisagens mais fragmentadas possuem mais bordas por área de habitat. Os efeitos diretos da criação de bordas incluem distúrbios físicos na vegetação e no solo, mudanças em atributos abióticos como incidência de luz, aumento de temperatura e exposição ao vento e o aumento na entrada de organismos, material (pólen, sementes, poluentes) e energia (MURCIA, 1995). Devido às mudanças bióticas e abióticas decorrentes do aumento do efeito de borda que acompanha a fragmentação, os remanescentes podem não conter habitats adequados para espécies de interior da floresta (MURCIA, 1995; OLIFIERSeCERQUEIRA, 2006).

Entre as consequências da fragmentação também estão às alterações que as populações remanescentes sofrem nos padrões de variabilidade genética, de troca de genes e consequentemente na estrutura genética. A perda de variabilidade genética, através da deriva

genética, pode reduzir a aptidão individual da espécie, inviabilizando o remanescente populacional, e a redução da riqueza alélica, assim como, o aumento da endogamia, que limitam a habilidade das espécies a responderem às mudanças devidas à ação de forças seletivas (KAGEYAMA, GANDARA e SOUZA, 1998).

4.2 Características da paisagem

Existem diferentes abordagens quanto à definição de paisagem, a definição de paisagem utilizada por METZGER (1999) prevê que a paisagem é um modelo dinâmico, onde existe uma fonte referida como um mosaico heterogêneo, composto por unidades interativas, cuja função está associada a um observador numa determinada escala de observação. Essa abordagem integrativa proposta pelo autor acima, pode ser considerada uma ferramenta eficiente no sentido de uma visualização holística dos componentes de uma paisagem, pois unem as principais linhas de pensamento, uma ecológica e outra geográfica, ambas unidas em uma única definição. FORMAN e GODRON (1986) consideram como características de uma paisagem alguns padrões biológicos como: 1) estrutura - composta por um conjunto de interações entre diferentes ecossistemas referentes ao tamanho, morfologia, número, tipo e configuração do espaço geográfico; 2) funcionamento – em relação ao fluxo energético e interações entre as espécies ao nível da paisagem em estudo; 3) alterações – desequilíbrio na estrutura e nos fluxos de funcionamento ao longo da escala espacial da paisagem. Neste contexto, é essencial que o pesquisador tenha ferramentas eficientes para executar um modelo de análise quantitativa dos componentes de uma paisagem, e assim, gerar um conjunto de informações que possibilitem caracterizar a paisagem em estudo.

Os elementos de uma paisagem variam de acordo com o tipo de abordagem adotada, e de forma geral, esta variação ocorre em função do grau de antropização e organização de uma paisagem, como definida por DOLFFUS (1978). FORMAN e GODRON (1986) reconhece que os elementos básicos de uma paisagem são compostos por manchas ou retalhos distribuídos ao longo da paisagem, cuja variação ocorre em forma, tamanho, tipo, heterogeneidade e características de bordas.

As paisagens estão estruturadas em mosaicos, os quais são formados por três elementos básicos: manchas, corredores e matriz. Estes elementos sofrem influência do ambiente externo, principalmente nas características relacionadas ao tamanho e forma (FORMAN e GODRON, 1986; METZGER, 2001).

Segundo CARRÃO *et al.*, (2001) e VENTURIERI e WATRIN (2005), a utilização de métricas de paisagem aliadas às tecnologias de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG) geram uma gama informações que auxiliam na caracterização do mosaico heterogêneo que compõem o espaço geográfico em estudo, possibilitando uma melhor compreensão das interações ocorridas na escala da paisagem e geram subsídios robustos que podem ser utilizados na tomada de decisões de uma dada região.

Matriz

Na definição utilizada por FORMAN e GODRON (1986) e METZGER (2001), matriz corresponde ao elemento que possui maior tamanho ou conectividade entre os fragmentos circundantes, sendo portanto de extrema importância na composição da paisagem por regular as diversas relações entre as manchas e os corredores.

Corredor Ecológico

Em seu estudo, LOPES (2009) definiu Corredor Ecológico ou de Biodiversidade, como um mosaico de uso das terras, que conectam fragmentos da floresta natural através da paisagem. Em estudos de fragmentação, os corredores são definidos como áreas lineares com padrões fisionômicos homogêneos os quais permitem o fluxo biológico.

A dinâmica promovida pelos Corredores Ecológicos, permite garantir o fluxo gênico e demais processos ecológicos, o que proporciona melhores índices para a sustentação da biodiversidade, e se mostram como um bom instrumento de conservação. Os estudos de BUENO (2004) e LOPES (2009), propõem uma classificação quanto aos tipos de corredores, podendo ser enquadrados de acordo com suas funções na dinâmica da paisagem, conforme são descritos a seguir:

- Corredores de habitats naturais, os quais se estabelecem a partir de vegetação nativa e proporcionam matéria e energia às áreas que os interligam;
- Corredores ripários, os quais consistem em um conjunto composto de matas ciliares e cursos de água, promovendo não somente benefícios biológicos mas também a preservação de componentes abióticos.

Mancha

De acordo com o conceito proposto por FORMAN e GODRON (1986), mancha consiste em áreas superficiais, relativamente reduzidas que diferem em aparências dos ambientes ao seu redor tendo extensões espaciais reduzidas. As manchas variam em tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e limite. Neste contexto, FORMAN e GODRON (1986) desenvolveram um modelo de classificação de acordo com fatores de origem e são mostradas abaixo:

- Manchas de Perturbação, ocasionadas por fenômenos naturais (climáticos) ou antrópicos;
- Manchas Remanescentes, constituída por uma fragmentação anterior;
- Manchas de Regeneração, relacionada com os processos de sucessão ecológica decorrentes;
- Manchas de Recurso Ambiental, que possui grande semelhança às Manchas Remanescentes, porém, diferem pelo fato de possuir um papel direto na composição das Manchas de Regeneração;
- Manchas introduzidas, que são promovidas por atividades antrópicas;
- Manchas Efêmeras, que se apresentam em períodos curtos e específicos, como épocas de reprodução.

4.3 Análise da ecologia da paisagem e métricas de paisagem

LANG e BLASCHKE (2009) definem a análise da paisagem como “o estudo analítico da configuração da paisagem e seu desenvolvimento, e as implicações específicas resultantes dessa configuração para a integridade, utilidade e valor da paisagem”.

O volume de pesquisas científicas desenvolvidas com algum componente ecológico, vem sendo executado com grande frequência e considerado o mais adequado, quando o alvo da pesquisa está inserido num sistema dinâmico e complexo como, por exemplo, a análise de uma paisagem.

A análise da ecologia de uma paisagem é considerada como uma abordagem inovadora e promissora, que busca um estabelecimento sólido em termos de reconhecimento como ciência (HOBBS, 1994), e vem se tornando como uma linha de pesquisa capaz de gerar resultados expressivos e completos no que se refere aos estudos relacionados à conservação ambiental.

As métricas de paisagem consistem num conjunto de ferramentas, cuja finalidade é a de gerar dados quantitativos das estruturas da paisagem em análise, permitindo a caracterização da cobertura vegetal e da ocupação de uso territorial, através de diversos índices numéricos, os quais estão relacionados com diversidade, dominância, polígono de maior área, número de polígonos, tamanho médio dos polígonos e densidade de bordas, como apresentados no trabalho de (VENTURIERI e WATRIN 2005, CASIMIRO 2000).

4.4 Diversidade Genética

Segundo ALFENAS *et al.*, (1998), a eletroforese visa à separação de moléculas em função de suas cargas elétricas, de seus pesos moleculares e de suas conformações, em suportes porosos e tampões apropriados, sob a influência de um campo elétrico contínuo. Esta técnica pode ser empregada na separação de isoenzimas. As isoenzimas são as formas múltiplas de uma mesma enzima com afinidade individual para um mesmo substrato, controladas geneticamente por alelos ou genes situados em diferentes locos. As isoenzimas controladas por alelos de um só loco são denominadas alozimas (ROBINSON, 1998).

Após a separação das isoenzimas pela eletroforese, estas são identificadas por reações químicas baseadas em suas atividades catalíticas específicas. Nesse processo são fornecidos os substratos e os cofatores necessários à reação da enzima *in vitro*, além de compostos que, por meio de uma reação secundária, formam produtos coloridos e insolúveis que podem identificar a sua posição no gel (ROBINSON, 1998).

Os locos alozímicos são ferramentas eficientes para estudos de diversidade genética por apresentarem herança mendeliana, expressão codominante (heterozigotos podem ser identificados diretamente), completa penetrância e ausência de interações pleiotrópicas e epistáticas (MORAES e DERBYSHIRE 2003, BERG e HAMRICK, 1997). Outro ponto importante é que grande parte dos locos são expressados em todos os estágios do ciclo da planta (HAMRICK e GODT, 1989), o que permite estudos comparativos entre grupos de indivíduos da mesma espécie em diferentes estágios de desenvolvimento, fundamental dentro do objetivo deste trabalho.

BERG e HAMRICK (1997) afirmam que a diversidade genética de uma população pode ser adequadamente estimada com uma amostra de 30 a 50 indivíduos, analisando de 10 a 20 locos alozímicos.

Diversos índices são utilizados para a caracterização genética, entre eles a porcentagem de locos polimórficos (P) é utilizada como um índice para comparações intrapopulacionais e intraespecíficas. O número médio de alelos por loco (A) é usado para estimar a diversidade alélica, ou seja, o número de alelos detectado em cada loco. Para obtenção do (A) deve-se usar tanto os locos monomórficos quanto os polimórficos. Uma medida mais restritiva (e mais informativa) é o número médio de alelos por loco polimórfico (AP), pois este independe da proporção de locos polimórficos. A heterozigosidade esperada (H_e) é uma medida composta, que sintetiza a variação genética a nível alélico. A heterozigosidade esperada, que também é conhecida como diversidade genética, é provavelmente o mais comum índice de diversidade para dados alozímicos, pois ele condensa a variação genética fundamental de uma população ou espécie em uma estatística singular (BERG e HAMRICK, 1997).

Segundo REIS (1996), a expressão “estrutura genética” tem sido empregada em trabalhos que caracterizam os níveis de diversidade genética (percentagem de locos polimórficos, número de alelos por loco, e heterozigosidade média) e a distribuição da variabilidade entre e dentro de populações, caracterizando: H_T , H_S e G_{ST} (NEI, 1973); F_{IS} , F_{IT} e F_{ST} (WRIGHT, 1951), ou F , f , θ (COCKERHAM, 1969).

As estatísticas F de WRIGHT (1951) foram desenvolvidas para expressar a estrutura genética de uma população e suas subpopulações e são basicamente medidas de fixação de alelos em diferentes níveis de organização, por exemplo, indivíduos, subpopulações e populações.

O fluxo gênico é um termo que inclui todos os mecanismos que resultam no movimento de alelos de uma população para outra. Sua estimativa se dá pela relação entre a divergência entre populações e o produto Nm (tamanho efetivo populacional e percentual de migrantes) (REIS, 1996).

Segundo GALETTI (2008), a manutenção da diversidade genética é um dos principais focos da biologia da conservação, sendo ela que fornece a informação sobre o potencial adaptativo/evolutivo de uma espécie. Por esse motivo, o conhecimento da composição genética de uma espécie, e de como ela está organizada (estruturada) em suas populações é fundamental para as ações de manejo e conservação.

As análises da variação isoenzimática têm se expandido em pesquisas de genética florestal. As principais aplicações desta técnica têm sido na investigação dos padrões de variabilidade genética (CARVALHO e OLIVEIRA, 2004; PINTO *et al.*, 2004; GANDARA, 2009) e dos sistemas de cruzamentos (KAGEYAMA, 2003; GUSSON

et al., 2006). Estas aplicações permitem o conhecimento da estrutura genética em povoamentos naturais, aumentando a eficiência do melhoramento e dos esforços de conservação de genes de árvores ameaçadas de extinção (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

4.5 Floresta Estacional Decidual

Este tipo de formação fitogeográfica é caracterizado por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de um período seco. Ocorre na forma de disjunções florestais, apresentando o estrato dominante macro ou mesofanerofítico predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos despídos de folhagem no período desfavorável. Com características semelhantes, verifica-se na borda do Planalto Meridional, principalmente no estado do Rio Grande do Sul, uma disjunção que apresenta o estrato florestal emergente completamente caducifólio, visto que, muito embora o clima seja ombrófilo, há uma curta época muito fria, o que ocasiona, provavelmente, a estacionalidade fisiológica dos indivíduos da floresta (VELOSO *et al.*, 1991).

A área ocupada pela Floresta Estacional Decidual apresenta relevo em geral ondulado a fortemente ondulado. O clima, apesar de quente e úmido durante boa parte do ano, conserva caráter frio, capaz de imprimir restrições à proliferação e o desenvolvimento de um grande número de espécies tipicamente tropicais. Os índices térmicos da região determinam dois períodos bem distintos: um período de quatro a cinco meses, centrados no verão com médias iguais ou superiores a 20° C e outro com duração de dois a três meses centrados no inverno com médias iguais ou inferiores a 15° C (IBGE, 1990).

Constata-se fenologicamente dois períodos vegetativos bem definidos: o hibernal e o estival (LINDMAN 1974; KLEIN, 1972). É importante mencionar que grande parte dos elementos componentes são espécies características e exclusivas desta floresta subtropical, motivo pelo qual constitui uma formação vegetal própria. Caracteriza-se, principalmente por apresentar elevada percentagem de espécies exclusivas, bem como, um número relativamente pequeno de espécies arbóreas altas e, sobretudo pela quase absoluta ausência de epífitas (LINDMAN 1974; RAMBO, 1956; KLEIN, 1972). A imensa maioria dos arbustos da mata baixa ou sub-bosque, pertence as famílias das Rubiáceas, Mirtáceas e Euforbiáceas (KLEIN, 1972), (Figura 1).



Figura 1 - Perfil da Floresta Estacional Decidual.

Fonte: Adaptado de Veloso *et al.*, (1991).

A cobertura florestal remanescente em Santa Catarina é de aproximadamente 29%, considerando formações florestais com mais de 10m de altura e 15 anos de idade. Além destas, vegetação pioneira e formações florestais em estágio inicial de regeneração foram encontradas em outros 3 a 4% do território catarinense. Na Floresta Estacional Decidual (FED) do Oeste catarinense a cobertura florestal soma aproximadamente 16% (VIBRANS *et al.*, 2012).

Uma formação quase que exclusiva das bacias do rio Uruguai, também denominada “Mata Subtropical do Alto Uruguai”, é a Floresta Estacional Decidual Aluvial, que se encontra bastante desfalcada dos seus elementos principais, explorados para uso madeireiro (RUSCHEL, 2000).

Segundo VIBRANS *et al.*, (2013), as dez espécies com maior valor de importância na estrutura da floresta para a FED são: *Ocotea puberula*, *Nectandra megapotamica*, *Luehea divaricata*, *Nectandra lanceolata*, *Cupania vernalis*, *Machaerium stipitatum*, *Syagrus romanzoffiana*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida* e *Casearia sylvestris*. Porém, análises da estrutura dos fragmentos destaca a pouca expressão de espécies emergentes decíduas características destes ambientes, como, por exemplo, *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. e *Myrcarpus frondosus* Allemão (CHORN *et al.*, 2012).

4.6 Descrição das espécies

O trabalho foi realizado visando espécies que tivessem uma importância histórica e sócio-econômica, ameaçadas de extinção e que fossem representativas da Floresta Estacional Decidual. Desta forma, as espécies escolhidas para este trabalho foram: *Apuleia leiocarpa*, *Cedrela fissilis* e *Myrcarpus frondosus*. Neste sentido, o conhecimento sobre essas espécies pode servir de modelo para a tomada de decisões na conservação da Floresta Estacional Decidual.

4.6.1 *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.

Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbr., conhecida como grápia ou amarelão, é uma espécie florestal com importância ecológica e ornamental, leguminosa arbórea pertencente à sub-família Caesalpiniaceae, (LORENZI, 2002). É uma espécie que apresenta ampla distribuição geográfica nas América do Sul: Argentina, Bolívia, Paraguai, Peru, Venezuela, Uruguai. No Brasil: Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Indiferente às condições físicas do solo ou ocorrendo preferencialmente em solos profundos, latossolos e cambissolos secos ou bem drenados e não alagáveis de remanescentes da Mata Atlântica.

De acordo com REITZ *et al.*, (1988), a *A. leiocarpa* é uma espécie arbórea decidual heliófita, pioneira, podendo alcançar 40 a 50 m de altura e 100 cm de DAP (Figura 2). CARVALHO (2003) destaca a presença de tronco irregular a cilíndrico, fuste um pouco tortuoso, copa larga, ramificada, aplanada e não muito densa. A casca externa é pardo-acinzentada e provida de marcas arredondadas ou irregulares muito características, resultantes da deiscência em finas placas. É também muito característico o enraizamento superficial, na base do tronco (MARCHIORI, 1997).

A madeira da *A. leiocarpa* é amarela à pardo escuro, densa (0,75 a 1,00g/cm³) (MARCHIORI, 1997), de resistência mecânica média a alta e boa durabilidade natural, sendo indicada para obras como vigas, estacas, caibros, marcenaria, acabamento de interiores, esquadrias, tacos de assoalho, dormentes, janelas, esquadrias, artesanatos, (REITZ *et al.*, 1988; MARCHIORI, 1997), e empregados para a produção de barris que posteriormente são utilizados como tonéis de vinho e cachaça (CARVALHO, 1994), além de possuir propriedades medicinais (RUPPELT *et al.*, 1991), potencial para uso em sistemas agroflorestais (SOUZA *et al.*, 1994), ornamentais, reflorestamentos, produção de substâncias tanantes (CARVALHO, 1994) e indústria de curtumes, já

que sua casca chega a ter 24% de taninos (NICOLOSSO *et al.*, 1999). Além desses usos, demonstra boa regeneração natural e desenvolvimento no interior de capoeiras, sendo por este motivo de grande interesse para a recomposição de áreas (MARCHIORI, 1997; KALIL, 2002).

Segundo CARVALHO (2003), face às suas múltiplas aplicações, a *A. leiocarpa* deve ser considerada como uma das mais valiosas espécie da Floresta Estacional Decidual.

As folhas são alternas e imparipinadas, com 7 a 11 folíolos alternos, elípticos ou oblongos, coriáceos, de ápice agudo-acuminado ou emarginado, com margem inteira e base obtusa a arredondada (MARCHIORI, 1997), perdendo suas folhas total ou parcialmente durante o inverno (REITZ *et al.*, 1988).

Em Santa Catarina, floresce na primavera (CARVALHO, 2003) e frutifica durante os meses de verão (MARCHIORI, 1997) sendo que às vezes, as sementes permanecem nas árvores por vários meses (LORENZI, 2002).

É considerada uma espécie monóica tendo sua polinização realizada, principalmente por abelhas (CARVALHO, 2003), sendo as flores pequenas (MARCHIORI, 1997), melíferas, masculinas e hermafroditas, de coloração branca, amarela ou bege (HERINGER e FERREIRA, 1973), reunidas em inflorescências dispostas em pequenas panículas (MARCHIORI, 1997), terminais do tipo cima ou cimeira, com 25 a 35 flores (HERINGER e FERREIRA, 1973) ou solitárias, compactifloras, inseridas sobre os ramos desfolhados ou com folhas novas (REITZ *et al.*, 1988).

O fruto é uma vagem oblonga ou ovado-oblonga, achatada, ligeiramente oblíqua, indeiscente, elíptica, de cor castanho-clara, comprimida lateralmente, com ápice e base agudos, estrutura levemente (HERINGER e FERREIRA, 1973) ou totalmente coriácea (MARCHIORI, 1997), com indumento dourado (REITZ *et al.*, 1988). Aproximadamente, 93% dos frutos contêm uma única semente e 7% duas (HERINGER e FERREIRA, 1973).

As sementes são ortodoxas (EIBL *et al.*, 1994), com longevidade de aproximadamente dois anos. AMARAL *et al.*, (1988) encontraram 96% de germinação logo após a coleta, de 72 a 85%, 19 meses depois, tendo sido armazenadas em sacos de papel, em câmara seca, à temperatura ambiente, com umidade relativa de 50%.



Figura 2 - Aspecto geral de um indivíduo adulto de *Apuleia leiocarpa* no município de Quilombo em Santa Catarina.

Foto: Victor Hugo Buzzi.

Segundo GIEHL(2007) avaliando as estratégias de dispersão do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil, classificou a dispersão das sementes de *Apuleia leiocarpa* como anemocórica.

Segundo KLEIN (1972) um aspecto fisionômico para classificação das Florestas Estacionais, seria a presença de *Apuleia leiocarpa* na caracterização da fisionomia da Floresta Decidual. Hoje, essa espécie encontra-se rara no dossel, devido ao corte seletivo dessa espécie, descaracterizando deste modo, a atual fisionomia.

A espécie encontra-se na lista de espécies da flora ameaçadas do Rio Grande do Sul (2008), sob a categoria de vulnerável, conforme o decreto estadual nº 42.099/03.

Referente a estudos genéticos da *Apuleia leiocarpa*, não foram encontrados trabalhos específicos em literatura.

4.6.2 *Cedrela fissilis* Vellozo

A família das Meliáceas compreende, aproximadamente, 550 espécies distribuídas em 50 gêneros (KLEIN, 1984). O gênero *Cedrela* pertence à família Meliaceae, subfamília Swietenioideae (STYLES, 1981). A área de distribuição natural de *Cedrela fissilis* se estende desde o sul do Brasil (32° S) até a Costa Rica na América Central (12° N) (CARVALHO, 2003). Apresenta distribuição por praticamente todas as florestas dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (KLEIN, 1984). A frequência de *Cedrela fissilis* em florestas nativas do sul do Brasil varia de uma a três árvores por hectare. Esta densidade reflete tanto o equilíbrio com a broca-do-cedro (*Hypsipyla grandella*) como a característica oportunística da espécie, a qual demanda a formação de clareiras para desenvolver-se plenamente (CARVALHO, 2003).

A espécie apresenta folhagem densa e verde, escura acima e mais clara por baixo, as folhas longas são curvadas e parcialmente pendentes, decíduais, alternas, compostas pinadas, grandes de 60 a 120 cm de comprimento por 20 a 30 cm de largura (REITZ, 1978).

C. fissilis é uma espécie parcialmente esciófila no estágio juvenil e heliófila no estágio adulto. Apresenta tolerância bastante variável a baixas temperaturas, de medianamente tolerante a tolerante, sendo que em florestas naturais árvores adultas toleram temperaturas de até -10,4°C (CARVALHO, 2003).

A madeira de *Cedrela fissilis* se assemelha com a do mogno (*Swietenia macrophylla*), sendo em geral arbóreas, às vezes de grande

porte (CARVALHO, 2003), com 25 à 35 metros de altura, tronco cilíndrico (60-90 cm na altura do peito), longo, casca grisácea com longas fissuras longitudinais profundas; ramificação dicotômica ascendente, formando copa arredondada muito típica, em forma de guarda-chuva apresentando uso extremamente diversificado devido as suas características (Figura 3). É empregada, por exemplo, na construção de instrumentos musicais, obras de entalhe, fabricação de móveis finos, acabamento interno decorativo de embarcações e na construção civil em geral (CARVALHO, 2003). A espécie apresentou importante papel na economia brasileira, estando entre as madeiras mais exportadas na década de 1970 (BRUCE, 1976).

Em relação a reprodução, *Cedrela fissilis* apresenta florescimento de setembro a dezembro em Santa Catarina (REITZ *et al.*, 1978); e de setembro a janeiro, no Paraná (INOUE *et al.*, 1984), sendo que o processo reprodutivo inicia entre dez e quinze anos de idade em plantios (CARVALHO, 2003). Os frutos amadurecem depois da queda das folhas, ou seja, principalmente nos meses de julho a agosto, no Paraná e Santa Catarina. Uma árvore isolada pode apresentar até 1500 frutos e cada fruto apresenta cerca de 30 sementes férteis (REITZ *et al.*, 1978).

O sistema de cruzamento do *C. fissilis* é misto sendo predominantemente alógama, ou seja, tolera certa taxa de autofecundação (de 8% a 24%) (GANDARA, 1996; PÓVOA, 2002; KAGEYAMA *et al.*, 2003), possuindo flores com ambos os sexos, mas unissexuais por aborto de um dos sexos, se comportando como monóica (STYLES, 1972). A polinização é realizada por pequenos insetos, possivelmente mariposas (MORELLATO, 1991) e abelhas (STEINBACH e LONGO, 1992). O fluxo gênico direto via pólen pode ocorrer a longas distâncias, acima de 950 metros (GANDARA, 1996), e em relação às sementes, estas são aladas e dispersas pelo vento. Diversas meliáceas, entre elas todas as espécies do gênero *Cedrela*, são atacadas por larvas perfuradoras das brotações apicais (*Hypsipyla* spp.), que limitam seu uso para plantios em sua área natural de dispersão (KLEIN, 1984).



Figura 3 - Aspecto geral de um indivíduo adulto de *Cedrela fissilis* no município de Seara em Santa Catarina.

Foto: Felipe Steiner.

GANDARA (1996) estimou a distância de fluxo gênico em uma população natural de *Cedrela fissilis* no estado de São Paulo, e os resultados mostram que a espécie, que possui um indivíduo adulto a cada 8 ha, tem distância de fluxo gênico de 950 metros, não apresentando estrutura genética. Ainda, apesar de ter uma baixa densidade de indivíduos adultos, apresenta altas taxas de cruzamento, amplo fluxo de pólen, cruzamentos ao acaso e distribuição espacial aleatória dos genótipos. KAGEYAMA *et al.*, (2004) em um estudo na Floresta Atlântica verificaram maior fluxo gênico em populações de *Cedrela fissilis*, devido a polinização pelo vento.

Segundo GANDARA (2009) *C. fissilis* é uma espécie de grande interesse comercial e conservacionista e por isto, prioritária para estudos genéticos. Populações desta espécie no Brasil, e em outros países sul americanos, estão muito ameaçadas pelo desmatamento extensivo e pela exploração seletiva.

Em estudos em cinco estados da região centro-sul do Brasil, em todas as dez populações estudadas a endogamia foi relativamente alta (-0,03 a 0,230), (GANDARA, 2009). As populações apresentaram diferenciação genética seguindo o modelo de isolamento pela distância geográfica, porém outros fatores devem estar relacionados como fenologia, história evolutiva e formação vegetal. Também verificou uma tendência ao aumento da diversidade gênica e diminuição de endogamia nos adultos em relação aos jovens, o que evidencia a seleção em favor dos heterozigotos ao longo das gerações (GANDARA, 2009).

Como *C. fissilis* é uma espécie alógama ou de sistema misto de reprodução, o padrão de distribuição da diversidade genética observado por KAGEYAMA *et al.*, (2003) ficou de acordo com o esperado. *C. fissilis* apresentou valores relativamente altos de divergência genética entre populações, o que possivelmente está associado à amplitude da amostragem realizada, visto que foi amostrado grande número de populações.

A Lista Vermelha de espécies ameaçadas de extinção (IUCN, 2012), evidencia que *Cedrela fissilis* se enquadra como em perigo.

4.6.3 *Myrocarpus frondosus* Allemão

Myrocarpus frondosus Allemão conhecida popularmente como cabreúva, é uma leguminosa arbórea pertencente a sub-família Papilionoideae. É uma espécie de ocorrência natural na Argentina (nordeste), Paraguai (leste) e Brasil, desde o sul da Bahia ao Rio Grande do Sul. A espécie atinge grandes dimensões (Figura 4), destacando-se

entre as árvores nativas de maior produção comercial de madeira (BRENA e LONGHI, 1998). Ameaçada de extinção, sob a categoria de vulnerável, conforme o decreto estadual nº 42.099/03, Rio Grande do Sul (2008). É uma das espécies florestais mais conhecidas devido à boa qualidade de sua madeira, o que favoreceu a sua exploração, causando escassez e sua quase extinção. (CARVALHO, 1994).

Assim como muitas outras espécies nativas, não apresenta silvicultura definida, necessitando de pesquisas para a definição de parâmetros de produção sustentável (CARVALHO, 1994). Ocorre em altitudes de 60 a 1000 m, em solos profundos e úmidos, com drenagem boa e textura franca a argilosa, frequentemente é encontrada no fundo dos vales, nos inícios das encostas ou locais com solos úmidos. (CARVALHO, 1994).

Trata-se de uma espécie secundária tardia, semi-heliófita, necessitando de sombreamento moderado sendo medianamente tolerante ao frio (CARVALHO, 1994). REITZ *et al.*, (1983) classificam-na como heliófita e pioneira. Aparece como espécie emergente do dossel superior na floresta primária, entretanto, não apresenta regeneração neste ambiente, regenera-se naturalmente em áreas abertas, podendo ser observada sua presença em capoeiras e matas secundárias (LORENZI, 2002). REITZ *et al.*, (1983) também concordam que sua regeneração na mata densa e desenvolvida não é muito acentuada, preferindo locais com certa luminosidade, por isso é observada em capoeirões, pastos ou matas secundárias. *M. frondosus* produz grande quantidade de sementes, com dispersão anemocórica e apresenta polinização melitofílica (LORENZI, 2008).

A Lista Vermelha de espécies ameaçadas de extinção, compilada pela União Mundial para a Natureza (IUCN), evidencia que *M. frondosus* tem dados deficientes a respeito de sua conservação (IUCN, 2012). No entanto, conforme o decreto estadual nº 42.099/03, Rio Grande do Sul (2008), classifica a espécie sob a categoria de vulnerável.



Figura 4 - Aspecto geral de um indivíduo adulto de *Myrocarpus frondosus* no município de Quilombo em Santa Catarina.

Foto: Felipe Steiner.

5 CARACTERIZAÇÃO DA DIVERSIDADE E ESTRUTURA GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE ESPÉCIES AMEAÇADAS NA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL

5.1 INTRODUÇÃO

A formação florestal denominada Floresta Estacional Decidual (FED), encontra-se fragmentada em pequenas manchas espalhadas entre lavouras, principalmente de milho, trigo e, sobretudo soja (VACCARO e LONGHI 1995). Além disso, LEITE e KLEIN (1990) comentam que os poucos povoamentos de Florestas Estacionais Deciduais restantes na Região Sul do Brasil, estão alterados e parcialmente descaracterizados. Nesse sentido, MARCHIORI (1991) menciona que as florestas nativas da FED em Santa Catarina, são apenas pálidas sombras do que foram no passado.

Neste contexto, a fragmentação de habitats é hoje reconhecida como um dos principais fatores de ameaça à sobrevivência de populações e espécies em todo o mundo. Grandes áreas de ambientes tropicais e temperados foram transformadas em ecossistemas pouco estruturados, e provavelmente limitados funcionalmente, comparativamente ao original (CLARKE e YOUNG, 2000).

A fragmentação causa mudanças significativas nas populações afetadas, tanto em nível genético, quanto demográfico e essas mudanças interagem de modo direto e indireto, afetando o *fitness* individual dos indivíduos e até a viabilidade das populações (YOUNG e CLARKE, 2000).

Durante o processo de fragmentação, a redução do tamanho das populações causa um gargalo genético, devido ao fato que os indivíduos remanescentes conterem apenas uma amostra do *pool gênico* original. Consequentemente, com as populações permanecendo pequenas e isoladas umas das outras, a deriva genética passa a ter uma influência dominante na estrutura genética das mesmas, podendo levar a perda de variabilidade genética (BARRET e KHON, 1991; YOUNG e BROWN, 1999).

Com a necessidade premente da conservação e recuperação dos fragmentos, do que restam da Floresta Estacional Decidual, se faz necessário um estudo da estrutura e da diversidade genética, pois a mesma, permite o conhecimento da organização e distribuição da variabilidade genética entre e dentro de populações naturais. Esse entendimento é imprescindível à escolha de estratégias visando à conservação e a exploração das populações em seu habitat, com a

perspectiva de manutenção da diversidade e garantia de sustentabilidade (REIS 1996, HAMRICK *et al.*, 1992, FRANKHAM, 2003; NEEL e ELLSTRAND, 2003).

O estabelecimento de estratégias de conservação deve considerar, além da questão genética, o conhecimento sobre os recursos genéticos, bem como, seu interesse pelo uso desses recursos, deste modo, enquanto houver interesse, haverá conservação pelo uso (CLEMENT *et al.*, 2007).

Considerando o contexto descrito, neste capítulo buscou-se avaliar a diversidade genética existente em populações naturais de espécies ameaçadas sob diferentes intensidades de exploração e fragmentação da paisagem na FED, com o objetivo de verificar a manutenção da diversidade genética nestas populações.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Seleção dos pontos amostrais e coleta do material vegetal

As populações adultas foram estudadas no escopo do projeto Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina Meta III – Caracterização da diversidade genética (IFF-SC). Durante o projeto IFF-SC foram amostradas populações de indivíduos adultos de três espécies da Floresta Estacional Decidual (*Apuleia leiocarpa*, *Cedrela fissilis* e *Myrocarpus frondosus*). Os pontos amostrais e número de populações coletas por espécie, estão na Figura 5.

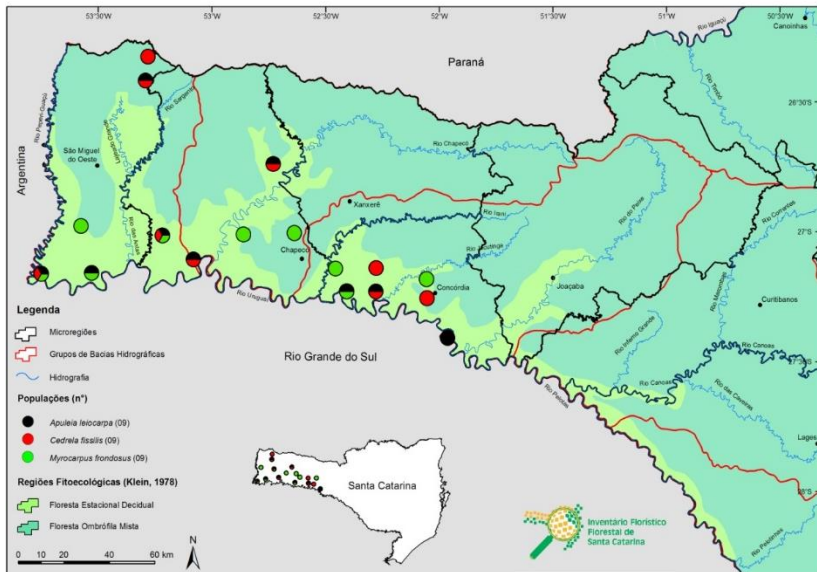


Figura 5 - Locais de coleta das nove populações estudadas de *Apuleia leiocarpa*, *Cedrela fissilis* e *Myrocarpus frondosus* na Floresta Estacional Decidual.

Fonte: NPFT (2013).

Para a amostragem dos indivíduos jovens de *A. leiocarpa* foi priorizada a escolha de fragmentos contrastantes verificadas nos adultos em diversidade genética, índice de fixação e número de alelos. Assim esperou-se possibilitar uma maior amplitude de comparações entre as duas coortes da espécie. As informações de paisagem foram utilizadas para selecionar fragmentos contrastantes, especialmente, em relação ao tamanho do fragmento. Com relação à distribuição geográfica, os fragmentos que estavam melhor distribuídos, ao longo da área de ocorrência da espécie no estado, tiveram prioridade de escolha.

A amostragem realizada nos indivíduos adultos reflete, em grande parte, uma diversidade genética histórica, potencial, que necessita ser calibrada a partir dos eventos atuais, obtidos a partir da comparação entre os indivíduos adultos e indivíduos de coortes mais jovens. Esta abordagem permite uma estimativa mais acurada do fluxo gênico aparente contemporâneo, bem como uma avaliação efetiva de quanto da diversidade existente nos adultos (histórica) se mantém para

as gerações futuras, expressando-se nas coortes mais jovens (diversidade contemporânea).

Assim, das 9 populações de *A. leiocarpa* estudadas para os adultos (Figura 5), foram selecionados cinco populações para o estudo dos indivíduos jovens.

Em cada fragmento amostrado foi coletado material foliar de cerca de 50 indivíduos, com espaçamento de cerca de 50 m entre cada indivíduo. Incluindo, eventualmente, indivíduos nas bordas e margens dos fragmentos. Para *A. leiocarpa* foi priorizada a coleta dos indivíduos jovens provenientes dos eventos reprodutivos mais recentes (Figura 6). O material era acondicionado em caixas térmicas com gelo para o transporte até o laboratório, onde era estocado em geladeira.

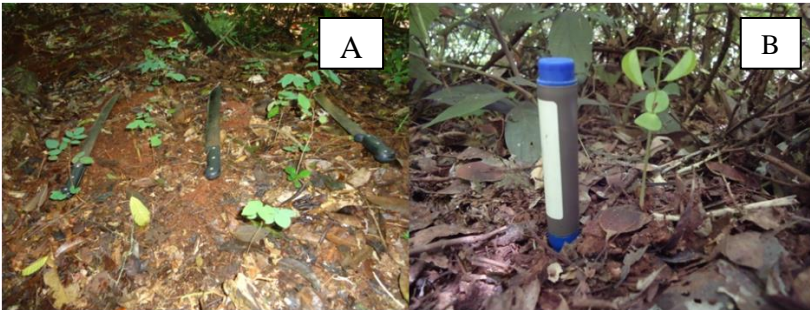


Figura 6 - Aspecto dos indivíduos jovens de *Apuleia leiocarpa* coletados na FED no município de Seara (A). Detalhe de um indivíduo jovem de *Apuleia leiocarpa* (B).

Foto: Felipe Steiner.

5.2.2 Procedimento de eletroforese de isoenzimas

Os processos laboratoriais foram todos realizados no Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal (LFDGV) da UFSC.

O processo de solubilização das enzimas foi realizado com auxílio do macerador automático Precellys[®] 24. Em cada tubo de maceração (modelo Hard Tissue Grinding MK28), foram adicionados: aproximadamente 50 mg de material foliar, 5 esferas de aço inoxidável, 0,4 ml de solução de extração nº 1 (ALFENAS, 1998) e cerca de 10 mg de polivinilpolipirrolidona (PVPP). Os tubos eram agitados por 10'' a 6000 RPM. O líquido resultante do processo de maceração foi absorvido em tiras de papel cromatográfico (Whatman nº 3), com 2 X 20 mm de

tamanho (*wicks*). Posteriormente os *wicks* foram dispostos lado a lado no gel de amido (penetrose 30 a 13%), que foi submetido à corrente elétrica.

Após o processo de eletroforese os géis eram cortados e as fatias dispostas em cubas de porcelana para a revelação dos zimogramas. Após a completa revelação dos zimogramas os mesmos eram interpretados e fotografados, para reavaliações posteriores.

- *Apuleia leiocarpa*

Foram empregados 11 sistemas isoenzimáticos para analisar os níveis de distribuição da diversidade genética, todos em tampão Tris-Citrato (*ME, PGM, PGI, IDH, 6PGDH, DIA, MDH, PRX, GTDH, LAP* e *SKDH*), tanto para adultos como para jovens.

- *Cedrela fissilis*

Foram empregados 8 sistemas isoenzimáticos para analisar a diversidade genética da espécie, 4 em tampão Citrato de Morfolina (*6PGDH, MDH, IDH* e *PGI*) e 4 em tampão Tris-Citrato (*DIA, PRX, PGM* e *ME*)

- *Myrocarpus frondosus*

Foram empregados 10 sistemas enzimáticos para acessar os níveis e a distribuição da diversidade genética da espécie, utilizaram-se (*ME, MDH, NADHDH, DIA, PGI, IDH, 6PGDH, PGM, SKDH* e *G6PDH*) todos em tampão Tris-Citrato.

5.2.3 Procedimento de análise dos dados genéticos

A partir dos genótipos observados em gel, foram calculadas, para populações estudadas, as frequências alélicas e os índices de diversidade [porcentagem de locos polimórficos ($\hat{P}_{99\%}$), número total de alelos (alelos), número médio de alelos por loco (\hat{A}), número médio de alelos por loco polimórfico (\hat{A}_p), heterozigotidade observada (\hat{H}_o) e esperada (\hat{H}_e), e índice de fixação (\hat{f})]. Além disso, também foram estimadas as estatísticas *F* de Wright (WRIGHT, 1951), número de alelos raros e número de alelos exclusivos.

As frequências alélicas foram obtidas através do programa FSTAT (GOUDET, 2001), por meio da seguinte abordagem:

$$\hat{P}_{ij} = n_{ij} / n_j$$

sendo:

\hat{P}_{ij} = frequência do alelo *i* na população *j*;

n_{ij} = número de ocorrências do alelo *i* na população *j*;

n_j = número total de alelos amostrados na população *j*.

Os índices de diversidade ($\hat{P}_{99\%}$, n° alelos, \hat{A} , \hat{A}_p , \hat{H}_e , \hat{H}_o e \hat{f}) foram obtidos através do programa GDA (LEWIS e ZAYKIN, 2001). O número de alelos raros e exclusivos foi calculado com auxílio do Microsoft Excel.

A porcentagem de locos polimórficos foi obtida considerando-se o número de locos que apresentaram o alelo mais frequente com ocorrência inferior a 99%, em relação ao total de locos.

$$\hat{P}_{99\%} = (n^\circ \text{ de locos polimórficos} / n^\circ \text{ total de locos}) \times 100$$

O número de alelos foi obtido através do somatório de todos os alelos encontrados para uma população. A média de alelos por loco (\hat{A}) foi estimada dividindo-se o total de alelos de uma população. A média de alelos por loco polimórfico (\hat{A}_p) foi calculada dividindo-se o total de alelos de uma população pelo total de locos polimórficos da mesma.

A heterozigosidade média observada (\hat{H}_o) foi obtida pela média entre os locos do número de indivíduos heterozigotos dividido pelo número de indivíduos amostrados.

$$\hat{H}_o = [(\sum P_{ij}) / n] / l$$

Onde:

$(\sum P_{ij})$ = somatório dos heterozigotos ($i \neq j$);

n = número de indivíduos total;

l = número de locos.

A heterozigosidade esperada (\hat{H}_e) foi obtida empregando-se o estimador não viesado de NEI (1978):

$$\hat{H}_e = 2n(1 - \sum \hat{p}_i^2) / (2n - 1)$$

Sendo:

\hat{p}_i = frequência do alelo i ;

n = número de indivíduos amostrados.

Os índices de fixação (\hat{f}) foram estimados pelos desvios da heterozigosidade esperada, sendo:

$$\hat{f} = (\hat{H}_e - \hat{H}_o) / \hat{H}_e$$

O número de alelos raros foi obtido através do somatório dos alelos com frequência menor que 5% dentro da uma população. Já os alelos exclusivos foram aqueles de ocorrência restrita à apenas uma população.

As estatísticas F de Wright (WRIGHT, 1951) (\hat{F}_{is} , \hat{F}_{it} , \hat{F}_{st}) foram estimadas com auxílio do programa Fstat (GOUDET, 2001), que utiliza o método descrito por WEIR e COCKERHAM (1984) para

estimar as estatísticas. A seguir, as fórmulas descritas por NEI (1977) para estimar as estatísticas.

Assim:

$$\hat{F}_{is} = (1 - \hat{H}_{ot}) / \hat{H}_{ei}$$

$$\hat{F}_{it} = (1 - \hat{H}_{ot}) / \hat{H}_{et}$$

$$\hat{F}_{st} = (1 - \hat{H}_{ei}) / \hat{H}_{et}$$

Onde:

$$\hat{H}_{ot} = 1 - (\sum \sum X_{il}) / ls$$

$$\hat{H}_{ei} = 1 - (\sum_i \sum_l \sum_k X_{ilk}^2) / ls$$

$$\hat{H}_{et} = 1 - [(\sum_l \sum_k X_{lk}) / s]^2 / l$$

Sendo:

\hat{H}_{et} = heterozigosidade esperada total;

\hat{H}_{ei} = heterozigosidade média entre as populações;

\hat{H}_{ot} = heterozigosidade observada total;

X_{il} = frequência de heterozigotos dos locos l na população i;

x_{ilk} = frequência do alelo k do loco l na população i;

s = número de populações;

l = número de locos.

5.2 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização genética das nove populações de indivíduos adultos de Grápia (*Apuleia leiocarpa* - Adultos), cinco populações de indivíduos jovens de (*Apuleia leiocarpa* - Jovens), nove populações de indivíduos adultos de Cabriúva (*Myrocarpus frondosus*), e Cedro (*Cedrela fissilis*) estão apresentados na Tabela 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Estes resultados são produto do “Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Meta III – Caracterização da diversidade genética” e parte deles está publicada no livro “Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina – Diversidade e Conservação dos Remanescentes”, no Capítulo 8, “Distribuição da Diversidade Genética e Conservação de Espécies Arbóreas em Remanescentes Florestais de Santa Catarina” (REIS *et al.*, 2012).

5.2.1 *Apuleia leiocarpa* (Adultos)

Para os indivíduos adultos da grápia (*Apuleia leiocarpa*) (Tabela 1), foram avaliados 12 locos, todos polimórficos, a partir dos 11 sistemas isoenzimáticos utilizados. Foram encontrados 37 alelos para o conjunto das populações ($\hat{A} = 2,44 \pm 0,23$). A espécie apresentou uma

alta diversidade genética ($P_{99\%} = 0,75 \pm 0,10$; $\hat{H}_o = 0,255 \pm 0,032$; $\hat{H}_e = 0,325 \pm 0,035$), o que demonstra o potencial desta espécie em manter a variação genética a longo prazo. Contudo, o índice de fixação também foi elevado ($\hat{f} = 0,218 \pm 0,108$) evidenciando déficit de heterozigotos, possivelmente reflexo de um histórico de cruzamentos entre aparentados e de reduzidos tamanhos populacionais, decorrentes da exploração madeireira realizada em um passado recente. O valor elevado do índice de fixação para a maioria das populações, aliado à inexistência de políticas de conservação para os remanescentes da FED, indica uma grande fragilidade para as populações da espécie.

Apesar da divergência genética entre as populações de *A. leiocarpa* avaliadas ter sido relativamente baixa ($\hat{F}_{st} = 0,064$), duas populações apresentaram alelos exclusivos e todas apresentaram alelos raros, reforçando a ideia de que a fragmentação e a redução dos tamanhos populacionais vêm influenciando a estrutura e diversidade genética.

Tabela 1 - Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para 9 populações de indivíduos adultos de *Apuleia leiocarpa* no Estado de Santa Catarina. n = nº indivíduos; Alelos = número de alelos; $P_{99\%}$ = % locos polimórficos (12 loc.); \hat{A} = alelos por loco; \hat{A}_p = alelos por loco polimórfico; \hat{H}_o = heterozigosidade observada; \hat{H}_e = heterozigosidade esperada; f = índice de fixação * ($p < 0,05$); AR = nº alelos raros (freq. $< 0,05$); AE = nº alelos exclusivos.

Município - IFFSC	Área (ha)	n	Alelos	$\hat{P}_{99\%}$	\hat{A}	\hat{A}_p	\hat{H}_e	\hat{H}_o	f	AR	AE
Palma Sola - 6003	1378,51	48,4	29	0,75	2,42	2,89	0,305	0,219	0,282*	4	0
Itapiranga - 2051	246,75	30,5	27	0,75	2,25	2,67	0,374	0,240	0,361*	2	0
S. J. do Oeste - 2056	59,58	48,3	27	0,67	2,25	2,88	0,338	0,291	0,142*	2	0
Palmitos - 2179	77,59	42,7	27	0,67	2,25	2,88	0,279	0,239	0,146*	2	0
Caibi - 2406	143,14	52,2	29	0,92	2,42	2,55	0,327	0,262	0,200*	3	1
Quilombo - 3097	31,29	54,7	36	0,92	3,00	3,18	0,358	0,230	0,361*	10	2
Itá - 1861	685,76	33,5	29	0,67	2,42	3,13	0,278	0,221	0,208*	4	0
Seara - 1864	147,79	44,3	30	0,75	2,50	3,00	0,357	0,292	0,183*	2	0
Alto B. Vista - 1536	21,14	49,6	29	0,67	2,42	3,13	0,307	0,298	0,029	4	0
Média	310,17	44,9	29	0,75	2,44	2,92	0,325	0,255	0,218		
Desvio padrão	449,84	8,2	3	0,10	0,23	0,21	0,035	0,032	0,108		

Estes resultados reforçam a constatação de fortes efeitos de fragmentação florestal na região e ressaltam a importância de políticas para a conservação que possam ir além da criação de Unidades de Conservação na FED. Ações que possam favorecer a ampliação da conectividade entre os remanescentes florestais, como criação de áreas de coleta de sementes e incentivos à restauração florestal, podem trazer resultados de grande efetividade.

5.2.2 *Apuleia leiocarpa* (Jovens)

Os resultados da caracterização genética das cinco populações de indivíduos jovens de *A. leiocarpa* estão sumarizados na Tabela 2. Assim como nas populações adultas, foram avaliados 13 locos, todos polimórficos, a partir dos 11 sistemas isoenzimáticos utilizados. Para o conjunto das populações de indivíduos jovens foram identificados 34 alelos distintos, com média de 30 alelos por população.

O montante de alelos encontrados nos jovens em relação ao total encontrado nos adultos (37 alelos), reflete o potencial e a probabilidade de alelos distintos serem amostrados ao longo das gerações. O alelo 3 (SKDH) foi capturado apenas na população 3097 (Quilombo) entre os adultos, mas foi encontrado em todas as populações de jovens, ainda que em baixa frequência (Anexos 1 e 2). O mesmo ocorre com o Alelo 1 do Loco DIA, sendo capturado em baixa frequência nas populações jovens (2179 (Palmitos), 2051 (Itapiranga), 1864 (Seara), o mesmo não foi capturado nas populações adultas onde foram caracterizados os indivíduos jovens, sendo amostrado apenas na população 2406 (Caibi) (Anexo 2). Esse fato pode ser explicado pelo fluxo gênico entre os fragmentos, pois a dispersão de sementes de *A. leiocarpa* é do tipo anemocórica, possibilitando a semente atingir outros fragmentos e novas áreas de regeneração (ANDRADE *et al.*, 2001). Outro ponto que cabe destacar, é a possibilidade de alelos que estejam em baixa frequência serem perdidos ao longo das gerações, se não houver uma medida que contemple a manutenção do que resta de fragmentos na FED e possibilite o fluxo constante de sementes entre os fragmentos ao longo das gerações.

A exemplo das populações de indivíduos adultos, os jovens também apresentaram diversidade genética alta ($P_{99\%} = 0,87 \pm 0,07$; $\hat{H}_o = 0,309 \pm 0,030$; $\hat{H}_e = 0,317 \pm 0,026$), com apenas uma população apresentando \hat{H}_o inferior a 0,3. Os valores médios encontrados de \hat{H}_e e \hat{H}_o para os jovens e adultos foram bastante similares (Tabelas 2),

sugerindo que pode haver uma manutenção da diversidade genética, em termos médios, ao longo das gerações.

Tabela 2 - Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para cinco populações de indivíduos jovens (J) e cinco populações de indivíduos adultos (A) de *Apuleia leiocarpa* do Estado de Santa Catarina. n = nº indivíduos; Alelos = número de alelos; $P_{99\%}$ = % locos polimórficos; \hat{A} = alelos por loco; \hat{A}_p = alelos por loco polimórfico; \hat{H}_o = heterozigiosidade observada; \hat{H}_e = heterozigiosidade esperada; \hat{f} = índice de fixação * $p < 0,05$; AR = nº alelos raros (freq. <0,05); AE = nº alelos exclusivos.

Município - IFFSC	Área (ha)	n	Alelos	$\hat{P}_{(99\%)}$	\hat{A}	\hat{A}_p	\hat{H}_e	\hat{H}_o	\hat{f}	AR	AE
Palmitos - 2179-J	77,59	48,3	30	0,83	2,5	2,8	0,335	0,319	0,05	1	0
Palmitos - 2179-A	77,59	42,7	27	0,67	2,25	2,88	0,279	0,239	0,146*	2	0
Itapiranga - 2051-J	246,75	48,8	30	0,92	2,5	2,64	0,322	0,336	-0,043	5	0
Itapiranga - 2051-A	246,75	30,5	27	0,75	2,25	2,67	0,374	0,24	0,361*	2	0
Alto B. V. - 1536-J	21,14	50,3	28	0,75	2,33	2,78	0,316	0,301	0,048	3	0
Alto B. V. - 1536-A	21,14	49,6	29	0,67	2,42	3,13	0,307	0,298	0,029	4	0
Seara - 1864-J	147,79	48,8	30	0,92	2,5	2,64	0,274	0,261	0,047	5	0
Seara - 1864-A	147,79	44,3	30	0,75	2,5	3	0,357	0,292	0,183*	2	0
Quilombo - 3097-J	31,29	47,8	33	0,92	2,75	2,91	0,338	0,326	0,036	9	2
Quilombo - 3097-A	31,29	54,7	36	0,92	3	3,18	0,358	0,23	0,361*	10	2
Média - J	104,91	48,8	30	0,87	2,52	2,75	0,317	0,309	0,027		
Desvio padrão - J	93,72	0,9	2	0,07	0,15	0,12	0,026	0,03	0,04		
Média - A	104,91	44,9	30	0,75	2,44	2,92	0,325	0,255	0,218		
Desvio padrão - A	93,72	8,2	3	0,1	0,23	0,21	0,035	0,032	0,108		

Ao contrário do encontrado nos indivíduos adultos, o índice de fixação médio no conjunto de populações jovens foi bastante reduzido ($\hat{f} = 0,027 \pm 0,040$). Além disso, todas as populações de jovens apresentaram \hat{f} menor que a população de adultos de mesmo fragmento (Tabela 3).

Estes resultados evidenciam, em termos de \hat{f} , a redução na fixação de adultos para jovens, em apenas uma geração, sugerindo que o sistema reprodutivo da *A. leiocarpa* é eficiente, bem como, a dispersão de suas sementes, para contrapor os efeitos de fixação da geração paterna. Desta maneira, os índices de fixação positivos e significativos, que foram encontrados nas populações adultas, exceto na população adulta de Alto Bela Vista (1536), ($\hat{f} = 0,029$), devem-se em grande parte a eventos históricos de exploração da espécie. A redução nos níveis de fixação também sugere que a *A. leiocarpa* tenha uma boa capacidade para se restabelecer em ambientes fragmentados e recuperar níveis de \hat{H}_o e \hat{H}_e com o passar de gerações. Segundo MARCHIORI, (1997), a *A. leiocarpa* demonstra boa regeneração natural e desenvolvimento no interior de capoeiras, corroborando com os dados encontrados neste trabalho em termos genéticos. Ressaltamos que estudos referentes a demografia da espécies nas áreas analisadas, poderiam trazer informações importantes para um melhor entendimento da dinâmica da espécie.

Em termos de estrutura genética, as populações jovens de *A. leiocarpa* apresentaram \hat{F}_{it} não significativo de 0,077, \hat{F}_{is} não significativo de 0,028 e \hat{F}_{st} significativo de 0,051 e bastante semelhante ao valor encontrado para os adultos ($\hat{F}_{st} = 0,064$). Desta forma, o \hat{F}_{st} encontrado representa que cerca de 5% da variação alélica encontrada nas populações jovens, não é compartilhada pelo conjuntos das populações devido à subdivisões. Assim a fixação total é na sua maior parte proveniente da diferenciação decorrente de subdivisões entre as populações, e não da endogamia dentro delas. Portanto o que está sendo eficiente para reduzir os efeitos de fixação são basicamente as trocas dentro das populações, uma vez que se mantém os mesmos níveis de fixação entre as populações.

Em termos gerais, os resultados da caracterização genética das populações adultas e jovens apontam para um bom nível de diversidade genética, distribuído ao longo da área de ocorrência da espécie na FED.

5.2.3 *Myrocarpus frondosus*

Para a cabriúva (*Myrocarpus frondosus*) (Tabela3), os 12 sistemas enzimáticos analisados revelaram 14 locos e 41 alelos ($2,27 \pm 0,22$). As populações de *M. frondosus* apresentaram alta diversidade genética ($P_{99\%} = 0,80 \pm 0,06$; $\hat{H}_o = 0,259 \pm 0,061$; $\hat{H}_e = 0,296 \pm 0,05$). O índice de fixação apresentou um valor intermediário, evidenciando déficit de heterozigotos ($\hat{f} = 0,128$), mostrando-se, contudo, bastante variável entre populações ($s = 0,148$), com valores significativos desde -0,191 até 0,285 (Tabela3).

Em termos de estrutura genética, o conjunto da populações apresentou índices de fixação total (\hat{F}_{it}) significativo de 0,291. O índice de fixação dentro das populações (\hat{F}_{is}) não foi significativo e foi igual a 0,119. A diferenciação genética interpopulacional (\hat{F}_{st}) foi significativa e igual a 0,195.

Tabela 3 - Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para nove populações de *Myrcarcarpus frondosus* no Estado de Santa Catarina. n = nº indivíduos; Alelos = número de alelos; $P_{99\%}$ = % locos polimórficos (14 loc.); \hat{A} = alelos por loco; \hat{A}_p = alelos por loco polimórfico; \hat{H}_o = heterozigiosidade observada; \hat{H}_e = heterozigiosidade esperada; \hat{f} = índice de fixação * ($p < 0,05$); AR = nº alelos raros (freq. $< 0,05$); AE = nº alelos exclusivos.

Município - IFFSC	Área (ha)	n	Alelos	$\hat{P}_{99\%}$	\hat{A}	\hat{A}_p	\hat{H}_e	\hat{H}_o	\hat{f}	AR	AE
S. J. do Oeste - 2056	59,58	42,4	33	0,86	2,36	2,58	0,329	0,295	0,105*	6	1
Chapécó - 597	991,65	52,8	35	0,86	2,50	2,75	0,373	0,270	0,277*	4	0
Tunápolis - 2512	328,35	54,9	30	0,86	2,14	2,33	0,301	0,259	0,142*	3	0
Catbi - 2406	143,14	54,4	33	0,79	2,36	2,73	0,296	0,351	-0,191*	7	0
Itapiranga - 2051	246,75	54,6	31	0,71	2,21	2,70	0,274	0,265	0,029	6	1
N. Itaberaba - 2414	1621,14	45,4	29	0,79	2,07	2,36	0,250	0,179	0,285*	2	0
Seara - 2077	882,09	48,4	31	0,79	2,21	2,46	0,252	0,198	0,218*	5	0
Itá - 1861	685,76	41,7	25	0,71	1,93	2,30	0,232	0,184	0,206*	2	0
Concórdia - 1970	1534,61	50,6	37	0,86	2,64	2,92	0,361	0,326	0,098*	7	2
Média	721,45	49,5	32	0,80	2,27	2,57	0,296	0,259	0,128		
Desvio padrão	583,43	5,3	3	0,06	0,22	0,22	0,050	0,061	0,148		

Os dados refletem a intensa exploração e fragmentação existente na FED e um provável isolamento entre as populações. Esse resultado pode indicar distintos históricos e épocas de colonização e, principalmente, de elencar possíveis efeitos da fragmentação e exploração de cada população avaliada para o *M. frondosus*.

O efeito mais claro do processo de fragmentação é a perda de habitats. Adicionalmente a isso, a fragmentação resulta em três outros efeitos: aumento do número de fragmentos, diminuição do tamanho dos fragmentos e aumento no isolamento dos fragmentos, esse último, age negativamente nos índices de diversidade ao diminuir o potencial de imigração (ou de recolonização). Esses efeitos parecem fazer sentido no que se refere aos dados encontrados para o *M. frondosus*.

Desta mesma maneira, segundo LORENZI, (2002) o *M. frondosus* aparece como espécie emergente do dossel superior na floresta primária. Entretanto, não apresenta regeneração neste ambiente. Regenera-se naturalmente em áreas abertas, podendo-se observar sua presença em capoeiras e matas secundárias. REITZ *et al.*, (1983) também concordam que sua regeneração na mata densa e desenvolvida não é muito acentuada, preferindo locais com certa luminosidade.

Esse fato pode nortear as conclusões referentes aos resultados encontrados para a cabriúva, ou seja, a mesma depende da dinâmica de clareiras na floresta primária para a sua regeneração. Esse fato pode ter ocasionado a formação de populações isoladas e distintas, ademais com o efeito da exploração madeireira sofrida pela espécie, fato que implica na exclusão de genótipos das populações estudadas, seria esperado encontrar uma divergência genética para as populações de *M. frondosus*.

Os resultados indicam a necessidade de políticas e ações efetivas para a conservação *in situ* das populações remanescentes da FED no estado de Santa Catarina. Ações que facilitassem o fluxo gênico entre os fragmentos, como corredores ecológicos ou populações pequenas como elementos de ligação poderiam reduzir os efeitos de fixação e, portanto, reduziria os riscos de extinção local da espécie.

5.2.4 *Cedrela fissilis*

No caso do cedro (*Cedrela fissilis*) (Tabela4), foram encontrados 39 alelos, distribuídos em 12 locos polimórficos ($\hat{A} = 2,63 \pm 0,25$). A diversidade genética média encontrada para o conjunto de populações foi alta ($P_{99\%} = 0,82 \pm 0,10$; $\hat{H}_o = 0,190 \pm 0,040$; $\hat{H}_e = 0,241$

$\pm 0,036$), entretanto o índice de fixação também foi alto ($\hat{f} = 0,215 \pm 0,098$)

A divergência genética entre as populações foi relativamente baixa ($\hat{F}_{st} = 0,035$), indicando pouca diferenciação entre as mesmas. Tais resultados podem ser decorrentes de aspectos específicos da biologia reprodutiva e maior capacidade de colonização da espécie em relação *M. frondosus* e *A. leiocarpa*, reduzindo a diferenciação.

Como *C. fissilis* é uma espécie alógama ou de sistema misto de reprodução, o padrão de distribuição observado por KAGEYAMA *et al.*, (2003) ficou de acordo com o esperado. *C. fissilis* apresentou valores relativamente altos de divergência genética entre populações.

Tabela 4 - Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para nove populações de *Cedrela fissilis* no Estado de Santa Catarina. n = nº indivíduos; Alelos = número de alelos; $P_{99\%}$ = % locos polimórficos (12 loc.); \hat{A} = alelos por loco; \hat{A}_p = alelos por loco polimórfico; \hat{H}_o = heterozigiosidade observada; \hat{H}_e = heterozigiosidade esperada; \hat{f} = índice de fixação * ($p < 0,05$); AR = nº alelos raros (freq. $< 0,05$); AE = nº alelos exclusivos.

Município - IFFSC	Área (ha)	n	Alelos	$\hat{P}_{99\%}$	\hat{A}	\hat{A}_p	\hat{H}_e	\hat{H}_o	\hat{f}	AR	AE
Palmitos - 2179	77,59	45,17	32	0,75	2,67	3,11	0,243	0,173	0,290*	7	0
Palma Sola - 6003	1378,51	54,50	32	0,83	2,67	2,90	0,257	0,242	0,058	6	0
Palma Sola - 6001	711,66	55,75	35	0,92	2,92	3,09	0,309	0,271	0,124*	10	1
Itapiranga - 2051	246,75	53,33	31	0,83	2,58	2,90	0,221	0,186	0,163*	11	0
Quilombo - 3097	31,29	45,00	30	0,75	2,50	3,00	0,232	0,172	0,259*	8	0
Caibi - 2406	143,14	49,50	36	1,00	3,00	3,00	0,245	0,176	0,282*	12	0
Seara - 1864	147,79	50,75	33	0,83	2,75	3,10	0,217	0,168	0,226*	10	0
Seara - 2081	294,41	49,83	29	0,83	2,42	2,60	0,265	0,166	0,376*	7	0
Concórdia - 1869	90,85	48,33	26	0,67	2,17	2,75	0,181	0,152	0,164*	4	0
Média	346,88	50,24	31,56	0,82	2,63	2,94	0,241	0,190	0,215		
Desvio padrão	437,16	3,81	3,05	0,10	0,25	0,17	0,036	0,040	0,098		

GANDARA (1996) estimou a distância de fluxo gênico em uma população natural de *Cedrela fissilis* no estado de São Paulo e os resultados mostraram que a espécie tem distância de fluxo gênico de 950 metros, não apresentando estrutura genética, corroborando com os dados encontrados neste manuscrito.

Da mesma maneira, apesar de ter uma baixa densidade de indivíduos adultos em floresta conservada, apresenta altas taxas de cruzamento, amplo fluxo de pólen, cruzamentos ao acaso e distribuição espacial aleatória dos genótipos. (GANDARA, 1996).

KAGEYAMA *et al.*, (2004) verificaram maior fluxo gênico de *C. fissilis* em populações fragmentadas devido a polinização pelo vento, em um estudo na Floresta Atlântica.

O alto índice de fixação encontrado, sendo maior que 0,2 para cinco das nove populações, foram também encontrados por GANDARA (2009), com marcadores alozímicos, em estudos com dez populações naturais de *C. fissilis* em cinco estados da região centro-sul, encontrando o índice de fixação entre -0,03 a 0,230. O autor evidencia que a fixação encontrada pode ser associado à fragmentação e ao reduzido tamanho das populações. O mesmo autor ainda verificou uma tendência ao aumento da diversidade gênica e diminuição de fixação nos adultos em relação aos jovens, o que evidencia a seleção em favor dos heterozigotos ao longo do processo de regeneração (GANDARA, 2009).

Segundo GANDARA (2009) *C. fissilis* é uma espécie de grande interesse comercial e conservacionista e por isto mesmo, prioritária para estudos genéticos, tanto para fins de conservação como de melhoramento. Populações desta espécie no Brasil e em outros países sul americanos estão muito ameaçadas pelo desmatamento extensivo e pela exploração seletiva.

5.3 Aspectos Gerais

No caso das espécies estudadas, alguns aspectos importantes merecem destaque, pois as três apresentam dispersão de sementes do tipo anemocórica, portanto, independente de animais. Neste sentido, menores valores para os índices de fixação eram esperados, principalmente pelo fato de que, segundo MORI (2003), espécies que apresentam sementes com dispersão do tipo anemocórica podem atingir grandes distâncias com seus propágulos e possuem maior variabilidade genética dentro de populações, uma vez que o extenso fluxo gênico pode impossibilitar uma ampla diferenciação entre as populações.

Outro fator importante é que as espécies estudadas classificam-se como pioneiras ou secundárias, portanto, menos exigentes quanto ao estado de conservação da cobertura florestal. Neste sentido, estas estariam menos expostas a fragmentação florestal e a reduções no número de indivíduos, já que áreas abertas facilitariam a sua regeneração natural e poderiam favorecer um aumento populacional.

Desta forma, os elevados valores de fixação e eventual estruturação interna das populações não seriam esperados, e têm como causa provável a redução do número de plantas nas populações, possivelmente, produto do corte seletivo de madeira ocorrido no passado (já que ambas as espécies em questão têm elevado valor madeireiro), bem como a redução da fauna polinizadora e o isolamento ocasionado pela fragmentação florestal.

Os resultados indicaram comportamentos com uma tendência de alta perda de diversidade (índice de fixação elevado) nas populações adultas, o que não foi observado nas cinco populações jovens de *A. leiocarpa*. Neste último caso, as populações de grápia estão conseguindo manter as trocas alélicas intrapopulacionais, como já discutido, e reduzir os níveis de fixação nas gerações atuais. Este aspecto sugere, pelo comportamento ecológico das outras duas espécies, que as três espécies tem alto potencial de restaurar a sua diversidade, na medida em que ambientes favoráveis possam ser disponibilizados para ações de restauração.

A situação de elevado grau de fragmentação em que se encontram os remanescentes da FED, aliado ao grande número de hidroelétricas existentes e previstas (Figura 7), reforça a urgência de ações de conservação para a região.

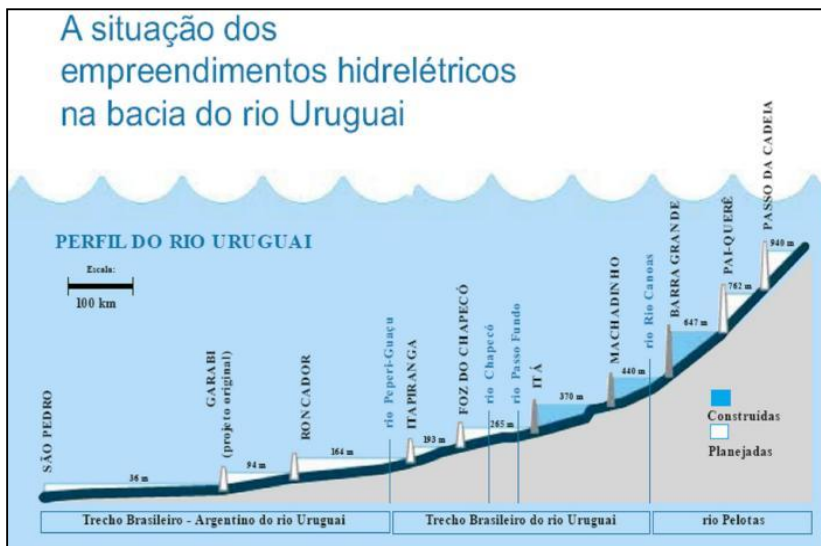


Figura 7 - Hidrelétricas construídas e planejadas na Bacia do Rio Uruguai.

Fonte: Paim *et al* 2006.

A separação de remanescentes florestais por áreas não florestadas e por grandes empreendimentos hidroelétricos (área alagada) afeta diretamente fluxo gênico das espécies (SEOANE *et al.*, 2005). A conectividade entre populações é fundamental para a manutenção do fluxo gênico entre elas. No entanto, a situação atual dos fragmentos florestais na FED, devido aos megaprojetos governamentais de geração de hidroeletricidade na Bacia do Rio Uruguai (PAIM *et al.*, 2006) não favorece, ou pouco favorece tal conectividade.

Um exemplo a ser citado é o complexo binacional da UHE Garabi, (Figura 7) que poderá afetar diretamente uma das Unidades de Conservação (UC) mais importantes do sul do Brasil, o Parque Estadual do Turvo (RS). Essa UC possui uma das poucas manchas de Floresta Estacional Decidual que poderia servir de base para a conectividade entre os fragmentos. Outros cinco grandes barramentos de hidrelétricas na bacia já alagaram 58.436 hectares de terras, suprimindo mais de 20.000 hectares de Floresta Estacional na Bacia do Rio Uruguai (FRAGRIO, 2009).

Neste sentido, o efeito mais claro do processo de fragmentação ocasionado pela área alagada das grandes hidrelétricas é o aumento no isolamento dos fragmentos (FAHRIG, 2003). Espécies incapazes de atravessar a porção não florestal da paisagem (“matriz”) estarão

confinadas em fragmentos, reduzindo seu tamanho populacional e provavelmente sua probabilidade de persistência (KAGEYANA e GANDARA, 1999).

O impacto que o lago das grandes Usinas Hidrelétricas pode causar na Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, é ainda mais relevante devido à baixa proporção de área que ocupa atualmente essa formação florestal (16%) (VIBRANS, 2012). Assim, ações de manejo voltadas para a manutenção e proteção desses ambientes devem receber atenção especial.

Desta maneira, KAGEYAMA *et al.*, (1998) apontam para ações importantes no sentido de mitigar efeitos da fragmentação florestal sobre os aspectos genéticos das espécies. A troca de sementes artificialmente entre os fragmentos, bem como, aumento do tamanho de fragmentos com plantio misto de espécies nativas, aumentando a possibilidade de suporte na reintrodução de espécies da fauna que apresentem potencial na função de polinização e dispersão das espécies, podem ser de grande importância na diminuição dos efeitos da fragmentação na FED.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As populações adultas de *A. leiocarpa*, *C. fissilis* e *M. frondosus* da Floresta Estacional Decidual caracterizadas neste trabalho, apresentaram alta diversidade genética média, bem como, elevado índice de fixação médio. Porém as populações dos indivíduos jovens de *A. leiocarpa*, apresentaram um baixo índice de fixação, indicando que as populações da espécie foram eficientes nas trocas alélicas intrapopulacionais e na redução dos efeitos de fixação nesse nível.

A análise da estrutura genética entre populações para a *A. leiocarpa* e *C. fissilis* permite concluir que existe divergência entre as populações estudadas. Parte da diversidade observada nos indivíduos adultos pode ter sido perdida pelo efeito da deriva genética, essa, causada pela fragmentação e redução nos tamanhos populacionais decorrentes da exploração madeireira dessas espécies. Entretanto, para o *M. frondosus*, a estruturação das populações foi elevada, indicando efeitos de fixação, tanto entre, como dentro das populações, evidenciado um isolamento e uma dificuldade de cruzamento entre os indivíduos. Estes resultados sugerem que a espécie apresenta-se numa situação de maior fragilidade, comparativamente as demais. Por outro lado, estudos de diversidade genética com indivíduos jovens, poderiam apontar os efeitos desta situação nas corte atuais e permitir conclusões mais

consistentes em relação ao *M. frondosus*.

As estratégias de conservação para as espécies citadas, devem priorizar o aumento dos tamanhos populacionais e viabilizar o fluxo gênico entre as populações. A conservação de fragmentos, seja eles pequenos ou grandes, é de fundamental importância neste sentido, por viabilizar a ação de agentes dispersores e polinizadores, que influenciam diretamente no fluxo gênico e no equilíbrio genético.

A utilização da *A. leiocarpa*, *C. fissilis* e *M. frondosus* em projetos de restauração ambiental pode ser uma alternativa para a conservação e valorização do uso dessas espécies na Floresta Estacional Decidual.

6 CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM E RELAÇÃO COM A DIVERSIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE ESPÉCIES AMEAÇADAS NA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL

6.1 INTRODUÇÃO

Com a necessidade premente da conservação e recuperação dos fragmentos que restam da Floresta Estacional Decidual, dado o enorme impacto que a fragmentação pode ter na estrutura genética e nas dinâmicas ecológicas e evolutivas e, desse modo, na persistência das populações, é de fundamental importância que se faça uma integração desses fatores na tentativa de definir estratégias efetivas de conservação a fim de garantir a sobrevivência de espécies e populações em longo prazo (CLARKE e YOUNG, 2000, THRALL, BURDON e MURRAY, 2000). Do mesmo modo, KAGEYAMA *et al.*, (1998) julgam ser fundamental a junção de conceitos de ecologia e genética de populações de forma a orientar as ações a serem efetuadas e definir parâmetros adequados para o monitoramento das mesmas.

Levando em consideração que grande parte dos remanescentes de floresta se encontra em propriedades privadas, sendo tais ambientes geralmente muito vulneráveis a contínuos distúrbios decorrentes, principalmente, de uso não-sustentável (SILVA *et al.*, 2004), juntamente com as taxas de degradação e de fragmentação de habitats sofridas por estes e o consequente aumento dos riscos de extinção de populações e espécies, é imprescindível que conhecimento acerca dos efeitos da fragmentação e, consequentemente, da redução do tamanho populacional e isolamento dos remanescentes, sejam gerados no intuito de produzir informações que venham a auxiliar a criação de estratégias efetivas de conservação.

Diante deste contexto, o estudo do processo e dos efeitos da fragmentação florestal nos remanescentes da Floresta Estacional Decidual é importante para obter informações sobre a dinâmica da vegetação e obter subsídios para a recuperação e proteção dessa fitofisionomia e de sua diversidade biológica.

Portanto, é importante esclarecer qual é o estado da fragmentação na Floresta Estacional Decidual e quais efeitos ela pode ter causado sobre a diversidade genética nos remanescentes. Assim, neste trabalho buscou-se avaliar a relação entre o perfil da paisagem em fragmentos florestais e a diversidade genética de *A. leiocarpa*, *C. fissilis* e *M. frondosus* em fragmentos com diferentes tamanhos, graus de isolamento e uso e cobertura do solo na Floresta Estacional Decidual.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende a região de ocorrência da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. Uma formação quase que exclusiva das bacias do rio Uruguai, também denominada “Mata Subtropical do Alto Uruguai”. Este tipo de vegetação é caracterizado por duas estações climáticas, uma chuvosa seguida de um período seco. O clima, apesar de quente e úmido durante boa parte do ano conserva caráter frio. Apresenta relevo em geral ondulado a fortemente ondulado (KLEIN, 1972).

Com o objetivo de avaliar o estado de fragmentação dos pontos de caracterização da diversidade genética pelo Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC), foi realizada uma análise quantitativa do uso e cobertura do solo, ou seja, sua composição e arranjo, e as relações espaciais resultantes entre seus elementos individuais. Esta análise foi realizada por meio de descritores quantitativos ou métricas de paisagem (BOTEQUILHA LEITÃO e AHERN, 2002).

Para obter os índices de métrica de paisagem, foi empregado como base o documento cartográfico temático de uso do solo. Foi utilizado o Mapeamento Temático Geral do Estado de Santa Catarina, na escala 1:50.000, elaborado para o Projeto de Proteção da Mata Atlântica em Santa Catarina (PPMA/SC), com base em 53 imagens multiespectrais SPOT-4 do ano 2005 (GEOAMBIENTE, 2008).

Nesse contexto, considerando as unidades amostrais (UA) distribuídas pela Floresta Estacional Decidual para obtenção das informações de diversidade genética (Figura 8), foram avaliados para cada UA, em um raio de 4.000 m a partir do centroide, índices da paisagem para cada polígono (Anexo 16). No total foram estabelecidas e estudadas 17 unidades amostrais na Floresta Estacional Decidual (Figura 8).

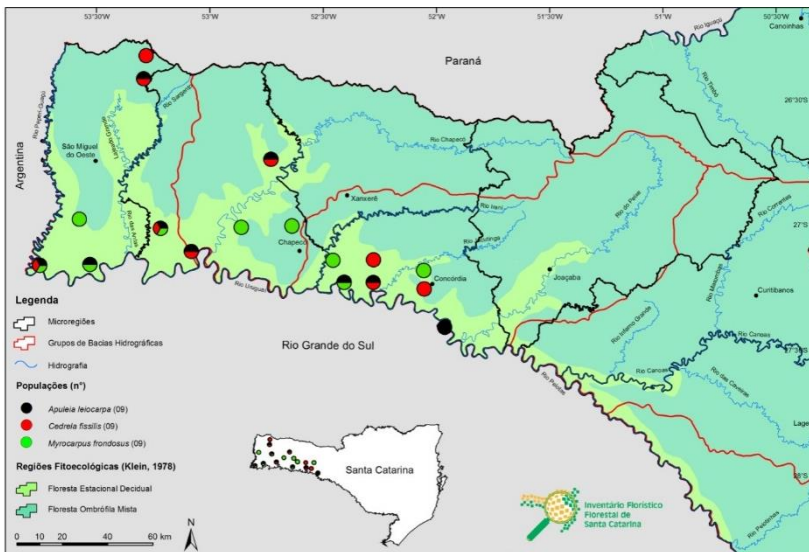


Figura 8 - Localização das 17 Unidades Amostrais e as 9 populações de cada espécie caracterizadas na Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina.

Fonte: NPFT (2013).

6.2.2 Procedimentos de análise da estruturada paisagem

A análise da estrutura da paisagem é realizada através de medidas que caracterizam sua estrutura em três níveis: métricas em nível de mancha, as quais descrevem as características geométricas de manchas individuais; métricas em nível de classe, as quais analisam a configuração do conjunto de manchas; e métricas em nível de paisagem, as quais se referem à paisagem por inteiro (LANG e BLASCHKE, 2009).

Neste estudo, a estrutura da paisagem foi avaliada com base no Mapeamento Temático Geral do Estado de Santa Catarina (GEOAMBIENTE, 2008), em arquivo vetorial. Foram analisadas as estruturas em nível de classe e em nível de mancha, considerando as classes: 1) Floresta em estágio médio ou avançado e/ou primária; 2) Reflorestamento; 3) Pastagens e campos naturais; 4) Agricultura; 5) Área urbanizada e/ou construída; 6) Corpos D'água, conforme legenda do mapeamento, em nível de classe, e o fragmento no qual foi inserida uma unidade amostral pelo IFFSC, em nível de mancha.

Como já mencionado, a análise foi realizada numa área de

entorno com 4.000 m de raio (*buffer*) a partir do ponto central de cada unidade amostral (Anexo 16). Esta distância foi escolhida por representar o máximo de variação da cobertura do solo entre as diferentes classes (SCHAADT, 2011). Desta maneira, o fragmento não está sendo considerado como um todo, mas apenas a área compreendida pelo *buffer*.

As métricas foram calculadas no *ArcGis 10.0*, utilizando a extensão *V-LATE 2.0* (Vector-based Landscape Analysis Tools Extension) (LANG e TIEDE, 2003). Esta extensão disponibiliza um conjunto específico de medidas de estrutura da paisagem e executa os cálculos com base em um conjunto de dados vetoriais (polígonos). Utilizado principalmente para questionamentos voltados à área de proteção à natureza, o *V-LATE* inclui os mais importantes aspectos da descrição quantitativa da estrutura da paisagem, a saber: área, forma, bordas, área-núcleo, proximidade, diversidade e retalhamento (LANG e BLASCHKE, 2009).

As métricas calculadas para cada classe e mancha, estão representadas conforme Tabela 5. No caso da classe Floresta em estágio médio ou avançado, foram calculadas todas as métricas, sendo que para as demais classes, não foi calculado as métricas referente a área-núcleo. Assim, foram estimadas 17 métricas para a classe floresta em estágio médio ou avançado e 14 métricas para as demais classes.

Para simplificar a nomenclatura das métricas calculadas para cada classe, foi estabelecido uma sigla. As métricas de classe aparecem sem nomenclatura e número quando se referem à classe florestas em estágio médio ou avançado e as demais classes seguem da letra (B) para reflorestamento, (C) para pastagens e campos naturais, (D) para agricultura, (E) para área urbanizada e/ou construída e (F) para corpos d'água.

Tabela 5 - Métricas da paisagem calculadas neste trabalho (adaptado de LANG e BLASCHKE, 2009).

Escala	Categoria	Sigla	Número	Métrica	Faixa de valores	Unidade
		NUMP	1	Número de Manchas	[0 - ∞]	-
		CA	2	Área da classe	[0 - ∞]	ha
	Área	MPS	3	Tamanho médio das manchas	[0 - CA]	ha
		PSSD	4	Desvio padrão do tamanho da mancha	[0 - ∞]	ha
		NCA	-	Número de áreas-núcleo	[0 - ∞]	-
	Área-núcleo	TCCA	-	Área total de áreas-núcleo	[0 - ∞]	ha
		CAI	-	Índice de área-núcleo	[0 - 100]	%
		ED	5	Densidade das bordas	[0 - ∞]	%
	Borda	TE	6	Soma das Bordas	[0 - ∞]	m
		MPE	7	Comprimento médio da borda	[0 - TE]	m
		MSI	8	Índice médio de forma	[1 - ∞]	-
	Forma	MPAR	9	Razão médio do perímetro pela área	[0 - ∞]	m/ha
		MFPD	10	Dimensão fractal médio	[1 - 2]	-
		DIVISION	11	Grau de divisão da paisagem	[0 - 100]	%
	Retalhamento	SPLIT	12	Índice de retalhamento	[1 - ∞]	-
		MESH	13	Tamanho efetivo da mancha	[0 - 1]	-
		PROXIMITY	14	Proximidade média das manchas	[0 - ∞]	m
		AREA	-	Área total da mancha	[0 - ∞]	ha
		PERIMETER	-	Perímetro da mancha	[0 - ∞]	m
		AREA_NUCLEO	-	Área-núcleo da mancha	[0 - ∞]	ha
		PARATIO	-	Relação perímetro-área	[1 - ∞]	-
	Forma	SHAPE_IDX	-	Índice de forma	[1 - ∞]	-
		FRAC_DIM	-	Dimensão fractal	[1 - 2]	-
		NNDIST	-	Distância ao vizinho mais próximo	[0 - ∞]	m
	Proximidade	PXFG	-	Índice de proximidade	[0 - ∞]	-

Neste estudo não foi caracterizada a diversidade da paisagem, pois foram analisados apenas 6 classes de uso e cobertura do solo, considerando que essas foram as mais representativas da paisagem e que pudessem ter alguma relação com os índices de diversidade genéticos

Para a classe denominada “floresta”, na qual foram considerados todos os fragmentos classificados como Floresta em estágio médio ou avançado e/ou primária na área analisada, serão apresentados apenas as métricas número de fragmentos (NumP) e área da classe (CA), e em nível de mancha, para o fragmento florestal no qual foi caracterizado geneticamente uma população do IFFSC, serão apresentados as métricas, área do fragmento e a distância ao vizinho mais próximo (NNDist).

As métricas em nível de classe resumem todas as manchas de uma determinada classe na área analisada (LANG e BLASCHKE, 2009), neste caso a classe “floresta”. A análise compreendeu uma área circular com 4.000 m de raio a partir do ponto central da unidade amostral, resultando em 17 áreas com 5.026 ha cada.

6.2.3 Descrição das métricas da paisagem

A seguir, são apresentadas as métricas selecionadas e calculadas neste estudo e breve explicação sobre cada uma delas, segundo Forman e Godron (1986); McGarigal e Marks (1994); McGarigal, (2002).

Métricas em nível de classe

- Número de Manchas (NUMP)

Representa quantas manchas são encontradas por classe ou no total da paisagem. Essa métrica pode também indicar o retalhamento da paisagem.

Exemplo: Nível de Classe:

Reflorestamento = 5, Corpos D'água = 5, Floresta = 4

NumP = 14

- Área de Classe (CA)

Soma das áreas de todas as manchas que pertencem a uma determinada classe.

Exemplo: Área Classe Floresta = 35,09 + 65,04 + 7,84.....

CA = 107,97 hectares

- Tamanho médio das manchas (MPS)

Representa qual é o tamanho médio da mancha.

Exemplo: Média do tamanho das manchas de floresta (Nível Classe) = $35,09 + 65,04 + 7,84 / 3$

MPS = 35,99 hectares

- Desvio padrão do tamanho da mancha (PSSD)

Qual é a intensidade do espalhamento do tamanho da mancha em volta do valor médio.

- Número de áreas-núcleo (NCA)

O número total de áreas centrais disjuntas no interior de cada pedaço de um tipo de mancha correspondente (ou classe). Relacionado a manchas: uma mancha é constituída de quantas áreas-núcleo separadas. Relacionado a classe: quantas áreas-núcleo existem. Neste caso, a distância da área-núcleo precisa ser indicada.

Exemplo: $NCA > Nump$: áreas-núcleo disjuntas. $NCA < NP$: existem manchas sem áreas-núcleo.

- Área total de áreas-núcleo (TCCA)

Corresponde qual é o tamanho da área-núcleo remanescente. Neste caso, a distância da área-núcleo precisa ser indicada.

Exemplo: Em termos de uma área de hábitat efetivamente utilizável para espécies sensíveis à borda.

- Índice de área-núcleo (CAI)

Representa qual é o percentual de uma mancha tomada pela área-núcleo. Essa métrica é dependente do número de áreas-núcleo remanescentes e disjuntas.

- Densidade das bordas (ED)

Representa qual é a densidade das bordas de uma determinada mancha. Essa métrica pode ser equiparada geralmente com riqueza de estrutura, podendo também significar retalhamento. A qualidade das linhas precisa ser considerada nessa métrica.

Exemplo: Densidade borda de floresta

$ED = TE / CA$

$ED = 10.858,88 \text{ metros} / 184.11 \text{ hectares} = 58,98 \text{ metros} / \text{hectare}$

- Soma das Bordas (TE)

Corresponde a extensão total das bordas que ocorrem na região.

Exemplo: Total bordas de floresta (Nível Classe)

$TE = 10.858,88 \text{ metros}$

- Comprimento médio da borda (MPE)

Representa o comprimento médio das bordas. Nessa métrica, valores elevados podem ser desvantajosas quando formas compactas forem privilegiadas.

Exemplo: Média de bordas das manchas de floresta (Nível Classe)

$$\text{MPE} = \text{TE} / \text{Nump}$$

$$\text{MPE} = 10.858,88 \text{ metros} / 4 \text{ manchas} = 2.714,72 \text{ metros} / \text{manchas}$$

- Índice médio de forma (MSI)

Corresponde ao índice médio de forma de uma determinada mancha. Representa quão compactas são as manchas em comparação com uma circunferência de área igual.

Exemplo: MSI = soma de perímetro de cada mancha dividido pela raiz quadrada da área da mancha (em hectares) para cada classe (quando da análise por classe), e ajustada para o padrão circular (para polígonos), dividido pelo número de manchas.

- Razão médio do perímetro pela área (MPAR)

Corresponde qual é o tamanho da mancha em relação ao seu perímetro. Nas escalas usuais, o valor obtido é menor que 1.

Exemplo: proporção média do perímetro da área de floresta (Nível Classe)

MPAR = Soma de cada relação manchas perímetro/área dividido pelo número de manchas.

$$\text{MPAR} = (132 \text{ m/ha} + 112 \text{ m/ha} + 201 \text{ m/ha} + 84 \text{ m/ha}) / 4 \text{ manchas}$$

$$\text{MPAR} = 182 \text{ metro/hectare}$$

- Dimensão fractal médio (MPFD)

Representa quão complexa ou irregular é a forma da mancha. Nas escalas usuais, o valor obtido é menor que 2. Dimensão fractal média se aproxima de um para formas com perímetros simples e se aproxima de dois, quando as formas são mais complexas.

- Tamanho efetivo da mancha (MESH)

Representa qual é o tamanho médio ponderado dessas manchas

Exemplo: Tamanho da mancha em n manchas de igual tamanho (sendo n = SPLIT)

- Índice de retalhamento (SPLIT)

Representa quantas manchas (de igual tamanho) permanecem num determinado grau de retalhamento.

Exemplo: SPLIT = CA/MESH

- Grau de divisão da paisagem (DIVISION)

Quando aplicada ao nível da classe, esta métrica podem ser utilizadas para medir o grau de fragmentação da paisagem. Grau de divisão da paisagem é baseada na distribuição cumulativa de área e é interpretada como a probabilidade de que duas manchas escolhidas aleatoriamente na paisagem não sejam correspondente. DIVISION é redundante com o tamanho efetivo da mancha (MESH), ou seja, são

inversamente correlacionadas, mas ambas as métricas estão incluídas devido a diferenças de unidades e interpretação. DIVISION é interpretada como uma probabilidade, enquanto MESH é dado como uma área.

- Proximidade média das manchas (PROXIMITY)

Corresponde ao índice de proximidade. Essa métrica representa qual é a proximidade média de uma mancha ao seu entorno (vizinhança de manchas da mesma classe).

Métricas em nível de mancha

- Área total da mancha (AREA)

Corresponde a área total da mancha. Em escalas usuais, os valores são apresentados em hectares.

- Perímetro da mancha (PERIMETER)

Corresponde ao comprimento total da borda da mancha. Em escalas usuais, os valores são apresentados em metros.

- Área-núcleo da mancha (AREA-NUCLEO)

Corresponde a área total da mancha desconsiderando o efeito de borda. Neste caso, a distância da área-núcleo precisa ser indicada.

- Relação perímetro-área (PARATIO)

Relação perímetro-área é uma simples medida de complexidade de forma, mas sem padronização de uma forma euclidiana simples (por exemplo, quadrado). Um problema com esta métrica como um índice de forma é que varia com o tamanho da mancha.

- Índice de forma (SHAPE_IDX)

Índice de forma corrige o problema da relação perímetro-área (PARATIOA), ajustando para um padrão conhecido (círculo) e, como resultado, é a medida mais simples de complexidade forma.

- Dimensão fractal (FRAC_DIM)

A dimensão fractal é uma outra forma de índice baseado nas relações perímetro-área.

- Distância ao vizinho mais próximo (NNDIST)

Representa em termos gerais, qual é a distância da próxima mancha vizinha da mesma classe.

- Índice de proximidade (PXFG)

Corresponde qual é a proximidade de uma mancha ao seu entorno, ou seja, vizinhanças de manchas da mesma classe. Essa métrica é dependente da distância e da área da mancha correspondente.

6.2.4 Seleção das métricas da paisagem para análise multivariada

Há uma grande quantidade de métricas disponíveis para a análise da paisagem. Porém, muitas destas métricas estão correlacionadas entre si, pois medem aspectos similares ou idênticos do padrão da paisagem (VOLOTÃO, 1998; COUTO, 2004; LANG e BLASCHKE, 2009); ou seja, “algumas métricas são redundantes porque são formas alternativas de representar a mesma informação básica” (COUTO, 2004). Portanto, para estabelecer um grupo adequado de métricas a serem analisadas e com o intuito de verificar a relação entre as mesmas, calculou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson (TRIOLA, 1999).

Assim, ao analisar a matriz de correlação linear de Pearson entre as métricas de cada classe, nos casos em que as variáveis apresentaram um coeficiente de correlação maior que $|0,8|$ (implicando em efeitos de multicolinearidade) uma delas foi eliminada (Anexo 3). A seleção das métricas foi baseada nos seguintes critérios: a) objetivos do estudo; b) significado ecológico dos parâmetros e a simplicidade para a interpretação dos mesmos; c) consagração de seu uso na bibliografia especializada.

Em nível de mancha, todas as métricas foram submetidas na análise multivariada, optou-se por utilizar todas as métricas (mancha) por considerar que cada métrica é uma informação básica na ordenação com os índices genéticos.

As correlações foram calculadas no ambiente R (R Core Team, 2013), utilizando pacote "vegan" (Oksanen *et al.*, 2013) e posteriormente analisadas no Microsoft Office Excel 2007.

6.2.5 Análise multivariada dos dados

Como intuito de verificar a relação entre a estrutura da paisagem sobre características genéticas foi empregada a análise componentes principais (PCA). Com esta abordagem buscou-se estabelecer as relações entre as métricas da paisagem e os índices de diversidade genéticos e entre a estrutura das manchas e os índices de diversidade genéticos das espécies caracterizadas.

A análise de componentes principais é indicada para conjuntos de medidas correlacionadas linearmente, que assim podem ser reduzidas a poucas variáveis sintéticas, denominadas componentes principais (PIELOU 1984, MANLY 2008). Essa técnica de ordenação é uma maneira de explorar os dados,

expressando sua estrutura de correlações lineares com o menor número possível de dimensões, sem perda importante de informação.

Para o cálculo da análise de componentes principais, os dados foram transformados por standardização, que corresponde a uma transformação para média nula e desvio padrão unitário de cada variável original. Este procedimento visa compatibilizar variáveis que podem ter escalas e dispersões muito diferentes. Em particular, a comparação da influência relativa das diversas variáveis, com base nos parâmetros estimados, só faz sentido se as variáveis forem normalizadas. Para realizar a análise de componentes principais e a transformação dos dados, foi utilizado o programa MVSP (Multi-Variável Statistical Package). Para obter a correlação de cada variável com seu respectivo eixo, valor de carga de cada variável, em cada eixo, foi multiplicado pela raiz quadrada do valor de seu respectivo eixo.

6.2.6 Parâmetros genéticos

Os índices de diversidade utilizados nesse capítulo foram: porcentagem de locos polimórficos ($\hat{P}_{99\%}$), número total de alelos (alelos), número médio de alelos por loco (\hat{A}), número médio de alelos por loco polimórfico (\hat{A}_p), heterozigotidade observada (\hat{H}_o) e esperada (\hat{H}_e), e índice de fixação (\hat{f}). Além desses, utilizaram-se o número de alelos raros e número de alelos exclusivos para cada população. Estes índices genéticos estão detalhados no capítulo 1 desta dissertação.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 Métricas em nível de classe

O “número de fragmentos” (NumP), definido como uma métrica de densidade de mancha, é uma medida da configuração da paisagem, frequentemente utilizada como um índice de heterogeneidade espacial. Se aplicada a um conjunto de áreas de análise de mesmo tamanho, como é o caso deste trabalho, pode ser utilizado como um índice de fragmentação. É uma medida importante, pois é utilizada como base para o cálculo de diversas métricas (McGARIGAL e MARKS, 1994).

O número de fragmentos nas áreas analisadas considerando as 17 unidades amostrais variou de 24 a 85.41, 18% das áreas analisadas eram compostas por 41 a 60 fragmentos. Nenhuma das 17 unidades

amostrais apresentou < 20 fragmentos. Aproximadamente 11,76% das áreas analisadas eram formadas por mais de 81 fragmentos (Figura9).

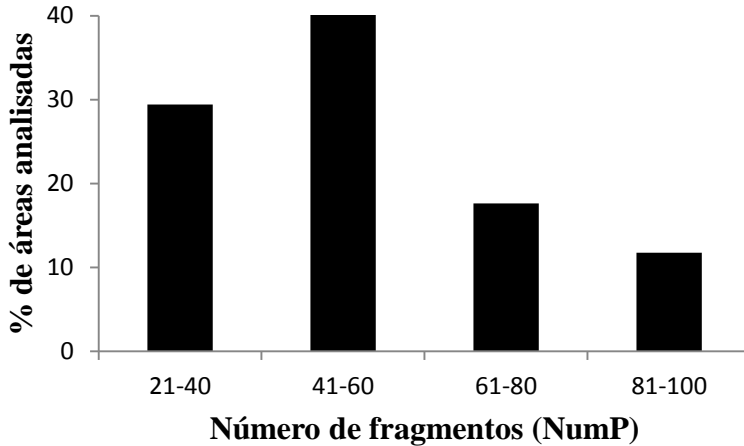


Figura 9 - Número de fragmentos florestais em relação a percentagem de área analisada.

A área da classe (CA) é uma medida de composição da paisagem que indica a área total de cada classe na paisagem (LANG e BLASCHKE, 2009). Esta é uma medida importante para diversas aplicações ecológicas, podendo indicar, por exemplo, quanto de um tipo particular de habitat existe na paisagem, ou, em caso de fragmentação da floresta, é possível quantificar a perda de habitat na paisagem (McGARIGAL e MARKS, 1994).

Desta forma, quantificou-se a área total dos fragmentos da classe “floresta” em cada paisagem analisada. Como as áreas analisadas apresentam mesmo tamanho, 5.026 ha, é possível compará-las quanto à área total de floresta.

A área total de “floresta” nas 17 áreas analisadas variou de 1.123ha a 2.246 ha. Aproximadamente 41,18% das áreas possuíam de >1.500 a 2.000 ha de floresta. Não foram encontradas situações onde o total da área de floresta foi inferior a 1000 ha. Já as maiores áreas de floresta, >2.000 ha, estavam presentes em 23,53% das áreas (Figura10).

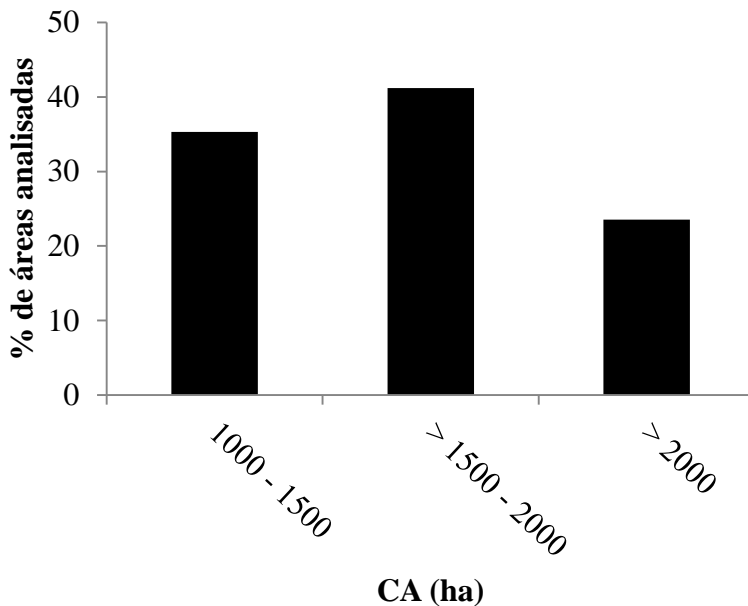


Figura 10 - Área total da classe "floresta" em relação a percentagem de áreas analisadas.

6.3.2 Métricas em nível de mancha

De acordo com McGARIGAL e MARKS (1994), a área de cada mancha que compõem o mosaico da paisagem talvez seja a métrica mais importante na análise da paisagem, pois, além de ser uma informação básica para o cálculo de outras métricas em nível de mancha, classe e paisagem, por si só poderia ser utilizada para indicar a riqueza de espécies e a distribuição dessas na paisagem.

Ao analisar apenas a área do fragmento no entorno da unidade amostral, observa-se diferença na distribuição dos fragmentos em classes de tamanho. O menor fragmento apresentou uma área de 21,14 ha, e o maior fragmento uma área de 1.621,14 ha.

Considerandoos17fragmentos (correspondentes às 17 unidades amostrais), aproximadamente 29,41% possuíam >100 e 500 ha. A classe 0 a 50 ha apresentou 11,77% dos fragmentos analisados e 5,88% possuíam de > 1500 ha (Figura11).

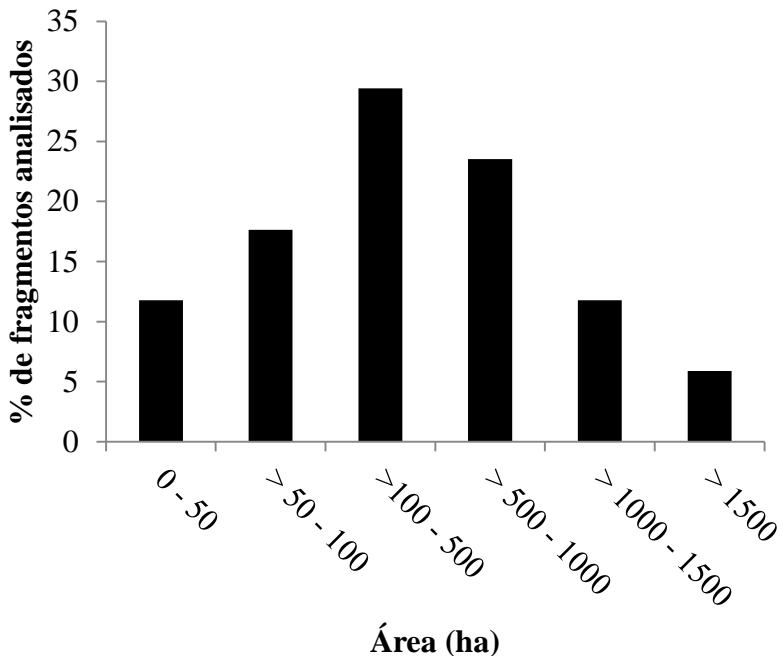


Figura 11 - Percentagem de fragmentos analisados por classe de tamanho.

Considerando os dados aqui apresentados quanto ao tamanho dos fragmentos e a área total da classe floresta em relação a sua porcentagem ocupada na paisagem, RIBEIRO *et al.*, (2009), realizando um estudo de ampla escala para o bioma Mata Atlântica, revelaram em que mais de 80% dos fragmentos florestais possuem menos de 50 ha de área.

Neste sentido, ARROYO-RODRÍGUEZ *et al.*, (2008), estudando a importância dos pequenos fragmentos para a conservação de espécies, relatam que o valor de conservação de um fragmento depende da cobertura florestal total restante na paisagem.

Desta maneira, em paisagens intensamente fragmentadas, pequenos fragmentos têm importância para a conservação por servirem de ligação entre outros fragmentos, assim como na área estudada, esses fragmentos possuem alto valor para a conservação de espécies.

Os dados gerais das métricas da paisagem para os 17 fragmentos analisados, referentes às 9 populações de cada espécie estudada nesse trabalho, onde foram caracterizados a paisagem e a

diversidade genética, podem ser verificados nos anexos 4 ao 13.

Em nível de mancha, a distância ao vizinho mais próximo considera a distância da borda de uma mancha à borda da mancha vizinha mais próxima da mesma classe (PEREIRA *et al.*, 2001)

A distância do fragmento analisado ao vizinho mais próximo variou de 22,96 a 118,93 m (Figura 12). Os fragmentos que apresentaram distância nula são únicos dentro da área analisada ou, em alguns casos, possuíam uma distância muito pequena ao fragmento mais próximo. Em geral, 76,47 % dos fragmentos analisados distanciaram de 20 a 50 m do vizinho mais próximo e 17,65% de >50 a 100 m. Apenas 5,88% dos fragmentos estavam >100 m do fragmento mais próximo.

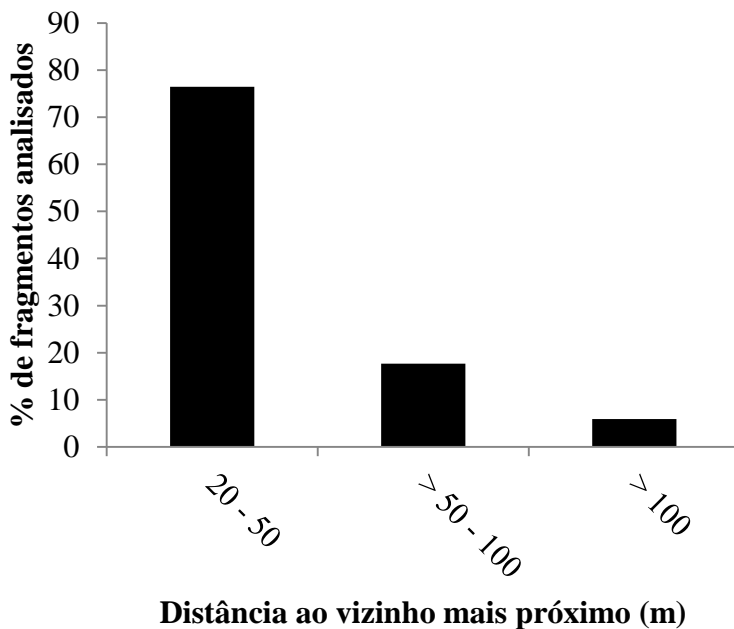


Figura 12 - Distância ao vizinho mais próximo em relação a percentagem de fragmentos analisados.

CALEGARI (2010) encontrou uma distância média de 113,07 m entre fragmentos para o município de Carandaí no ano de 2007. SMANIOTTO (2007) calculou média de 128,8 m como distância entre fragmentos para o município de Getúlio Vargas – RS. Os valores encontrados por esses autores são consideravelmente maiores que os

encontrados neste trabalho. Isso está ligado ao fato de que, neste trabalho, os fragmentos menores que 10 ha foram considerados para caracterizar a paisagem.

Fragmentos menores são importantes na paisagem como um todo, os mesmo são chamados de "stepping stones", que são fragmentos separados no espaço intermediário entre fragmentos maiores (10 ha) que estejam isolados, fornecendo assim recursos e refúgio que ajudam animais a percorrer a paisagem e auxiliar no fluxo gênico (BENNETT, 2003).

A área dos fragmentos variou de 21,14 a 1.621,14 ha, com maior percentagem de fragmentos analisados nas classes de > 100 a 500 ha. A métrica distância ao vizinho mais próximo variou de 22,96 a 118,93 m, nesse estudo não houve a ocorrência de fragmentos de manchas que estivessem próximo a uma distância menor que 20 m e maiores que 500 m.

VIBRANS *et al*, (2012) analisando a frequência dos fragmentos florestais por classe de tamanho na Floresta Estacional Decidual (FED) em Santa Catarina, tendo como base o mapa dos remanescentes florestais de Santa Catarina "Atlas 2008" (Fundação SOS Mata Atlântica 2009), utilizando o mesmo mapeamento empregado neste manuscrito, encontrou uma frequência de 60% dos fragmentos com área de até 20 hectares, e aqueles com até 50 hectares somam 89% dos fragmentos, representando 52% de toda a cobertura florestal na FED. Os autores analisaram ainda a frequência dos fragmentos florestais por área e comparativamente, os fragmentos com até 200 hectares representaram 78% do total da área coberta por floresta na FED, enquanto a média estadual foi 28%. Neste sentido os autores concluíram que para FED os remanescentes florestais são menores e mais fragmentados do que nas demais regiões fitoecológicas de Santa Catarina.

Da mesma maneira, MEYER *et al* (2012) analisou os dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC), referentes aos impactos antrópicos diretos e as formas de ocupação do entorno das 79 unidades amostrais (UA) localizadas na FED. O autor constatou que somente 11,8% das UA apresentaram seu entorno com remanescente florestal. Outros usos do solo no entorno das UA foram: agricultura e fruticultura (31,2% das UA); pastagem (22,9%); monoculturas de eucaliptos ou pinus (15,3%); área residencial ou industrial (8,2%); corte raso ou seletivo da vegetação (4,1%); lago de hidrelétrica (2,9%); outros usos (3,5%), como por exemplo, rodovias e instalações de linhas de transmissão de energia.

Entretanto, cabe destacar, que as 17 UA neste trabalho não são as mesmas amostradas pelo Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC). Em muitos casos as UA do IFFSC não apresentavam populações mínimas para a caracterização genética (50 indivíduos), desta forma, a caracterização foi feita nos fragmentos que dispunha dessa quantidade de indivíduos das espécies estudadas nesse manuscrito. Assim, as UA apresentadas, refletem em sua maioria, os melhores fragmentos da FED. Esse fato, tem como consequência, um viés para a caracterização da paisagem nessa região. Assim, os resultados aqui apresentados mostram uma situação de locais com, de uma maneira geral, maiores remanescentes florestais na FED em Santa Catarina.

6.3.3 *Apuleia leiocarpa* (Adultos)

6.3.3.1 Análise de componentes principais em nível de classe

As áreas analisadas são referentes às 9 populações de grápia (*Apuleia leiocarpa*) distribuídas na Floresta Estacional Decidual (FED) em Santa Catarina, as quais apresentam informações de diversidade e estrutura genética da espécie. A análise de componentes principais das classes (PCA-Classe) foi realizada a partir das correlações estabelecidas entre os eixos formados no PCA e as informações genéticas, representadas por 9 índices (Alel, P, A, Ap, He, Ho, f, Rr, Ex) e as seis classes (Florestas em estágio médio ou avançado, Reflorestamentos, Pastagens e Campos Naturais, Agricultura, Área urbanizada e/ou construída e Corpos d' água), representadas por 27 métricas que detalham as características da área, borda, forma, retalhamento e proximidade das áreas (Anexo 4).

Na análise PCA-classe os quatros primeiros eixos explicaram 75,6% da variação, com 26,39% explicada no eixo 1 e 19,7% no eixo 2. Para facilitar a análise exploratória das informações geradas pela PCA-Classe foi utilizado como ponto de corte o valor de correlação de |0,6| para as variáveis estudadas e aproveitadas para a discussão (Tabela 6).

Tabela 6 - Coeficientes de correlação entre as métricas de cada classe e as informações de diversidade genéticas dos quatro primeiros eixos de ordenação do PCA para *Apuleia leiocarpa*.

	Correlação dos Eixos			
	Eixo 1 (26,39%)	Eixo 2 (19,66%)	Eixo 3 (16,04%)	Eixo 4 (13,49%)
P	0,761*	0,359	-0,303	-0,119
Excl	0,660*	0,695*	-0,091	-0,110
Alelo	0,623*	0,705*	-0,036	-0,066
A	0,623*	0,705*	-0,036	-0,066
Raro	0,567	0,742*	0,012	0,203
D2	0,539	0,173	-0,541	-0,410
B2	0,472	-0,671*	-0,026	0,101
E14	0,456	0,817*	-0,010	-0,033
f	0,336	0,234	-0,303	0,337
B9	0,296	-0,184	-0,029	-0,846*
B1	0,179	-0,530	0,240	-0,710*
E1	0,108	0,703*	0,579	0,055
CA	0,034	-0,716*	-0,202	0,306
B14	0,018	-0,423	-0,267	-0,586
Ap	-0,018	0,490	0,308	0,055
He	-0,049	0,373	-0,721*	-0,271
NumP	-0,049	0,394	0,447	-0,703*
F9	-0,154	-0,045	0,829*	-0,163
C2	-0,157	0,186	0,870*	-0,306
C1	-0,333	0,218	-0,755*	0,022
Ho	-0,385	0,011	-0,298	-0,639*
C9	-0,416	0,013	-0,466	-0,339
D9	-0,472	0,538	-0,495	0,007
C14	-0,481	-0,064	0,091	-0,663*
NCA	-0,524	0,540	0,209	-0,542
F2	-0,536	0,242	-0,113	0,414
MPAR	-0,570	-0,024	-0,002	0,430
C8	-0,576	-0,202	0,620*	0,053

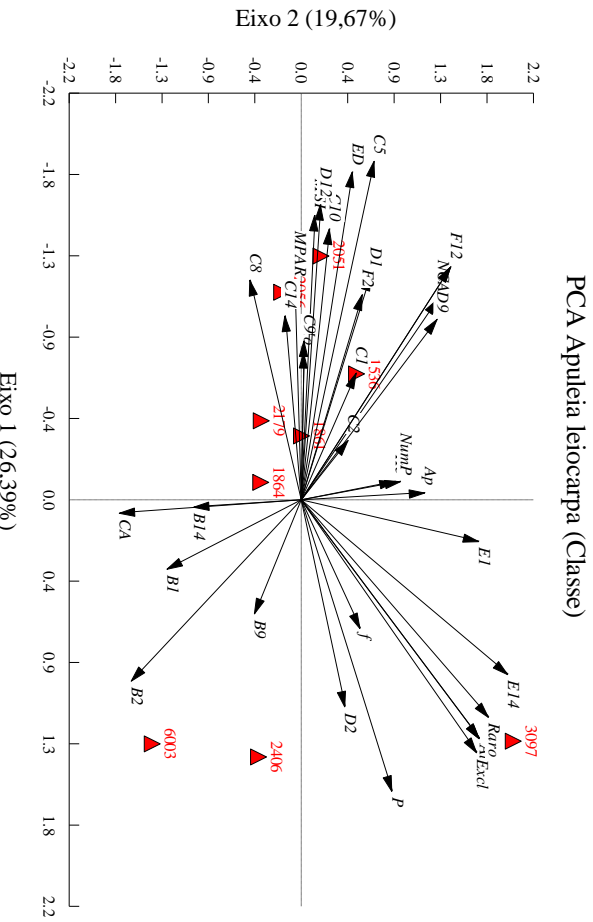
D1	-0,589	0,274	-0,351	-0,421
F1	-0,610*	0,591	0,257	0,271
F12	-0,610*	0,591	0,257	0,271
C10	-0,709*	0,112	-0,608*	0,046
MSI	-0,743*	0,053	-0,512	0,198
D12	-0,774*	0,077	0,214	0,209
ED	-0,857*	0,202	-0,132	-0,256
C5	-0,885*	0,290	0,101	-0,203

*: Em negrito observa-se as correlações < 0,6 das variáveis e os escores dos quatro primeiros eixos de ordenação produzidos na Análise de Componentes Principais(PCA).

As métricas de classe com correlações negativas mais importantes do Eixo 1 foram a densidade das bordas (C5) para pastagem e campos naturais, densidade das bordas (ED) para floresta, índice de retalhamento (D12) para Agricultura, índice médio de forma (MSI) para floresta e métricas relacionadas com a classe corpos d'água. Enquanto que a maior correlação positiva foi relacionado com índices genéticos (P, Excl, Alelo, A). No Eixo 2 observou-se correlações positivas dos índices genéticos (Raro, Alelo, A, Excl), bem como métricas de proximidade e números de manchas de áreas urbanizadas. As correlações negativas no eixo 2 foi com área da classe (CA) para floresta e (B2) para reflorestamento.

As associações entre métricas de classe e os dados de genética para os dois primeiros eixo podem ser visualizada na Figura 13. Percebe-se que houve a formação de grupos, um formado pelas populações (2051, 2056, 1536, 2179, 1861, 1864) um segundo grupo pelas populações (2406, 6003) e um terceiro grupo pela população (3097), conforme Figura 13.

Figura 13 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de classe para as 9 populações de *Apuleia leiocarpa*.
 Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de classe e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



Das populações avaliadas, a população de Quilombo (3097) apresentou os maiores valores de H_o , Rr , Ap , Al , A e H_e e as maiores distâncias aos vizinhos mais próximos e maiores valores de métricas relacionadas com a urbanização, refletindo os resultados das correlações do eixo um.

De forma geral, a análise do PCA-Classe sugere a possibilidade de existir maior diversidade genética de *A. leiocarpa* associada a paisagens fragmentadas, onde um maior número de manchas seja de reflorestamentos ou de áreas urbanizadas e/ou construídas, distantes entre si e relacionadas com sua forma e tamanho que podem favorecer a espécie relacionados aos parâmetros de diversidade e estrutura genética, principalmente quando associada as suas características ecológicas e reprodutivas.

MÜLLER *et al.*, (2010), estudando o efeito de borda sobre a arbórea de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, encontraram correlação significativa entre a borda e variáveis abióticas, como luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar. Neste sentido, segundo MARCHIORI, (1997), a *A. leiocarpa* demonstra boa regeneração natural e desenvolvimento no interior de capoeiras, em áreas abertas, poteiros e campos naturais. Da mesma forma, LORENZI, (2002), também evidência que a *A. leiocarpa* prefere locais com boa luminosidade para a sua regeneração.

Assim, as paisagens fragmentadas aparentemente estão condicionando a espécie, de forma que as populações com os índice de diversidade genética mais favoráveis a manutenção da espécie a longo prazo, mostram-se associados, em grande parte, a ambiente fragmentos.

6.3.3.2 Análise de componentes principais em nível de mancha

A análise de componentes principais das manchas (PCA-Mancha) foi realizada a partir de correlações estabelecidas entre os eixos formados no PCA e as informações genéticas representados por 9 índices (Alel, P, A, Ap, He, Ho, f, Rr, Ex), e as métricas para as manchas (Unidades Amostrais) foram: área total da mancha, perímetro da mancha, área-núcleo da mancha (considerando um efeito de borda de 50m), índice de forma, índice de proximidade, distância vizinho mais próximo, dimensão fractal e relação perímetro-área (Anexo 5).

O eixo 1 na análise PCA-Mancha (Tabela 7) explicou 43,47% da variação existentes e o eixo 2 26,35%, valores altos quando comparados a PCA-Classe, provavelmente por apresentarem um menor número de variáveis e uma maior relação entre elas. O eixo 1 apresentou

correlações positivas que variaram de 0,802 a 0,943, sendo: alelos exclusivos (Excl), distância ao vizinho mais próximo (NNDist), número de alelos (Alelo), alelos por loco (A), alelos raros (Raro) e porcentagem de locos polimórficos (P). As correlações negativas mais importantes estão relacionadas com índice de forma (Shape_Idx) e Dimensão fractal (Frac_Dim).

Os dados sugerem que à medida que em situações onde a distância ao vizinho mais próximo seja maior, nesse caso representado por outra mancha ou outra população avaliada, o número de alelos, alelos exclusivos, alelos por loco, alelos raros (freq. <0,05) e a porcentagem de locos polimórficos encontrados na população amostrada também sejam maiores; sugerindo uma relação entre a distância dos fragmentos e o número de alelos encontrados. No mesmo sentido, o formato do fragmento e seu tamanho estão relacionados com o número de alelos encontrados.

Os dados corroboram com as informações geradas pela PCA-Classe, onde a distância maior entre as manchas reflete a fragmentação da paisagem ou o grau de retalhamento da mesma, o que poderia favorecer o desenvolvimento da espécie. Essa característica pode ser observada também no eixo 2 do PCA-Mancha (26,35%), onde a heterozigosidade observada (Ho) e relação perímetro-área (Paratio) apresentou correlações positivas com o eixo e o índice de fixação (f), área núcleo (Area_Nucleo), área do fragmento (Area), perímetro do fragmento (Perimeter) e índice de forma (Shape_Idx), apresentaram correlações negativas com o eixo.

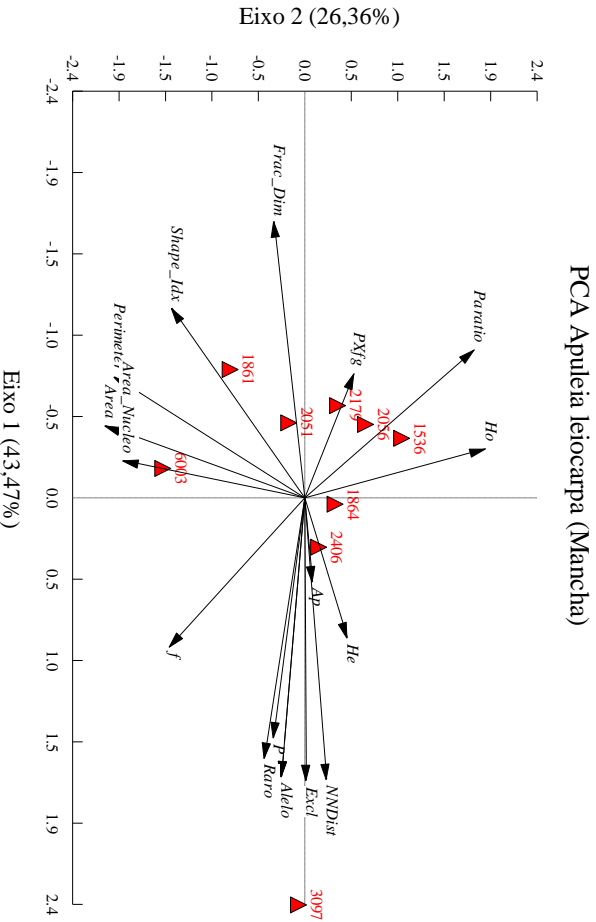
De forma geral, tanto o PCA-Classe quanto o PCA-Mancha sugerem a possibilidade de existir maior diversidade genética de *A. leiocarpa* associada a paisagens fragmentadas, distantes entre si, bem como associado aos fragmentos menores.

Tabela 7 - Coeficientes de correlação entre as métricas de Manchas e as informações de diversidade genéticas dos três primeiros eixos de ordenação do PCA para *Apuleia leiocarpa*.

	Correlação dos Eixos		
	Eixo 1 (43,47%)	Eixo 2 (26,35%)	Eixo 3 (14,33%)
Excl	0,943*	0,006	-0,047
NNDist	0,941*	0,099	0,044
Alelo	0,930*	-0,106	0,295
A	0,930*	-0,106	0,295
Raro	0,870*	-0,184	0,409
P	0,802*	-0,142	-0,407
f	0,498	-0,616*	-0,386
He	0,468	0,195	-0,598*
Ap	0,280	0,036	0,879*
Area_Nucleo	-0,125	-0,828*	0,030
Ho	-0,166	0,823*	-0,092
Area	-0,242	-0,910*	0,105
Perimeter	-0,405	-0,868*	0,183
PXfg	-0,416	0,227	0,743*
Paratio	-0,495	0,773*	0,139
Shape_Idx	-0,636*	-0,605*	0,031
Frac_Dim	-0,924*	-0,140	-0,145

*: Em negrito observa-se as correlações < 0,6 das variáveis e os escores dos três primeiros eixos de ordenação produzidos na Análise de Componentes Principais (PCA).

Figura 14 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de mancha para as 9 populações de *Apuleia leiocarpa*.
 Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de mancha e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



6.3.4 *Apuleia leiocarpa* (Jovens).

6.3.4.1 Análise de componentes principais em nível de classe - indivíduos jovens

As áreas analisadas representam as 5 populações de indivíduos jovens de *A. leiocarpa* distribuídas na Floresta Estacional Decidual (FED) em Santa Catarina, as quais apresentam informações de diversidade e estrutura genética da espécie. A análise de componentes principais das classes (PCA-Classe) foi realizada a partir de correlações estabelecidas entre os eixos formados no PCA e as informações genéticas representadas por 9 índices (Alel, P, A, Ap, He, Ho, f, Rr, Ex) e as seis classes (Florestas em estágio médio ou avançado, Reflorestamentos, Pastagens e Campos Naturais, Agricultura, Área urbanizada e/ou construída e Corpos d' água), representadas por 24 métricas que detalham as características da área, borda, forma, retalhamento e proximidade das áreas (Anexo 8).

Na análise PCA-classe os três primeiros eixos explicam 82,81% da variação. O eixo1 explicou 30,26% da variação existente entre as variáveis estudadas e o eixo 2 28,88%. Para facilitar a análise exploratória das informações geradas pela PCA-Classe foi utilizado como ponto de corte o valor de correlação de $|0,6|$ para as variáveis estudadas e aproveitadas para a discussão (Tabela8).

Tabela 8 - Coeficientes de correlação entre as métricas de cada classe e as informações de diversidade genéticas dos três primeiros eixos de ordenação do PCA para indivíduos jovens de *Apuleia leiocarpa*.

Correlação dos Eixos			
	Eixo 1 (30,26%)	Eixo 2 (28,88%)	Eixo 3 (23,65%)
F2	0,977*	-0,077	0,162
F8	0,898*	0,161	0,050
Rr	0,796*	-0,333	0,011
C1	0,790*	-0,040	-0,263
Ex	0,755*	-0,096	0,528
Alel	0,740*	-0,466	0,481
A	0,740*	-0,469	0,481
Ho	0,689*	0,469	0,103
MSI	0,582	-0,009	-0,662*

P	0,544	-0,821*	-0,129
He	0,540	0,556	0,481
D11	0,531	-0,679*	0,106
F1	0,458	0,781*	0,218
E9	0,446	0,293	0,807*
C5	0,408	-0,831*	-0,215
F10	0,408	0,716*	0,293
Ap	0,354	0,367	0,833*
PSSD	0,322	0,546	-0,763*
D1	0,297	-0,722*	-0,489
D9	0,158	0,324	-0,919*
C6	0,145	-0,976*	0,151
Proximity	0,095	0,550	-0,813*
CAI	-0,060	-0,908*	-0,039
DIVISION	-0,063	-0,849*	0,386
E1	-0,070	0,729*	0,643*
CA	-0,183	-0,627*	-0,444
C8	-0,256	-0,256	0,109
D2	-0,316	0,398	-0,539
F9	-0,408	0,164	0,581
f	-0,556	-0,006	0,696*
NumP	-0,673*	-0,259	0,626*
B1	-0,790*	-0,528	0,263
NCA	-0,860*	-0,049	0,170

*: Em negrito observa-se as correlações $< 0,6$ das variáveis e os escores dos três primeiros eixos de ordenação produzidos na Análise de Componentes Principais (PCA).

As métricas de classe com correlações negativas mais importantes do Eixo 1 foram número de manchas (NumP), (B1) para classe floresta e reflorestamento respectivamente e número de áreas-núcleo para classe floresta. As correlações positivas estão relacionadas com os índices genéticos (A, Ho, Alel, Ex, Rr) e as métricas número de manchas (C1) para pastagem e campos naturais, área da classe (F2) e índice médio de forma (F8) para a classe corpos d'água. No Eixo 2

observou-se correlações negativas com a porcentagem de locos polimórficos (P), com métricas relacionadas a paisagem e correlações negativas entre métricas. O eixo 3 apresentou o índice de fixação (f) e alelos por locos polimórficos (Ap) correlacionados positivamente com o número de manchas (NumP) para classe floresta, número de manchas (E1), razão médio do perímetro pela área (E9) para classe área urbanizada e/ou construída e negativamente com índice médio de forma (MSI), desvio padrão do tamanho médio das manchas (PSSD), proximidade média das manchas (Proximity) para classe floresta e razão médio do perímetro pela área (D9) para classe agricultura.

As correlações estabelecidas entre os eixos e as métricas de classe e os dados de genética pode ser visualizada na Figura 15 que representa os dois primeiros eixos do PCA. Percebe-se que não houve a formação de grupos distintos.

Para as população de indivíduos jovens de *A. leiocarpa* avaliadas em termos genéticos e da paisagem onde se insere suas populações, presume fazer mais sentido as associações dos índices genéticos com as métricas da paisagem calculados neste trabalho. Ou seja, as populações jovens avaliadas para a espécie, foram formadas após distúrbios antrópicos, e considerando o comportamento pioneiros de *A. leiocarpa*, a mesma é favorecida em ambientes alterados.

Observa-se no eixo 4, que o índice de fixação (f) está associado positivamente com o número de manchas de floresta, corroborando com a perspectiva de que pequenos fragmentos, alinhado a representatividade que este tem na paisagem é importante para a manutenção da diversidade genética para a *A. leiocarpa*.

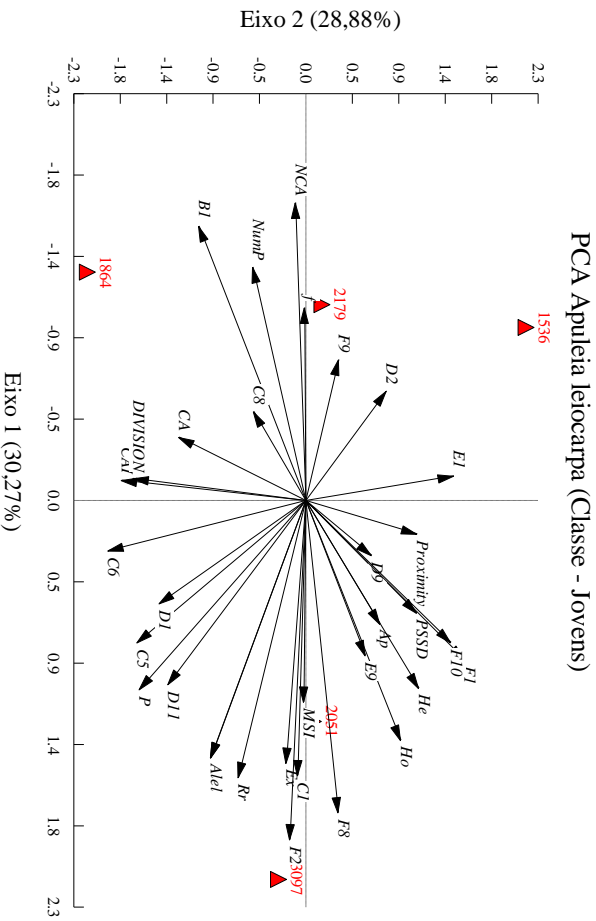
HILL e CURRAN (2003), estudaram os efeitos da área, forma e isolamento na diversidade de espécies florestais em fragmentos, constatou que esses fatores influenciam a diversidade de espécies arbóreas. Grandes fragmentos continham o maior número de espécies e as maiores proporções de espécies raras, e fragmentos irregulares e menores continham em sua regeneração grandes proporções de espécies pioneiras. Esse resultado é coerente com os resultados obtidos neste trabalho para *A. leiocarpa*, em decorrência do comportamento ecológico, onde as populações de plantas jovens com maior diversidade estão associadas a paisagens mais fragmentadas.

De forma geral, o PCA-Classe sugere a possibilidade de existir maior diversidade genética de *A. leiocarpa* associada a paisagens fragmentadas, onde um maior número de manchas de florestas distantes entre si e relacionadas com sua forma e tamanho podem favorecer a

espécie, principalmente na manutenção da diversidade genética ao longo das gerações.

Figura 15 - Ordenação das 5 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de classe para as 5 populações de *Apuleia leiocarpa* (Jovens).

Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de classe e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



6.3.4.2 Análise de componentes principais em nível de mancha - indivíduos jovens

A análise de componentes principais das manchas (PCA-Mancha) foi realizada a partir de correlações estabelecidas entre os eixos formados no PCA e as informações genéticas representados por 9 índices (Alel, P, A, Ap, He, Ho, f, Rr, Ex), e as métricas das manchas. Oito métricas detalham as características da mancha, sendo elas, área total da mancha, perímetro da mancha, área-núcleo da mancha (considerando um efeito de borda de 50m), índice de forma, índice de proximidade, distância ao vizinho mais próximo, dimensão fractal e relação perímetro-área (Anexo 9).

O eixo 1na análise PCA-Mancha (Tabela 9) explicou 46,79% das variação existentes e o eixo 2 33,17%. O eixo 1 apresentou correlações positivas que variaram de 0,976 para alelos exclusivos (*Ex*) a 0,719 para alelos raros (*Rr*), apresentando a métrica NNDist (Distância ao vizinho mais próximo) e os índices genéticos (Alel, A, Ap) com correlações também positivas. As correlações negativas tiveram as métricas perímetro (Perimeter), relação perímetro-área (Paratio) índice de forma (Shape_Idx) e dimensão fractal (Frac_Dim), Os dados sugerem que a diversidade genética nas populações amostradas tende a ser maior à medida que a distância ao vizinho mais próximo, nesse caso representado por outra mancha ou outra população avaliada, for maior (Figura 16).

Os dados corroboram com as informações geradas pela PCA-Mancha para os indivíduos adultos (Anexo 7), onde a distância maior entre as manchas reflete a fragmentação da paisagem ou o grau de retalhamento da mesma. Isto sugere que os pequenos fragmentos podem apresentar grande importância para conservação da diversidade da espécie, pois em todas a populações avaliadas para os indivíduos jovens, houve redução nos índices de fixação, sugerindo a tendência das populações alcançarem o equilíbrio de Hardy-Weinberg ao logo do tempo. Novamente indicando que a manutenção da diversidade genética da espécie pode estar sendo de alguma forma favorecida pelos processos de fragmentação, em função das suas características ecológicas.

Tabela 9 - Coeficientes de correlação entre as métricas de Manchas e as informações de diversidade genéticas dos dois primeiros eixos de ordenação do PCA para indivíduos jovens de *Apuleia leiocarpa*.

	Correlação dos Eixos	
	Eixo 1 (46,79%)	Eixo 2 (33,17%)
Ex	0,976*	-0,121
NNDist	0,973*	-0,024
Alel	0,855*	-0,489
A	0,855*	-0,489
Ap	0,826*	0,494
Rr	0,719*	-0,492
He	0,446	0,235
f	0,313	0,672*
P	0,296	-0,945*
Ho	0,234	-0,093
Area_Nucleo	-0,336	-0,850*
PXfg	-0,465	0,796*
Area	-0,567	-0,812*
Perimeter	-0,615*	-0,715*
Paratio	-0,660*	0,658*
Shape_Idx	-0,764*	-0,530
Frac_Dim	-0,953*	-0,131

*: Em negrito observa-se as correlações $< 0,6$ das variáveis e os escores dos dois primeiros eixos de ordenação produzidos na Análise de Componentes Principais (PCA).

Em termos médios, os indicadores de diversidade genética apresentam-se melhores nas populações de indivíduos jovens, em comparação com os indivíduos adultos, especialmente o índice de fixação (Anexos 6, 7, 8 e 9). Da mesma forma, as métricas de classe, especialmente a distância ao vizinho mais próximo (NNDist) e os índices de diversidade genética dos indivíduos jovens de *A. leiocarpa* apresentaram associações coerentes com os eixos do PCA (Figura 14), explicando especialmente a redução do índice de fixação.

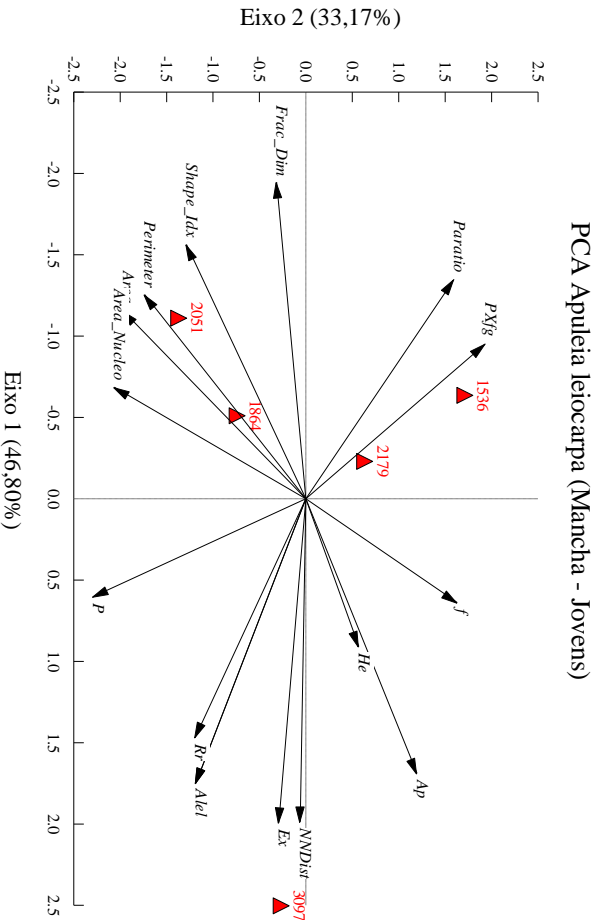
Outra informação importante na tentativa de elucidar esses resultados encontrados está relacionada a matriz em que os fragmentos estão imersos, que irá influenciar a pressão antrópica exercida nos mesmos e no fluxo gênico. Segundo SEOANE (2010) fragmentos florestais que estejam em contato com matrizes mais permeáveis, como,

por exemplo silvicultura, áreas abertas em estágio inicial de regeneração, permitem a movimentação da fauna entre os fragmentos, bem como na movimentação das sementes pelo vento, facilitando assim a polinização e dispersão de sementes. Esta associação é coerente com os resultados obtidos para as populações de indivíduos jovens de Grápia.

De forma geral, tanto o PCA-Classe quanto o PCA-Mancha para os indivíduos jovens de *A. leiocarpa* sugerem a possibilidade de existir maior diversidade genética associada a paisagens fragmentadas. Estas características associadas ao crescimento da espécie em ambientes alterados (Jovens), fortalecem a tendência da mesma em formar populações bastante numerosas em ambientes que tenham as características de um ambiente em modificação, e parece estar claro e ser determinante para a manutenção da diversidade genética, mesmo em paisagens distintas, como é o caso das populações aqui analisadas.

Figura 16 - Ordenação das 5 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de mancha para as 5 populações de *Apuleia leiocarpa* (Jovens).

Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de mancha e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



Vector scale: 5.67

6.3.5 *Cedrela fissilis*

6.3.5.1 Análise de componentes principais em nível de classe

As áreas analisadas representam as 9 populações de *Cedrela fissilis* distribuídas na Floresta Estacional Decidual (FED) em Santa Catarina, as quais apresentam informações de diversidade e estrutura genética da espécie. A análise de componentes principais das classes (PCA-Classe) foi realizada a partir de correlações estabelecidas entre os eixos formados no PCA e as informações genéticas representadas por 9 índices (Alel, P, A, Ap, He, Ho, f, Rr, Ex) e as métricas (que detalham as características da área, borda, forma, retalhamento e proximidade das áreas) de seis classes de paisagem (Florestas em estágio médio ou avançado, Reflorestamentos, Pastagens e Campos Naturais, Agricultura, Área urbanizada e/ou construída e Corpos d' água), representadas por 34 métricas (Anexo10).

Na análise PCA-Classe os quatro primeiros eixos explicaram 80,43% da variação. O eixo1 explicou 29,32% da correlação existente entre as variáveis estudadas e o eixo 2 21,99%. Para facilitar a análise exploratória das informações geradas pela PCA-Classe foi utilizado como ponto de corte o valor de correlação de 0,6 (positivo e negativo) para as variáveis estudadas e aproveitadas para a discussão (Tabela 10).

Tabela 10 -Coeficientes de correlação entre as métricas de cada classe e as informações de diversidade genéticas dos quatro primeiros eixos de ordenação do PCA para *Cedrela fissilis*.

	Correlação dos Eixos			
	Eixo 1 (29,31%)	Eixo 2 (21,99%)	Eixo 3 (17,41%)	Eixo 4 (11,07%)
Al	0,891*	0,415	0,005	0,029
A	0,891*	0,415	0,005	0,029
D3	0,884*	-0,295	0,109	0,038
D2	0,849*	0,212	-0,038	0,285
Ho	0,788*	-0,431	-0,159	-0,070
P	0,770*	0,268	-0,194	0,386
He	0,714*	-0,111	0,090	0,292
Ex	0,675*	-0,464	0,112	0,016
B2	0,653*	-0,569	0,142	0,070

Ap	0,625*	0,424	0,194	-0,478
Rr	0,593	0,547	-0,378	0,159
D5	0,312	0,621*	-0,276	0,572
B8	0,302	-0,200	0,791*	0,384
PSSD	0,280	-0,720*	-0,129	-0,067
B9	0,046	0,231	0,835*	0,428
MPAR	0,028	-0,197	-0,577	-0,411
B1	-0,021	-0,387	0,531	0,462
SPLIT	-0,121	0,901*	0,170	-0,135
C3	-0,135	0,557	0,471	-0,538
TCCA	-0,153	-0,790*	0,268	0,222
F2	-0,153	0,129	-0,892*	-0,262
F9	-0,160	0,304	0,482	-0,648*
MPE	-0,181	-0,563	-0,692*	-0,155
E9	-0,298	-0,455	0,558	0,061
B12	-0,309	-0,191	0,591	0,529
F1	-0,341	-0,480	0,088	-0,617*
f	-0,376	0,566	0,369	0,433
C8	-0,376	0,658*	-0,066	-0,242
C9	-0,398	-0,264	-0,419	0,428
C10	-0,408	-0,068	-0,676*	0,431
CA	-0,437	-0,409	-0,159	0,007
E11	-0,437	-0,105	0,624*	-0,532
C1	-0,440	-0,661*	-0,290	0,453
MSI	-0,483	0,105	-0,796*	-0,144
D1	-0,518	0,523	-0,271	0,570
F4	-0,522	-0,597	0,213	-0,242
NumP	-0,525	0,692*	0,419	0,168
C2	-0,568	0,692*	0,375	-0,153
E3	-0,582	-0,480	0,320	0,330
E1	-0,604*	-0,594	0,364	-0,166
D12	-0,792*	0,114	-0,192	0,328
C5	-0,863*	0,366	-0,134	0,231

ED	-0,902*	0,308	-0,189	0,130
----	----------------	-------	--------	-------

*: Em negrito observa-se as correlações < 0,6 das variáveis e os escores dos quatro primeiros eixos de ordenação produzidos na Análise de Componentes Principais (PCA).

O eixo 1 apresentou associações importantes com as variáveis genéticas e métricas relacionadas as classes agricultura e reflorestamento. As correlações positivas variaram de 0,625 até 0,891 e representaram de forma geral os índices genéticos (Alel, A, Ho, P, He, Ex, Ap), e os índices da paisagem relacionados com a área da Classe e tamanho médio das manchas pertencentes a classe agricultura, bem como com a área da classe de reflorestamento. As correlações negativas variaram de -0,604 até -0,902 e representaram os níveis de densidade das bordas (Florestas em estágio médio ou avançado), seguidas da densidade das bordas (Pastagem e campos naturais), índice de retalhamento (Agricultura) e número de manchas (Área urbanizada e/ou construída). As populações que mais se aproximaram positivamente dessas características foram Seara (2081) e Concórdia (1869), conforme Figura 17.

O eixo 2, 3, e 4 não apresentaram associações importantes com as métricas de classe avaliadas e a diversidade genética. Para o eixo dois as correlações positivas variaram de 0,621 até 0,901, representado pelas classes (Floresta em estado médio ou avançado, Pastagens e campos naturais, Agricultura) e as correlações negativas variaram de 0,661 até 0,790, representado pelas classes (Floresta em estado médio ou avançado e Pastagens e campos naturais).

De uma maneira geral, as associações encontradas entre indicadores genéticos e métricas da paisagem para o *C. fissilis* corroboram com os encontrados para a *A. leiocarpa*, onde sugerem que para uma maior diversidade genética para ambas as espécies, esta pode ter associação as paisagens fragmentadas.

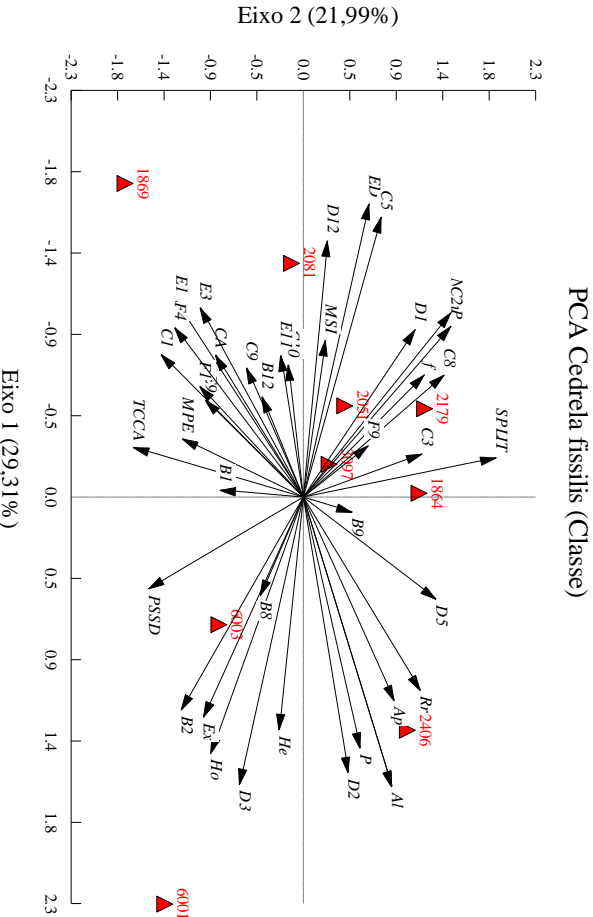
Os resultados encontrados para o *C. fissilis* mostram claramente haver uma grande heterogeneidade, tanto na distribuição dos índices de diversidade genética ao longo das populações, quanto nas características de classe e mancha (Anexo 10 e 11). Este efeito pode estar associado a forte exploração madeireira e fragmentação da paisagem.

A exploração madeireira e como consequência pode levar a fragmentação, causa o isolamento dos remanescentes de habitats, entretanto, a natureza do isolamento dos fragmentos difere de verdadeiras ilhas cercadas por água, com as quais os fragmentos são

frequentemente comparados. Quando grandes áreas contínuas são subdivididas, os pequenos fragmentos são isolados por uma nova forma de uso da terra. Diferentes tipos de uso da terra atuam como diferentes filtros no movimento de animais através da paisagem bem como no fluxo de sementes entre as populações.

Segundo BENNETT, (2003) alguns usos da terra possuem pequena resistência ao movimento de animais, enquanto outros podem ser barreiras efetivas. Assim encontrar uma certa heterogeneidade tanto nos índices genéticos como de paisagem entre as unidades amostrais avaliadas, parecem ser esperados quando esses são avaliados em paisagem e populações fragmentadas.

Figura 17 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de classe para as 9 populações de *Cedrela fissilis*.
 Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de classe e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



6.3.5.2 Análise de componentes principais em nível de mancha

A análise de componentes principais das manchas (PCA-Mancha) foi realizada a partir de correlações estabelecidas entre os eixos formados no PCA e as informações genéticas representadas por 9 índices (Alel, P, A, Ap, He, Ho, f, Rr, Ex), e as manchas (Unidades amostrais) divididas em duas categorias, forma e proximidade. Oito métricas detalham as características da mancha, sendo elas, área total da mancha, perímetro da mancha, área-núcleo da mancha (considerando um efeito de borda de 50m), índice de forma, índice de proximidade, distância ao vizinho mais próximo, dimensão fractal e relação perímetro-área (Anexo 11).

O eixo 1 na análise PCA-Mancha (Tabela 11) explicou 37,66% das correlações existentes e o eixo 2 23,38%, valores altos quando comparados a PCA-Classe. O eixo 1 apresentou correlações positivas que variaram de 0,632 para alelos exclusivos (Ex) a 0,868 para heterozigosidade observada (H_o) e correlação negativa com índice de proximidade de -0,797. Os dados sugerem que a diversidade genética (H_o, Al, A, P, Ex, H_e) tende a ser maior em situações onde o índice de proximidade seja menor, nesse caso representado por outra mancha ou outra população avaliada.

No eixo 2, Área, Área_Núcleo, índice de forma e perímetro da mancha estão negativamente associados com o eixo, enquanto Ap (alelos por loco polimórfico) e NNDist (distância ao vizinho mais próximo) estão positivamente associados com o mesmo. Ou seja, nas situações onde são menores a Área e Área_Núcleo, perímetro e índice de forma, aparecem também os valores maiores de Ap e maiores distância ao vizinho mais próximo, (Figura 18).

Os resultados do eixo 2 podem estar refletindo o histórico de uso e exploração da espécie e demonstrando o comportamento ecológico, pois o *C. fissilis* é dependente da dinâmica de clareira para a manutenção de suas populações em florestas conservadas, (CARVALHO, 2003). Entretanto, cabe ressaltar que os fragmentos analisados se encontram em sua maioria em sucessão secundária de regeneração (VIBRANS, 2012) ou seja, as populações avaliadas podem ter sido originadas a partir da regeneração natural após distúrbios antrópicos. Sendo assim, considerando o comportamento pioneiros de *C. fissilis*, os dados encontrados na associações de genética e paisagem fazem sentido.

Tabela 11 -Coeficientes de correlação entre as métricas de Manchas e as informações de diversidade genéticas dos três primeiros eixos de ordenação do PCA para *Cedrela fissilis*.

Correlação dos Eixos			
	Eixo 1 (37,66%)	Eixo 2 (23,38%)	Eixo 3 (20,06%)
Ho	0,868*	-0,287	-0,259
Al	0,855*	0,323	0,292
A	0,855*	0,323	0,292
He	0,789*	-0,104	0,205
P	0,759*	0,094	0,510
Ex	0,632*	0,088	-0,103
Rr	0,559	0,469	0,519
Area_Nucleo	0,559	-0,658*	-0,445
Ap	0,541	0,628*	-0,179
Perimeter	0,519	-0,837*	0,052
Area	0,420	-0,654*	-0,360
NNDist	0,301	0,634*	-0,417
Shape_Idx	0,147	-0,736*	0,622*
Frac_Dim	-0,013	-0,586	0,766*
f	-0,425	0,373	0,641*
Paratio	-0,541	-0,016	0,789*
PXfg	-0,797*	-0,233	-0,207

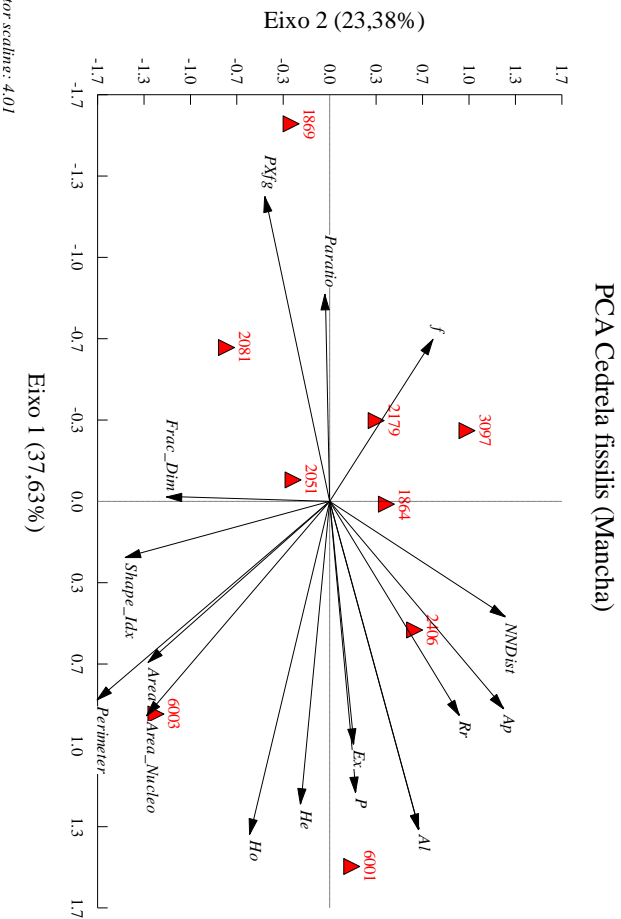
*: Em negrito observa-se as correlações < 0,6 das variáveis e os escores dos três primeiros eixos de ordenação produzidos na Análise de Componentes Principais (PCA).

O eixo 3, que explica 20,06% da variação; neste eixo, o índice de fixação (f) e índices de forma relacionados a mancha ou fragmento apresentaram associação positiva com o mesmo. (Figura 18).

De forma geral, tanto o PCA-Classe quanto o PCA-Mancha sugerem a possibilidade de existir maior diversidade genética de *C. fissilis* associada a paisagens fragmentadas, onde um maior número de manchas, distantes entre si e relacionadas com sua forma e tamanho podem favorecer a espécie.

Figura 18 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de mancha para as 9 populações de *Cedrela fissilis*.

Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de mancha e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



6.3.6 *Myrocarpus frondosus*

6.3.6.1 Análise de componentes principais em nível de classe

Para *Myrocarpus frondosus* a análise de componentes principais para classe (PCA-Classe) foi realizada a partir de nove populações distribuídas na Floresta Estacional Decidual (FED) em Santa Catarina, com base em informações da diversidade e estrutura genética de indivíduos adultos. A análise de componentes principais das classes (PCA-Classe) foi realizado a partir das correlações estabelecidas entre os eixos formados no PCA e as informações genéticas, representadas por 9 índices (Alel, P, A, Ap, He, Ho, f, Rr, Ex), e as seis classes (Florestas em estágio médio ou avançado, Reflorestamentos, Pastagens e Campos Naturais, Agricultura, Área urbanizada e/ou construída e Corpos d'água). As seis classes foram representadas por 31 métricas que detalham as características da área, borda, forma, retalhamento e proximidade das áreas após serem avaliadas na correlação de Pearson (Anexo12)

A análise de PCA - Classe, o eixo 1 explicou 28,24% da variação existente entre as variáveis analisadas, apresentando correlação positiva com as variáveis genéticas. As correlações positivas variaram de 0,602 até 0,914, entre reflorestamentos, áreas urbanizadas e corpos d'água, associados com a porcentagem de locos polimórficos (P) e heterozigidade esperada (H_e). Algumas variáveis também apresentaram correlações negativas com o eixo variando de -0,649 até -0,847 (Tabela 12).

Nesse sentido é possível sugerir que quanto maior o número de manchas de reflorestamentos ou de áreas urbanizadas associadas a um maior grau de divisão da paisagem, uma população de *M. frondosus* pode apresentar uma maior P e H_e (Tabela 12). A população avaliada no município de Chapecó (597) apresentou a maior porcentagem de locos polimórficos e um dos maiores valores de heterozigidade esperada dentre as nove populações estudadas, refletindo as correlações positivas encontradas nesse eixo.

As correlações mais relevantes do eixo 2 foram todas positivas (0,611 – 0,894) e o mesmo explica 19,99% da variação existente entre as métricas de classe e os índices de diversidade genética. O eixo 2 apresenta uma forte correlação com o retalhamento da paisagem, representado pelo tamanho efetivo das manchas de reflorestamento e a forma da agricultura (razão média do perímetro pela área), bem como com a diversidade genética (Figura 19). À medida que a paisagem

apresenta mais retalhos (fragmentada) representados por áreas de reflorestamento e agricultura, maiores são as possibilidades de se encontrar uma maior heteroziguidade observada (H_o), e mais alelos raros (Rr), alelos exclusivos (Ex) e número de alelos por loco (A).

Tabela 12 -Coeficientes de correlação entre as métricas de cada classe e as informações de diversidade genéticas dos quatro primeiros eixos de ordenação do PCA para *Myrocarpus frondosus*.

	Correlação dos Eixos			
	Eixo 1 (28,24%)	Eixo 2 (19,99%)	Eixo 3 (15,24%)	Eixo 4 (12,87%)
B1	0,914*	0,085	-0,106	-0,300
B8	0,820*	0,271	-0,257	0,236
E11	0,793*	0,020	0,069	-0,536
E1	0,790*	-0,045	0,079	-0,163
F4	0,786*	0,023	0,069	-0,545
P	0,665*	0,472	-0,262	0,388
He	0,602*	0,749*	0,032	-0,057
B12	0,548	-0,150	-0,341	0,719*
TCCA	0,471	-0,008	-0,817*	0,075
F9	0,467	-0,424	-0,244	0,356
CAI	0,457	-0,348	-0,417	-0,102
f	0,447	-0,583	-0,583	-0,268
Al	0,410	0,882*	-0,109	-0,052
A	0,407	0,894*	-0,072	-0,132
F1	0,387	-0,452	-0,138	-0,402
B13	0,353	0,687*	-0,393	-0,127
E9	0,353	0,006	-0,010	0,545
D3	0,309	-0,141	0,412	0,785*
Ho	0,181	0,831*	0,474	0,188
Ap	0,168	0,894*	0,131	-0,320
NumP	0,064	-0,122	0,849*	0,304
C1	-0,017	-0,042	-0,800*	0,368
Proximity	-0,047	-0,139	-0,899*	-0,005
D2	-0,077	-0,096	0,432	0,853*

Rr	-0,185	0,877*	0,202	-0,023
C9	-0,232	0,263	-0,030	0,220
Ex	-0,336	0,848*	-0,220	-0,054
C3	-0,343	-0,271	0,496	-0,302
D9	-0,356	0,611*	-0,202	0,256
D10	-0,427	0,158	-0,193	0,790*
F8	-0,457	-0,297	-0,281	-0,354
NCA	-0,474	0,390	-0,600*	-0,023
MPAR	-0,555	0,252	0,141	-0,356
D11	-0,649*	-0,088	-0,640*	0,052
MPFD	-0,655*	0,492	-0,210	-0,059
C2	-0,655*	0,000	-0,074	-0,129
D1	-0,709*	-0,006	-0,205	0,148
F2	-0,723*	-0,037	0,259	-0,397
C10	-0,820*	0,229	-0,170	0,070
C5	-0,847*	0,130	-0,383	-0,104

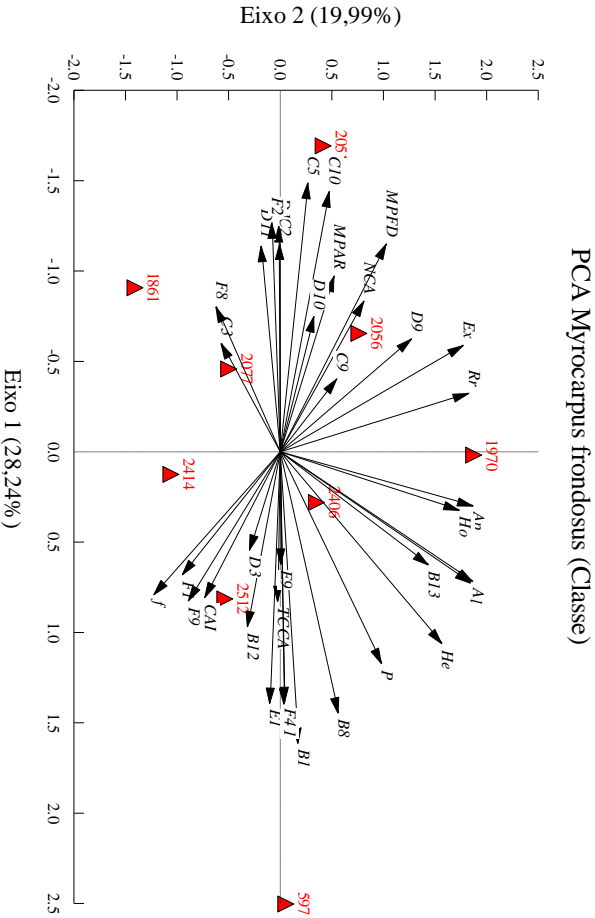
*: Em negrito observa-se as correlações < 0,6 das variáveis e os escores dos quatro primeiros eixos de ordenação produzidos na Análise de Componentes Principais (PCA).

Essas informações são reflexo da biologia reprodutiva da espécie, por se tratar de uma pioneira comum em vegetação secundária, que se regenera em áreas de capoeiras, pastagens e matas secundárias (LORENZI, 2002; REITZ, 1983), além de apresentar dispersão anemocórica e polinização anemófila. Neste sentido, os ambientes descritos podem influenciar positivamente a espécie ao longo do tempo. Entretanto cabem estudos que acompanhem as mudanças ocasionadas pela fragmentação, e essa, na variabilidade genética da espécie.

Os eixos 3 e 4 explicaram juntos 28,11% da variação existente e não apresentaram associações importantes com os indicadores de diversidade genética. Ambos estiveram associados com áreas de agricultura e áreas de pastagens e campos naturais.

Figura 19 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de classe para as 9 populações de *Myrocarpus frondosus*.

Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de classe e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



Vector scale: 5,90

6.3.6.2 Análise de componentes principais em nível de mancha

A análise foi realizada a partir de correlações estabelecidas entre os eixos formados no PCA e as informações genéticas, representadas por 9 índices (*Alel*, *P*, *A*, *Ap*, *He*, *Ho*, *f*, *Rr*, *Ex*), e as manchas (Unidades amostrais) divididas em duas categorias, forma e proximidade. Oito métricas detalham as características da mancha, sendo elas, área total da mancha, perímetro da mancha, área-núcleo da mancha (considerando um efeito de borda de 50m), índice de forma, índice de proximidade, distância ao vizinho mais próximo, dimensão fractal e relação perímetro-área. (Anexo 13).

O eixo 1 na análise PCA-Mancha (Tabela 13) explicou 43,54% das variações existentes e o eixo 2 27,26%, valores altos quando comparados a PCA-Classe, provavelmente por apresentarem um menor número de variáveis e uma maior relação entre elas. O eixo um apresentou correlações positivas que variaram de 0,726 a 0,960 sendo elas: heterozigiosidade observada (*H_o*), alelos raros (*Rr*), distância ao vizinho mais próximo (NNDist), alelos por loco polimórficos (*Ap*) número de alelos (*Al*), alelos por loco (*A*) e heterozigiosidade esperada (*H_e*). As correlações negativas mais importante foi com o índice de fixação (*f*). Os dados sugerem que a diversidade genética (*H_o*, *Rr*, *Ap*, *Al*, *A* e *H_e*) tende a ser maior em situações onde a distância ao vizinho mais próximo, nesse caso representado por outra mancha ou outra população avaliada, é maior.

Os dados corroboram com as informações geradas pela PCA-Classe, onde a distância maior entre as manchas reflete a fragmentação da paisagem ou o grau de retalhamento da mesma, o que poderia favorecer o desenvolvimento da espécie ao longo do tempo.

Das populações avaliadas, as populações de Concórdia (1970), São João do Oeste (2056) e Caibi (2406) apresentaram os maiores valores de *H_o*, *Rr*, *Ap*, *Al*, *A* e *H_e* e as maiores distâncias aos vizinhos mais próximos, refletindo os resultados das correlações positivas das variáveis com o eixo 1. Além disso, o eixo um apresentou correlação negativa com o índice de fixação (-0,735), e ambas as populações anteriores apresentaram baixos valores de *f*. O eixo 2 apresentou somente correlações positivas e nenhuma delas associadas à diversidade genética, além disso, explicou 27,26% das variações possíveis (Figura 20).

Tabela 13 -Coeficientes de correlação entre as métricas de Manchas e as informações de diversidade genéticas dos dois primeiros eixos de ordenação do PCA para *Myrocarpus frondosus*.

Correlação dos Eixos		
	Eixo 1 (43,54%)	Eixo 2 (27,26%)
Ho	0,960*	0,011
Rr	0,881*	0,043
NNDist	0,849*	-0,383
Ap	0,800*	0,411
Al	0,794*	0,586
A	0,789*	0,592
He	0,726*	0,527
Ex	0,590	0,347
P	0,465	0,532
Paratio	0,419	-0,136
Area_Nucleo	-0,384	0,624*
Perimeter	-0,414	0,861*
PXfg	-0,416	0,286
Shape_Idx	-0,487	0,859*
Area	-0,492	-0,334
Frac_Dim	-0,555	0,801*
<i>f</i>	-0,735*	0,476

*: Em negrito observa-se as correlações < 0,6 das variáveis e os escores dos dois primeiros eixos de ordenação produzidos na Análise de Componentes Principais (PCA).

De forma geral, tanto o PCA-Classe quanto o PCA-Mancha sugerem a possibilidade de existir maior diversidade genética de *Myrocarpus frondosus* associada a paisagens fragmentadas, onde um maior número de manchas seja de reflorestamentos ou de áreas urbanizadas e/ou construídas, distantes entre si e relacionadas com sua forma e tamanho podem favorecer a espécie, no entanto cabe algumas considerações.

Como já discutido em termos de diversidade genética para o *M. frondosus*, o mesmo apresenta uma estruturação genética tanto entre como dentro das populações analisadas. Neste caso, a fragmentação e a exploração comercial da espécie possivelmente contribuíram para que as populações se tornassem cada vez mais isoladas geneticamente,

comprometendo o fluxo gênico na população. Esse fato, pode aumentar as taxas de autopolinização e consequentemente estreitar a relação de parentesco entre as matrizes de um mesmo fragmento, contribuindo para que ocorram mais cruzamentos biparentais.

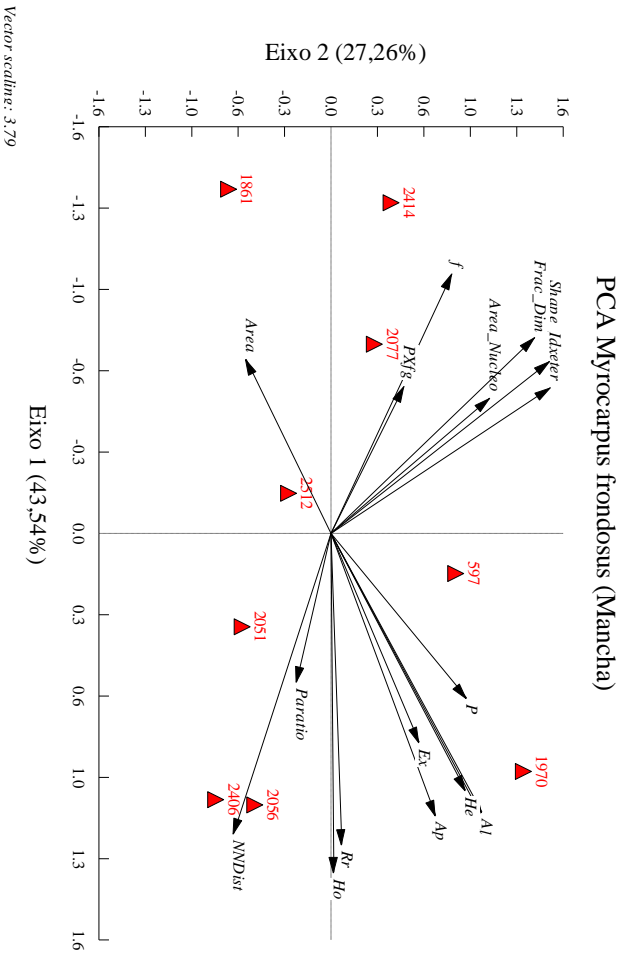
Além disso, como já mencionado, os fragmentos florestais da Floresta Estacional Decidual são secundários, ou seja, originados a partir da regeneração natural após distúrbios naturais ou antrópicos. Nesse tipo de situação, a reocupação do local pode se dar sob forte “efeito fundador” no qual as sementes, e consequentemente, o material genético de alguns poucos indivíduos que colonizam a área perturbada, passam a representar a espécie naquele local com baixos níveis de variabilidade genética na população.

Desta maneira, as associação dos índices genéticos e as características da paisagem para o *M. frondosus*, indicam uma situação menos favorável para a espécie a longo prazo, comparativamente ao *C. fissilis* e a *A. leiocarpa*.

Assim, sob o ponto de vista da diversidade genética, e sua, associação com as características da paisagem avaliadas neste manuscrito, estudos para verificar as flutuações da variabilidade genética ao longo das gerações poderiam trazer contribuições expressivas.

Figura 20 - Ordenação das 9 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de Mancha para as 9 populações de *Myrcarpus frondosus*.

Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de Mancha e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas analisadas neste trabalho apresentaram grande variação de estrutura da paisagem entre si. Desta forma, as áreas amostradas não representam uma única tendência da Floresta Estacional Decidual, mas sim áreas melhor conservadas, em termos de cobertura florestal, e áreas bastante fragmentadas com presença de áreas urbanizadas, pastagem, agricultura e reflorestamento em seu entorno, considerando o *Buffer* de 4km.

A partir da análise multivariada do uso do solo e da diversidade genética nas 17 áreas analisadas para três espécies, permitiu perceber que áreas mais fragmentadas apresentam, em geral, fragmentos menores, com maior densidade das bordas, menor índice de área-núcleo, forma menos irregular, grau de divisão da paisagem elevado e maior proximidade entre os fragmentos. Nestas áreas há uma presença maior do número de alelos, heterozigosidade esperada (H_e), heterozigosidade observada (H_o) bem como número de alelos raros e exclusivos. Esse fato pode ter relação com as características ecológicas das espécies analisadas neste trabalho, pois se trata de espécies secundárias e que tem boa adaptação a ambientes perturbados, bem como do efeito da fragmentação e exploração madeireira sofrida nessa região.

Apesar de um maior número de fragmentos representar uma área fragmentada, com menor área de habitat e maior efeito de borda, estes fragmentos são importantes elementos de conectividade na paisagem, pois, como observado quando analisados os indivíduos jovens de *A. leiocarpa* em termos genéticos, estes tiveram seu índice de fixação bastante reduzidos e houve uma manutenção da diversidade genética, reflexos de que as trocas alélicas dentro das populações devem ter ocorrido de forma eficiente. O mesmo não foi observado entre populações. Em especial para *M. frondosus*, onde a divergência entre populações foi extremamente elevadas.

As estratégias de conservação para as espécies devem priorizar o aumento dos tamanhos populacionais por meio de corredores ecológicos que viabilizariam o fluxo gênico entre as populações. Este fato, pode viabilizar a coexistência de agentes polinizadores (Abelhas e Mariposas), que influenciam diretamente o fluxo gênico. Desta forma, fica ressaltada a importância dos fragmentos pequenos, pois estes podem desempenhar um papel importante como trampolins ecológicos ou podem formar corredores ecológicos entre os remanescentes maiores.

Neste sentido, o monitoramento da diversidade genética das coortes jovens para *C. fissilis* e *M. frondosus*, também podem surgir informações importantes para a conservação dessas espécies, especialmente sobre o fluxo gênico entre e dentro dos fragmentos ao longo do tempo, bem como, na identificação de tendências na manutenção da diversidade genética.

De acordo com os índices de diversidade genética encontrados, e com suas relações com as métricas de paisagem, pode-se indicar que, em certa medida, todo e qualquer fragmento é importante para a conservação da diversidade genética para as espécies estudadas neste manuscrito, especialmente, em se tratando das populações jovens de *A. leiocarpa*, por haverem sido amostrados bons níveis de diversidade em todos os tipos de fragmentos estudados. Assim, reforça a importância desses fragmentos na sustentabilidade desta espécie.

Desta forma, pode-se inferir que fragmentos com menor área, mas que estejam em grande quantidade na paisagem, e estes, mesmo apresentando condições inferiores quanto ao estado de conservação da floresta (floresta em estágio secundário de regeneração), podem permitir a existência ou sobrevivência de espécies com características ecológicas semelhantes as estudadas. Este resultado mostra-se um importante conceito norteador para ações de conservação.

As paisagens avaliadas na Floresta Estacional Decidual apresentaram grande heterogeneidade, e as relações entre os índices de diversidade genética e as métricas calculadas neste trabalho, não foram suficientes para apontar áreas prioritárias para a conservação da diversidade genética das espécies estudadas. Por outro lado, os resultados apontam que todo fragmento merece destaque no que se refere a conservação e manutenção de espécies.

Para estudos futuros, uso exclusivo de métricas com maior sentido ecológico pode ser testado como uma abordagem que permita maior integração com outras características de história de vida das espécies, como demografia e aspectos da biologia reprodutiva, na medida da sua disponibilidade na literatura especializada. Além disso, a agregação de informações sobre o histórico de uso da terra poderão esclarecer aspectos aparentemente contraditórios, redundantes e/ou inesperados desta abordagem.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. (editor). Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa: UFV. 1998. 574p.
- AMARAL, D. M. I.; ALCALAY, N.; ANTONIO, M. G. Armazenamento de sementes de quatro espécies florestais do Rio Grande do Sul. *In*: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6, Nova Prata, 1988. Anais. Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/Meridional, 1988. p.373-397.
- ANDERSON, A. B.; JENKINS, C.; MAY, P. H. Cordão de Mata: Planejamento e implementação de um corredor biológico na Mata Atlântica do Rio de Janeiro. *In*: Fundação CIDE (Centro de Informações e Dados do RJ). (Org.). Índice de Qualidade dos Municípios (IQM Verde). 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação CIDE (Governo do Estado do Rio de Janeiro), 2003. p. 133-140.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; *et al.*, Value of small patches in the conservation of plant species diversity in highly fragmented rainforest. **Conserv. Biol.**, v. 23, n. 3, p. 729-739. 2008.
- BARRET, S.C.H. e KOHN, J.R. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation. *In*: FALK, D.A. e HOLSINGER, K.E. (editors) Genetics and conservation of rare plants. Oxford University Press, 1991.
- BENNETT, A. F. Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. 2 ed. Cambridge: IUCN Publications Services Unit. 244 p. 2003.
- BERG, E.E.; HAMRICK, J.L. Quantification of genetic diversity at allozyme loci. **Canadian Journal of Forest Research**. n. 27, p.415-424, 1997.
- BOTEQUILHA LEITÃO, A.; AHERN, J. The role of landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. A case-study in press. 2002.

BUENO, C. Bases Conceituais de Corredores Ecológicos e Proposta Metodológica: Evoluções na Conservação de Biodiversidade, 244p. Tese (Doutorado em Geografia) - UFRJ. RJ. 2004.

BRENA, D.A.; LONGHI, S.J. Inventário florestal da Região da Quarta Colônia de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul. Santa Maria: PRODESUS-PEDPNMA/UFDSM, 1998. 213p.

BRUCE, R. W. Production and distribution of Amazon timbers. Brasília: IBDF, 1976.

CARRÃO, H.; CAETANO, M.; NEVES, N. LANDIC: Cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG. In: Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2001, 6., Oeiras, Portugal, 28-30 nov., 2001. Anais. Lisboa: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica - USIG, 2001.

CALEGARI, L.; *et al.*, Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Rev. Árvore**, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CARLINI-GARCIA, L.A.; VENCOVSKY, R. e COELHO, A.S.G. Método bootstrap aplicado em diferentes níveis de reamostragem na estimação de parâmetros genéticos populacionais. **Sci. Agric.** v. 58, p. 785-793, 2001.

CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A.F. Genetic structure of *Copaifera langsdorffii* Desf. natural populations. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.137-153, 2004.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Colombo: EMBRAPA/CNPR, Brasília: EMBRAPA SPI, v.1, 2003. 1039 p. il.

CARVALHO, P. E. R.; Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. - Colombo: EMBRAPA – CNPF; Brasília-DF, 1994. 640p.

CASIMIRO, P.C. Uso do Solo – Ecologia da Paisagem, Perspectivas de uma Nova Abordagem do Estudo da Paisagem em Geografia. Geo Inova N° 2, DGPR-FCSH-UNL, Lisboa, pp. 45-65, 2000.

CHORN, L. A. *et al.*, Síntese da estrutura dos remanescentes florestais em Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C. *et al.*, Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Diversidade e Conservação dos Remanescentes Florestais. Blumenau – SC: Ed. furb. v.1. p.125-140. 2012.

CLARKE, G.M. e YOUNG, A.G. Introduction: genetics, demography and the conservation of fragmented populations. In: YOUNG, A.G. e CLARKE, G.M. (editores) *Genetics, demography and viability of fragmented populations*. Cambridge University Press, 2000.

CLEMENT, C. R. ; ROCHA, S. F. R. ; COLE, David M ; VIVAN, J. L. Conservação on farm. In: NASS, Luciano L. (Org.). Recursos genéticos vegetais. Brasília, DF: Embrapa In: **Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2007, v, p. 511-544.

COCKERHAM, C.C. Variance of gene frequencies. **Evolution**. v. 23, p. 72-84, 1969.

COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem dfinidas em FRAGSTATS. *Investigação Operacional*, v. 24, p. 109-137, 2004.

DOLFFUS, O. O espaço geográfico. 3 ed. São Paulo, Difel, 1978.

EIBL, B.I.; SILVA, F.; CARVALHO, A.; CZEREPAK, R.; KEHL, J. Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones, R.A. *Yvyrareta*, Eldorado, v.5, n.5, p.33-48, 1994.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, n. 34, p. 487-515, 2003.

FERREIRA, Jr. GPS Trackmaker, 2002.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. *Landscape ecology*. New York: John Wiley and Sons, 1986. 619 p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas da Evolução dos Remanescentes

Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica no Período 1990-1995. 1998.

FRANKHAM, R. Genetics and conservation biology. **C. R. Biologies**. 326. S22–S29, 2003.

FRAG-RIO. Desenvolvimento Metodológico e Tecnológico para Avaliação Ambiental Integrada Aplicada ao Processo de Análise de Viabilidade de Hidrelétricas - RELATÓRIO FRAG-RIO, Relatório Técnico, MINUTA. ETAPA1, 2009.

GALETTI, P. M. *et al.*. Genética da conservação brasileira. pp.244-274. In: Fundamentos de Genética da Conservação. FRANKHAM, R., BALLOU, J.D., BRISCOE, D.A., Ribeirão Preto, SP, Editora SBG, 290p, 2008.

GANDARA, F. B. Diversidade genética de populações de Cedro (*Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae)) no centro-sul do Brasil. Tese de Doutorado ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2009.

GANDARA, F.B. Diversidade genética, taxa de cruzamento e estrutura espacial dos genótipos em uma população de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). Campinas, 1996. 83p. (Dissertação de Mestrado - IB/UNICAMP).

GEOAMBIENTE SENSORIAMENTO REMOTO. Mapeamento temático geral do Estado de Santa Catarina. Relatório Técnico do Projeto de Proteção da Mata Atlântica em Santa Catarina (PPMA/SC). GEO-RLT-C0715-33608-01.Ago. 2008.

GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; BUDKE, J. C.; GESING, J. P. A.; EINSIGER, S. M. e CANTO-DOROW, T. S. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. São Paulo 21 (1): 137-145, 2007.

GOUDET, J. FSTAT: a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3), 2001.

- GUSSON, E.; SEBBENN, A.M.; KAGEYAMA, P.Y. Sistema de reprodução em populações de *Eschweileraovata* (Cambess.) Miers. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.491-502, 2006.
- HAIRJr., J.F; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. Tradução: Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 5ed. PortoAlegre: Bookman, 2005. 593 p.
- HAMRICK, J.L. Responses of forest trees to global environmental changes. *Forest Ecology and Management*, 197:323-335, 2004.
- HAMRICK, J.L.; GODT, M.J.W. Allozyme diversity in plant species. In: BROWN, A.H.D.; CLEGG, M.T.; KAHLER, A.L.E.; *et al.*, (Ed.) *Plant population genetics, breeding and genetic resources*. Sunderland: Sinauer, p.43-63, 1989.
- HERINGER, E. P., FERREIRA, M. B. Árvores úteis da Região Geo-Econômica do Distrito Federal. *Cerrado, Brasília*, v. 19, p. 20-24, 1973.
- PAIM, E. S.P; ORTIZ, L. S (coords.). *Hidrelétricas na bacia do rio Uruguai: guia para ONGs e movimentos sociais /– Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/Brasil*, 2006. p. 80.
- HILL, L. J.; CURRAN, P. J. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1391–1403, 2003.
- HOBBS, R.J. 1994. Landscape ecology and conservation: moving from description to application. **Pacific Conservation Biology** 1: 170-176.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Vegetação e geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro:1990. 300 p. v. 2.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. *Projeto Madeira do Paraná*, Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984.
- IUCN. 2012. Disponível em <<http://www.iucnredlist.org>> Acesso em: 28 de setembro de 2012.

KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M.; RIBAS, L. A.; GANDARA, F.B.; CASTELLEN, M.; PERECIM, M.B.; VENCOSKY, R. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. 2003. **Scientia Florestalis**, n.64, p.93-107.

KAGEYAMA, P.Y.; CARON, D.; GANDARA, F.B. e SANTOS, J.D. dos. Conservation of Mata Atlântica Forest fragments in the State of São Paulo, Brazil. p.167-185, 2004. In: B. Vinceti; W. Amaral e B. Meilleur (orgs.). Challenges in managing forest genetic resource for livelihoods.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. e SOUZA, L.M.I. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. Série Técnica IPEF. v.12, n.32, p.65-70, dez. 1998.

KAGEYAMA, P.Y; GANDARA, F. B. Consequências genéticas da fragmentação sobre espécies arbóreas. p.53-56. In. Simpósio Brasileiro sobre Fragmentação Ambiental. São Paulo. Anais. São Paulo ACIESP, 1999.

KALIL FILHO N. A. *et al.*, Espécies recomendadas para a restauração da Mata Atlântica. In: GALVÃO A.P.M. e MEDEIROS A.C.S. (eds). Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Embrapa, Colombo, 2002.

KLEIN, R. M. Árvores Nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai. *Sellowia*, Itajaí, v.24, p. 9–62, 1972.

KLEIN, R. M. Meliáceas. In: R. Reitz (ed.), *Flora Ilustrada Catarinense – I Parte*. R. Reitz ed. Itajaí, 1984, 138p.

LANG, S.; BLASCHKE, T. Análise da paisagem com SIG. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.424 p.

LANG, S.; TIEDE, D. V-LATE. Extension für ArcGIS – vector basiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse. ESRI Anwenderkonferenz 2003 Innsbruck. CD-ROM. 2003.

LEITE, P.F. e KLEIN, R.M. Vegetação. In *Geografia do Brasil: Região Sul*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 2, 1990. p.113-150. e Hall, 1994.

LEWIS, P.O e ZAYKIN, D. Genetic Data Analysis (GDA): Computer program for the analysis of allelic data. 2001. Versão 1.0.

LINDMAN, C. A. M. A Vegetação no Rio Grande do Sul. 2. ed. São Paulo: Itatiaia, 1974. 377p.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed., v.1, Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368p.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V.1, 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. V.1, 384p.

LOPES, N., S. Análise da paisagem com base na fragmentação, visando a formação de corredores ecológicos na APA Pratiği, baixo sul da Bahia. 104p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, Ilhéus, 2009.

LUGO, A. E.; BROWN, S. Management of land and species richness in the tropics. In: Szaro R.C.; Johnston, D. W. Biodiversity in Managed Landscapes – Theory and Practice. New York: Oxford University Press, 778 p. 1996.

MANLY, B. F. J. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. Tradução: Sara Ianda Carmona. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229 p.

MARCHIORI, J. N. C. Dendrologia das angiospermas: leguminosas. Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. 200p.

METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 71, n. 3-I, p. 445-462, 1999.

McCUNE, B., MEFFORD, M.J., 1997. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. MJM Software Design, Glendon Beach, Oregon.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. J. Fragstats: spatial analysis program for quantifying landscape structure. Version 2.0. Corvallis: Forest

Science Department, Oregon State University. 1994. 134 p.

METZGER, J. P. O que é Ecologia de Paisagens. Biota Neotropica. programa Biota, FAPESP.2001. <<http://www.biotaneotropica.org.br/>>. Acesso em 25 de julho de 2012.

MEYER, L. et al. Regeneração natural da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. In: Vibrans, A.C. *et al.*, Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol. II, Floresta Estacional Decidual. Blumenau - SC: Edi furb. v.2. p. 167-187. 2012.

MORAES, P.L.R. e DERBYSHIRE, M.T.V.C. Diferenciação genética e diversidade em populações naturais de *Cryptocarya aschersoniana* Mez (Lauraceae). Biota Neotropica. v. 3, n. 1, 2003.

MORELLATO, L. P. C. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil. 176 f. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MORI, E. S. Genética de populações arbóreas: orientações para seleção e marcação de matrizes. I.F. Sér. Reg., São Paulo, n. 25, p. 35-44, ago. 2003.

MULLER, A.; BATAGHIN, F.A.; SANTOS, S.C. Efeito de borda sobre a comunidade arbórea em um fragmento de floresta ombrófila mista, rio grande do sul, Brasil. **Perspectiva**, v. 34, n. 125, p. 29-39, 2010.

MURCIA, C. Edge effects in fragment ed forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

NEI, M. 1977. F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. **Ann. Hum. Genet.** 41:225-233.

NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. Proc. Nat. **Acad. Sci.** USA. v. 70, n.12, p. 3321-3323, 1973.

NEEL, M.C. e ELLSTRAND, N.C. 2003. Conservation of genetic diversity in the endangered plant *Eriogonum ovalifolium* var. *vineum* (Polygonaceae). **Conservation Genetics** 4:337,352.

NICOLOSSO, F. T. et al. Exigências nutricionais da grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) em solo Podzólico vermelho amarelo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.225-231, 1999.

NUNES, M. N. et al. Sistemas de Informações Geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS). In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, INPE, p. 3183-3189 - 16-21 abril 2005.

OLIFIERS, N.; CERQUEIRA, R. Fragmentação de Habitat: Efeitos Históricos e Ecológicos. In: *Biologia da Conservação: Essências*. ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. Van; ALICE, M. A. S. (Org). São Carlos: RiMa, 2006. p. 261-279.

OLIVEIRA, A.F.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, S.C.S.R. 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**, São Paulo, v.25, n.3, p.331-338, 2002.

PEARSON, S.M. et al. An organism-based perspective of habitat fragmentation. p. 77-95. In: Szaro, R.C.; Johnston, D.W. *Biodiversity in Managed Landscapes - Theory and Practice*. New York: Oxford University Press, 778 p., 1996.

PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALÊS, M. C.; ROBERTS, D. A.; VENTURIERI, A. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. *Geografia*, Rio Claro, v. 26, n. 1, p. 59-90, abr. 2001.

PIELOU, E.C. *The interpretation of ecological data; a primer on classification and ordination*. New York, Wiley, 1984.

PINTO, S.I.C. et al. Variabilidade genética por isoenzimas em populações de *Copaifera langsdorffii* Desf. em dois fragmentos de mata ciliar, **Scientia Forestalis**, n.65, p. 40-48, jun. 2004.

PÓVOA, J, S. R. Distribuição da variação genética de *Cedrela fissilis* vell., em fragmentos florestais, no sul de Minas Gerais, por meio de

isoenzimas. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

RAMBO, B. Der Regenwald am oberen Uruguay. **Sellowia**, v. 7, p. 183-223, 1956.

REIS, M.S. Dinâmica da movimentação dos alelos: subsídios para conservação e manejo de populações naturais em plantas. **Revista Brasileira de Genética**. v.19, n.4, p.37-47, 1996.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SUDESUL, 1988.525p.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, n. 34-35, 1983. p. 5-19.

RIBEIRO, M. C.; *et al.*, The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142. n. 6, p. 1144-1156. 2009.

ROBINSON, I.P. Aloenzimas na genética de populações de plantas. In: ALFENAS, A. C. (editor). Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa: UFV, cap. 7, p. 329-380; 1998.

RUPPELT, B. M et al. Pharmacological screening of planta recommended by folk medicine as anti-snake venom. I. Analgesic and antiinflammatory activities. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 86, p. 203-205, 1991.

RUSCHEL, A. R. Avaliação das Espécies Madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto-Uruguai. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis SC 2000 128p.

RUSCHEL, A.R. NODARI, E.S. GUERRA, M.P. NODARI, R.O. Evolução do Uso e Valorização das Espécies Madeiráveis da Floresta

Estacional Decidual do Alto-Uruguaí-SC **Ciência Florestal**, 13 (2003), pp. 153–166.

SCHAADT, S.S., A fragmentação da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. II Seminário IFFSC. Blumenau - SC. 2011.

SHAFER, C.L., Nature Reserves: Island Theory and Conservation Practice. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 1990.

SILVA, N. R. S. et al. Composição Florística e Estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana Em Viçosa MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 397-405, 2004.

SEOANE, C. E. S.; et al. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesq. Flor. Bras.**, v. 30, n. 63, p. 207-216, 2010.

SMANIOTTO, M. Análise Ambiental de Bacias Hidrográficas com Base na Fragmentação da Paisagem: Município de Getúlio Vargas (RS). Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. 2007.

SOUZA, L. A. G. de.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. F. P. Tratamentos pré-germinativos em sementes florestais da Amazônia: VI – Muirajuba (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macb. var. *molaris* SPR. ex BENTH. (LEGUMINOSAE). **Acta Amazônica**, v.24, n1/2, p.81-90. 1994.

STEINBACH, F.; LONGO, A. N. Lista preliminar das espécies da flora apícola nativa da Fazenda Faxinal. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 4, pt. 1, p. 347-349, 1992. Edição de Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, São Paulo, SP, mar. 1992.

STYLES, B. T. Swietenioideae, In: PENNINGTON, T.D.; STYLES, B.T.; TAYLOR, D.A.H. Meliaceae. New York: The New York Botanical Garden, 1981. p. 359-385.

STYLES, B. T. The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding. **Silvae Genetica**, v. 21, n. 5, p. 175-182, 1972.

TER BRAAK, C. J. F. (1986) Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology** 67, 1167-1179.

TOLEDO, R. M. Modelagem espacial do fluxo de sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril*), através de marcadores moleculares, na paisagem fragmentada do Pontal do Paranapanema-SP. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005 63p.

THOMÉ, N. Ciclo da Madeira: História da devastação da floresta da araucária e do desenvolvimento da indústria da madeira em Caçador e na Região do Contestado no Século XX. Caçador: Universal. 1995. 212p.

THRALL, P.H.; BURDON, J.J. e MURRAY, B.R. The metapopulation paradigm: a fragmented view of conservation biology. In: YOUNG, A.G. e CLARKE, G.M. (editores) *Genetics, demography and viability of fragmented populations*. Cambridge University Press, 2000.

TRIOLA, M. F. Introdução à estatística. Tradução Alfredo Alves de Faria. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 410p.

VACCARO, S.; LONGHI, S.J. Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da Floresta do Alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.5, n.1, p.33-53, 1995.

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

VIANA, V.M.; TABANEZ, A. A. J.; BATISTA, J. L. F. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist Forest. In: LAURANCE, W.F.; BIERREGARD, R.O. (Ed.). *Tropical forest remnants: ecology management and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press, 1997. p. 351-365.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. Série Técnica IPEF v. 12, n. 32, p. 25-42, ESALQ/USP 1998.

VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A.L. de. e LINGNER, D.V. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol. II, Floresta Estacional Decidual. Blumenau - SC: Edi furb. v.2. p. 336. 2012.

VICINI, L. Análise multivariada da teoria à prática. Monografia. Santa Maria:UFSM, CCNE, 2005. 215 p.

VOLOTÃO, C. F. S. Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats. INPE, São José dos Campos, 1998.

WEIR, B.S. e COCKERHAM, C.C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. **Evolution**, 38:1358–1370.

WRIGHT, S. The genetical structure of populations. Ann. **Eugenics**. v. 15, p. 395 – 420, 1951.

YOUNG, A.G. e CLARKE, G.M. Conclusions and future directions: what do we know about the genetic and demographic effects of habitat fragmentation and where do we go from here? In: YOUNG, A.G. e CLARKE, G.M. (editores) *Genetics, demography and viability of fragmented populations*. Cambridge University Press, 2000.

ANEXOS

ANEXO 01: FREQUÊNCIAS ALÉLICAS PARA 12 LOCOS ALOZÍMICOS EM CINCO POPULAÇÕES DE INDIVÍDUOS JOVENS DE *Apuleia leiocarpa* DO ESTADO DE SANTA CATARINA.

Loco	Al.	Populações					Total
		2179	2051	1536	1864	3097	
PGM	N	48	48	50	49	47	
	2	0,365	0,271	0,26	0,408	0,362	0,333
	3	0,083	0	0,08	0,061	0,021	0,05
	4	0,531	0,729	0,63	0,531	0,596	0,603
	5	0,021	0	0,03	0	0,021	0,014
ME	N	49	50	50	49	47	
	1	0,051	0,11	0,5	0	0,702	0,269
	2	0,643	0,61	0,5	0,663	0,255	0,537
	3	0,306	0,28	0	0,337	0,043	0,194
PGI	N	49	50	49	49	45	
	1	0,531	0,39	0,5	0,755	0,5	0,535
	2	0,102	0,11	0,204	0,092	0,122	0,126
	3	0,367	0,5	0,296	0,153	0,378	0,339
IDH	N	49	50	50	49	50	
	1	0,694	0,72	0,63	0,694	0,72	0,692
	2	0,306	0,28	0,37	0,306	0,28	0,308
6PGDH	N	48	50	50	49	42	
	1	0	0,09	0	0,01	0,036	0,027
	2	0,875	0,78	0,97	0,939	0,798	0,874
	3	0,125	0,13	0,03	0,051	0,167	0,098
DIA	N	49	50	51	49	50	
	1	0,082	0,01	0	0,02	0	0,022
	2	0,918	0,99	1	0,98	1	0,978
MDH1	N	47	48	50	49	48	
	1	0,074	0,01	0,17	0,092	0,042	0,079

	2	0,213	0,26	0,21	0,255	0,292	0,246
	3	0,138	0,125	0,14	0,143	0,135	0,136
	4	0,149	0,146	0,14	0,173	0,125	0,147
	5	0,426	0,458	0,34	0,337	0,406	0,393
	N	44	39	49	47	46	
PRX	2	0,227	0,218	0,286	0,16	0,359	0,251
	3	0,773	0,782	0,714	0,84	0,641	0,749
	N	49	50	51	49	50	
GTDH	1	0	0	0	0	0,01	0,002
	2	0	0	0	0	0,01	0,002
	3	1	1	1	1	0,98	0,996
	N	49	50	51	49	50	
MDH2	1	0	0,03	0	0,01	0,02	0,012
	2	1	0,97	1	0,99	0,98	0,988
	N	49	50	51	49	49	
LAP	1	0,082	0,02	0,078	0,041	0,061	0,056
	2	0,143	0,22	0,137	0,061	0,194	0,151
	3	0,776	0,76	0,784	0,898	0,745	0,792
	N	49	50	51	49	50	
SKDH	2	0,949	0,97	0,98	0,98	0,96	0,968
	3	0,051	0,03	0,02	0,02	0,04	0,032

ANEXO 02: FREQUÊNCIAS ALÉLICAS PARA 12 LOCOS ALOZÍMICOS EM NOVE POPULAÇÕES DE INDIVÍDUOS ADULTOS DE *Apuleia leiocarpa* DO ESTADO DE SANTA CATARINA.

Loco	Al.	Populações									Total
		2179	2051	1536	1864	3097	6003	2056	2406	1861	
PGM 1	N	39	30	50	49	55	52	50	53	30	
	1	0	0	0	0	0,009	0,01	0	0	0	0,002
	2	0,244	0	0,2	0,347	0,264	0,385	0,29	0,302	0,3	0,271
	3	0,064	0,483	0,2	0,071	0,1	0,115	0,11	0,17	0,1	0,146
	4	0,679	0,517	0,57	0,531	0,609	0,49	0,6	0,528	0,583	0,566
	5	0,013	0	0,03	0,051	0,018	0	0	0	0,017	0,015
ME 1	N	39	31	48	48	55	52	50	53	33	
	1	0,115	0,016	0,198	0,177	0,036	0,019	0,38	0	0,182	0,125
	2	0,5	0,597	0,479	0,5	0,773	0,615	0,44	0,613	0,364	0,553
	3	0,385	0,387	0,323	0,323	0,191	0,365	0,18	0,387	0,455	0,323
PGI 3	N	43	30	48	51	55	52	50	53	33	
	1	0,174	0,4	0,375	0,539	0,436	0,452	0,42	0,425	0,561	0,42
	2	0,302	0,167	0,198	0,137	0,218	0,048	0,12	0,236	0,091	0,17
	3	0,523	0,433	0,427	0,324	0,345	0,5	0,46	0,34	0,348	0,41
IDH 1	N	37	30	47	50	55	49	50	53	33	
	1	0,743	0,7	0,713	0,64	0,582	0,745	0,71	0,755	0,848	0,708
	2	0,257	0,3	0,287	0,36	0,418	0,255	0,29	0,245	0,152	0,292
6PGDH	N	36	30	50	51	55	51	50	53	33	
	1	0	0,2	0,02	0,029	0,073	0,078	0,56	0,085	0,091	0,127
	2	0,875	0,6	0,86	0,882	0,836	0,843	0,41	0,858	0,788	0,779
	3	0,125	0,2	0,12	0,088	0,091	0,078	0,03	0,057	0,121	0,094
DIA	N	49	30	52	51	55	52	50	53	35	
	1	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0	0,004
	2	1	1	1	1	1	1	1	0,972	1	0,996
MDH 1	N	39	30	50	47	55	52	50	52	32	
	1	0,154	0,083	0,04	0,074	0,091	0,048	0,13	0,019	0,078	0,077
	2	0,218	0,4	0,35	0,298	0,445	0,25	0,28	0,49	0,188	0,332
	3	0,115	0,167	0,12	0,277	0,318	0,144	0,08	0,212	0,016	0,17

	4	0,513	0,017	0,14	0,117	0,127	0,058	0,03	0,279	0,172	0,158
	5	0	0,333	0,35	0,234	0,018	0,5	0,48	0	0,547	0,263
	N	47	30	50	21	52	42	48	44	35	
PRX 5	1	0,011	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0,003
	2	0,096	0,333	0,03	0,262	0,212	0,06	0,26	0,057	0,043	0,14
	3	0,894	0,667	0,97	0,738	0,779	0,94	0,74	0,943	0,957	0,858
	N	49	33	52	50	54	50	50	53	35	
GTDH 1	1	0	0	0	0	0,037	0	0	0	0	0,005
	2	0	0	0	0,14	0,185	0,1	0	0,142	0	0,069
	3	1	1	1	0,86	0,778	0,9	1	0,858	1	0,926
	N	49	32	52	51	55	52	50	53	35	
MDH 2	1	0	0,125	0	0	0,018	0	0	0	0	0,012
	2	1	0,875	1	1	0,982	1	1	1	1	0,988
	N	36	30	44	11	55	51	50	53	33	
LAP 1	1	0,111	0	0,159	0,182	0,255	0,255	0,16	0,179	0,076	0,165
	2	0,889	0,65	0,784	0,773	0,727	0,745	0,84	0,783	0,879	0,785
	3	0	0,35	0,057	0,045	0,018	0	0	0,038	0,045	0,05
	N	49	30	52	51	55	26	31	53	35	
SKDH	1	0	0	0	0	0,018	0	0	0	0	0,003
	2	1	1	1	1	0,945	1	1	0,925	1	0,982
	3	0	0	0	0	0,036	0	0	0,075	0	0,016

ANEXO 3: EXEMPLO DE UMA MATRIZ COM OS COEFICIENTES RESULTANTES DA CORRELAÇÃO LINEAR DE PEARSON ENTRE MÉTRICAS EM NÍVEL DE CLASSE (FLORESTA) PARA *Aplúcia leiocarpa*.

Nota: Coeficientes em negrito representam correlação acima de 0,8|. NumP – número de manchas; CA – área da classe; MPS – tamanho médio das manchas; PSSD – desvio padrão do tamanho médio das manchas; NCA – número de áreas - núcleo; TCCA – área total de áreas-núcleo; CAI – índice de área-núcleo; ED – densidade das manchas; NCA – número de áreas - bordas; MPE – comprimento médio da borda; MSI – índice de área-núcleo; ED – densidade das bordas; TE – soma das áreas; MPFD – dimensão fractal média; DIVISION – grau de divisão da paisagem; SPLIT – índice de retalhamento; MESH – tamanho efetivo da malha; Proximity – proximidade média das manchas.

Métricas	Área			Área-núcleo			Borda			Forma			Retalhamento		Proximidade		
	NumP	CA	MPS	PSSD	NCA	TCCA	CAI	ED	TE	MPE	MSI	MPAR	MPFD	DIVISION		SPLIT	MESH
NumP	1																
CA	-0,75	1															
MPS	-0,87	0,9E93	1														
PSSD	-0,78	0,88	0,97	1													
NCA	0,72	-0,72	-0,89	-0,93	1												
TCCA	-0,72	0,92	0,96	0,98	-0,92	1											
CAI	-0,69	0,85	0,93	0,96	-0,96	0,98	1										
ED	0,18	-0,18	-0,39	-0,55	0,75	-0,54	-0,65	1									
TE	0,25	-0,18	-0,43	-0,57	0,78	-0,55	-0,66	0,98	1								
MPE	-0,9	0,75	0,74	0,61	-0,42	0,56	0,47	0,24	0,18	1							
MSI	-0,37	0,11	0,05	-0,16	0,29	-0,18	-0,3	0,79	0,7	0,65	1						
MPAR	0,19	0,05	0,06	-0,08	0,17	-0,12	-0,21	0,53	0,38	0,4	0,65	1					
MPFD	-0,12	-0,11	-0,17	-0,37	0,46	-0,38	-0,5	0,84	0,73	0,41	0,94	0,74	1				
DIVISION	0,76	-0,82	-0,93	-0,99	0,92	-0,94	-0,94	0,6	0,62	-0,56	0,22	0,12	0,44	1			
SPLIT	0,83	-0,56	-0,73	-0,76	0,65	-0,61	-0,61	0,33	0,36	-0,68	-0,11	0,06	0,15	0,81	1		
MESH	-0,75	0,86	0,96	1	-0,94	0,97	0,97	-0,6	-0,61	0,56	-0,22	-0,11	-0,42	-0,99	-0,74	1	
Proximity	-0,79	0,88	0,85	0,8	-0,59	0,77	0,69	-0,06	-0,05	0,83	0,26	-0,04	0,01	-0,77	-0,77	0,77	1

ANEXO 4: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE CLASSE POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Apuleia leiocarpa*.

UA	2179	6003	2051	2056	2406	3097	1861	1864	1536
Alelo	27	29	27	27	29	36	29	30	29
P	0,67	0,75	0,75	0,67	0,92	0,92	0,67	0,75	0,67
A	2,25	2,42	2,25	2,25	2,42	3	2,42	2,5	2,42
A _p	2,88	2,89	2,67	2,88	2,55	3,18	3,13	3	3,13
H _c	0,28	0,31	0,37	0,34	0,33	0,36	0,28	0,36	0,31
H _o	0,24	0,22	0,24	0,29	0,26	0,23	0,22	0,29	0,3
f	0,15	0,28	0,36	0,14	0,2	0,36	0,21	0,18	0,03
Raro	2	4	2	2	3	10	4	2	4
Excl	0	0	0	0	1	2	0	0	0
NumP	83	28	45	51	60	73	42	85	70
CA	1424,29	2245,67	1524,2	1755,31	1280,53	1177,4	1712,11	1495,67	1207,97
NCA	191	0	163	179	133	170	132	176	150
ED	45,71	29,65	54,03	54,06	36,42	39,89	43,92	45,91	40,52
MSI	1,85	1,81	2,61	2,42	1,87	1,83	2,03	1,85	1,97
MPAR	332,86	254,12	513,52	230,12	207,19	226,14	285,43	254,24	246,55
B1	10	7	0	6	5	2	0	11	0
B2	77,84	303,45	0	31,73	34,79	15,89	0	90,9	0
B9	218,43	110,04	0	273,23	262,88	159,55	0	229,27	0
B14	0,13	2,29	0	2,02	0,07	0	0	5,2	0
C1	9	31	39	49	25	32	20	30	50
C2	2895,08	1564,8	1684,5	1877,31	1832,5	2212,27	2539,96	2360,24	1991,83
C5	50,89	34,12	55,59	52,68	35,91	44,64	50,57	54,98	53,1
C8	2,75	2,11	2,49	2,27	2,12	2,07	2,6	2,33	2,12
C9	189,56	221,14	243,87	813,97	173,84	253,33	177,9	209,81	261,65
C10	1,31	1,32	1,35	1,35	1,31	1,32	1,33	1,33	1,33
C14	3904,76	552,91	1067,37	6249,58	396,72	1761,81	2409,96	4125,85	735,21
D1	48	39	70	64	43	55	43	79	68
D2	607,78	913,52	914,2	1248,97	1879,15	1406,21	557,63	1060,87	787,75
D9	187,04	182,14	297,71	296,95	205,41	278,17	264,36	237,82	216,03
D12	22,65	12,27	28,78	13,53	2,09	10,9	17,39	21,05	27,05
E1	3	0	0	0	0	4	1	0	3
E14	0,48	0	0	0	0	69,55	0	0	0,13
F1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
F2	0,29	0	426,67	115,47	0	4,14	199,67	0	857,49
F9	1771,5	0	88,5	74,8	0	218,4	77,2	0	60,7
F12	1	0	1	1	0	1	1	0	1

ANEXO 5: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE MANCHA POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Apuiteia leiocarpa*.

UA	2179	6003	2051	2056	2406	3097	1861	1864	1536
Alel	27	29	27	27	29	36	29	30	29
P	0,67	0,75	0,75	0,67	0,92	0,92	0,67	0,75	0,67
A	2,25	2,42	2,25	2,25	2,42	3	2,42	2,5	2,42
A _p	2,88	2,89	2,67	2,88	2,55	3,18	3,13	3	3,13
H _e	0,28	0,31	0,37	0,34	0,33	0,36	0,28	0,36	0,31
H _o	0,24	0,22	0,24	0,29	0,26	0,23	0,22	0,29	0,3
f	0,15	0,28	0,36	0,14	0,2	0,36	0,21	0,18	0,03
Raro	2	4	2	2	3	10	4	2	4
Excl	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Área	77,59	1378,51	246,75	59,58	143,14	31,29	685,76	147,79	21,14
Perimeter	10518,12	65261,4	31541,13	9190,83	15177,59	2268,91	73684,51	13645,14	3722,41
Area_Nucleo	10,83	961,31	66,52	16,85	34,16	20,96	188,68	81,15	2,74
Paratio	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Shape_Idx	3,37	4,96	5,66	3,36	3,58	1,14	7,94	3,17	2,28
Frac_Dim	1,37	1,35	1,41	1,37	1,36	1,22	1,42	1,34	1,34
NNDist	48,86	42,35	43,17	53,49	61,39	118,93	36,18	36,28	47,19
PXfg	501,25	227,11	446,38	228,7	233,27	262,09	861,47	341,11	1000,79

ANEXO 6: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE CLASSE POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Apuleia leiocarpa* (ADULTO).

UA	2179	2051	3097	1864	1536
Alel	27	27	36	30	29
P	0,67	0,75	0,92	0,75	0,67
A	2,25	2,25	3	2,5	2,42
A _p	2,88	2,67	3,18	3	3,13
H _e	0,28	0,37	0,36	0,36	0,31
H _o	0,24	0,24	0,23	0,29	0,3
f	0,15	0,36	0,36	0,18	0,03
Ex	0	0	2	0	0
Rr	2	2	10	2	4
NumP	83	45	73	85	70
CA	1424,29	1524,2	1177,4	1495,67	1207,97
PSSD	25,42	49,26	41,89	25,71	29,48
NCA	191	163	170	176	150
CAI	30,76	31,26	30,06	36,44	33,14
MSI	1,85	2,61	1,83	1,85	1,97
DIVISION	96,15	93,08	89,39	96,31	94,4
Proximity	141,67	281,27	245,92	143,87	129,31
B1	10	0	2	11	0
C1	9	39	32	30	50
C5	50,89	55,59	44,64	54,98	53,1
C6	255813,82	253583,88	224311,91	276162,93	263117,23
C8	2,75	2,49	2,07	2,33	2,12
D1	48	70	55	79	68
D2	607,78	914,2	1406,21	1060,87	787,75
D9	187,04	297,71	278,17	237,82	216,03
D11	95,58	96,53	90,83	95,25	96,3
E1	3	0	4	0	3
E9	188,07	0	163,95	0	381,8
F1	1	1	1	0	1
F2	0,29	426,67	4,14	0	857,49
F8	2,7	5,16	1,25	0	5,02
F9	1771,5	88,5	218,4	0	60,7
F10	1,57	1,38	1,28	0	1,36

ANEXO 7: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE MANCHA POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Apuleia leiocarpa* (ADULTO).

UA	2179	2051	3097	1864	1536
Alel	27	27	36	30	29
P	0,67	0,75	0,92	0,75	0,67
A	2,25	2,25	3	2,5	2,42
A _p	2,88	2,67	3,18	3	3,13
H _c	0,28	0,37	0,36	0,36	0,31
H _o	0,24	0,24	0,23	0,29	0,3
f	0,15	0,36	0,36	0,18	0,03
Ex	0	0	2	0	0
Rr	2	2	10	2	4
Área	77,59	246,75	31,29	147,79	21,14
Perimeter	10518,12	31541,13	2268,91	13645,14	3722,41
Area_Nucleo	10,83	66,52	20,96	81,15	2,74
Paratio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Shape_Idx	3,37	5,66	1,14	3,17	2,28
Frac_Dim	1,37	1,41	1,22	1,34	1,34
NNDist	48,86	43,17	118,93	36,28	47,19
PXfg	501,25	446,38	262,09	341,11	1000,79

ANEXO 8: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE CLASSE POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Apuleia leiocarpa* (JOVENS).

UA	2179	2051	1536	1864	3097
Alel	30	30	28	30	33
P	83,3	91,7	75	91,7	91,7
A	2,5	2,5	2,33	2,5	2,75
A _p	2,8	2,64	2,78	2,64	2,91
H _e	0,34	0,32	0,32	0,27	0,34
H _o	0,32	0,34	0,3	0,26	0,33
f	0,05	-0,04	0,05	0,05	0,04
Ex	0	0	0	0	2
Rr	1	5	3	5	9
NumP	83	45	73	85	70
CA	1424,29	1524,2	1177,4	1495,67	1207,97
PSSD	25,42	49,26	41,89	25,71	29,48
NCA	191	163	170	176	150
CAI	30,76	31,26	30,06	36,44	33,14
MSI	1,85	2,61	1,83	1,85	1,97
DIVISION	96,15	93,08	89,39	96,31	94,4
Proximity	141,67	281,27	245,92	143,87	129,31
B1	10	0	2	11	0
C1	9	39	32	30	50
C5	50,89	55,59	44,64	54,98	53,1
C6	255813,82	253583,88	224311,91	276162,93	263117,23
C8	2,75	2,49	2,07	2,33	2,12
D1	48	70	55	79	68
D2	607,78	914,2	1406,21	1060,87	787,75
D9	187,04	297,71	278,17	237,82	216,03
D11	95,58	96,53	90,83	95,25	96,3
E1	3	0	4	0	3
E9	188,07	0	163,95	0	381,8
F1	1	1	1	0	1
F2	0,29	426,67	4,14	0	857,49
F8	2,7	5,16	1,25	0	5,02
F9	1771,5	88,5	218,4	0	60,7
F10	1,57	1,38	1,28	0	1,36

ANEXO 9: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE MANCHA POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Apuleia leiocarpa* (JOVENS).

UA	2179	2051	1536	1864	3097
Alel	30	30	28	30	33
P	83,3	91,7	75	91,7	91,7
A	2,5	2,5	2,33	2,5	2,75
A _p	2,8	2,64	2,78	2,64	2,91
H _c	0,34	0,32	0,32	0,27	0,34
H _o	0,32	0,34	0,3	0,26	0,33
f	0,05	-0,04	0,05	0,05	0,04
Ex	0	0	0	0	2
Rr	1	5	3	5	9
Área	77,59	246,75	21,14	147,79	31,29
Perimeter	10518,12	31541,13	3722,41	13645,14	2268,91
Area_Nucleo	10,83	66,52	2,74	81,15	20,96
Paratio	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Shape_Idx	3,37	5,66	2,28	3,17	1,14
Frac_Dim	1,37	1,41	1,34	1,34	1,22
NNDist	48,86	43,17	47,19	36,28	118,93
PXfg	501,25	446,38	1000,79	341,11	262,09

ANEXO 10: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE CLASSE POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Cedrela fissilis*.

UA	2179	6003	6001	2051	3097	2406	1864	2081	1869
Alel	32	32	35	31	30	36	33	29	26
P	0,75	0,83	0,92	0,83	0,75	1	0,83	0,83	0,67
A	2,67	2,67	2,92	2,58	2,5	3	2,75	2,42	2,17
A _p	3,11	2,9	3,09	2,9	3	3	3,1	2,6	2,75
H _c	0,24	0,26	0,31	0,22	0,23	0,25	0,22	0,27	0,18
H _b	0,17	0,24	0,27	0,19	0,17	0,18	0,17	0,17	0,15
f	0,29	0,06	0,12	0,16	0,26	0,28	0,23	0,38	0,16
Rr	7	6	10	11	8	12	10	7	4
Ex	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NumP	83	28	24	45	73	60	85	75	54
CA	1424,29	2245,67	1122,78	1524,2	1177,4	1280,53	1495,67	1729,53	1960,09
PSSD	25,42	257,58	141,03	49,26	41,89	31,2	25,71	61,26	113,67
TCCA	438,16	1564,54	7254417	476,48	353,88	477,31	544,97	5673953,82	8348429,29
ED	45,71	29,65	17,41	54,03	39,89	36,42	45,91	57,19	50,78
MPE	2768,37	5323,47	3646,79	5476,63	2745,71	3051,26	2712,79	3830,19	4723,08
MSI	1,85	1,81	1,68	2,61	1,83	1,87	1,85	2,01	2,04
MPAR	332,86	254,12	415,05	513,52	226,14	207,19	254,24	263,78	309,52
SPLIT	25,98	2,47	2,38	14,45	9,42	19,13	27,11	9,31	5
B1	10	7	17	0	2	5	11	19	12
B2	77,84	303,45	1252,41	0	15,89	34,79	90,9	178,44	131,79
B8	1,32	1,57	1,69	0	1,26	1,45	1,58	1,56	1,33
B9	218,43	110,04	176,67	0	159,55	262,88	229,27	248,54	179,31
B12	3,68	3,89	3,54	0	1,96	3,39	6,29	7,05	6,02
C1	9	31	34	39	32	25	30	49	54
C2	2895,08	1564,8	843,46	1684,5	2212,27	1832,5	2360,24	2070,95	1826,2
C3	321,68	50,48	24,81	43,19	69,13	73,3	78,67	42,26	33,82
C5	50,89	34,12	24,1	55,59	44,64	35,91	54,98	63,7	49,93
C8	2,75	2,11	1,98	2,49	2,07	2,12	2,33	2,38	2,02
C9	189,56	221,14	216,54	243,87	253,33	173,84	209,81	264,24	213,97
C10	1,31	1,32	1,32	1,35	1,32	1,31	1,33	1,34	1,32
D1	48	39	19	70	55	43	79	95	32
D2	607,78	913,52	1761,22	914,2	1406,21	1879,15	1060,87	826,77	223,93
D3	12,66	23,42	92,7	13,06	25,57	43,7	13,43	8,7	7
D5	17,24	19,39	24,01	30,04	33,58	37,11	33,49	31,48	8,14
D12	22,65	12,27	1,86	28,78	10,9	2,09	21,05	45,39	20,98
E1	3	0	2	0	4	0	0	4	16
E3	7,02	0	15,49	0	44,38	0	0	54,31	54,61
E9	188,07	0	216	0	163,95	0	0	236,48	222,2
E11	60,5	0	14,77	0	32,81	0	0	12,88	45,89
F1	1	0	1	1	1	0	0	0	2
F2	0,29	0	5,03	426,67	4,14	0	0	0	6,5
F4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,63
F9	1771,5	0	207,7	88,5	218,4	0	0	0	237,45

ANEXO 11: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE MANCHA POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Cedrela fissilis*.

UA	2179	6003	6001	2051	3097	2406	1864	2081	1869
Al	32	32	35	31	30	36	33	29	26
P	0,75	0,83	0,92	0,83	0,75	1	0,83	0,83	0,67
A	2,67	2,67	2,92	2,58	2,5	3	2,75	2,42	2,17
A _p	3,11	2,9	3,09	2,9	3	3	3,1	2,6	2,75
H _e	0,24	0,26	0,31	0,22	0,23	0,25	0,22	0,27	0,18
H _o	0,17	0,24	0,27	0,19	0,17	0,18	0,17	0,17	0,15
f	0,29	0,06	0,12	0,16	0,26	0,28	0,23	0,38	0,16
Rt	7	6	10	11	8	12	10	7	4
Ex	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Area	77,59	1378,51	711,66	246,75	31,29	143,14	147,79	294,41	90,85
Perimeter	10518,12	65261,4	39990,6	31541,13	2268,91	15177,59	13645,14	43322,3	9287,39
Area_Nucleo	10,83	961,31	329,51	66,52	20,96	34,16	81,15	58,12	46,44
Paratio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Shape_Idx	3,37	4,96	4,23	5,66	1,14	3,58	3,17	7,12	2,75
Frac_Dim	1,37	1,35	1,34	1,41	1,22	1,36	1,34	1,43	1,33
NNDist	48,86	42,35	86,83	43,17	118,93	61,39	36,28	34,87	39,92
PXfg	501,25	227,11	141,66	446,38	262,09	233,27	341,11	806,81	2388,25

ANEXO 12: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE CLASSE POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Myrocarpus frondosus*.

UA	2056	597	2512	2406	2051	2414	2077	1861	1970
Al	33	35	30	33	31	29	31	25	37
P	0,86	0,86	0,86	0,79	0,71	0,79	0,79	0,71	0,86
A	2,36	2,5	2,14	2,36	2,21	2,07	2,21	1,93	2,64
A _p	2,58	2,75	2,33	2,73	2,7	2,36	2,46	2,3	2,92
H _c	0,33	0,37	0,3	0,3	0,27	0,25	0,25	0,23	0,36
H _i	0,3	0,27	0,26	0,35	0,27	0,18	0,2	0,18	0,33
f	0,11	0,28	0,14	-0,191	0,03	0,29	0,22	0,21	0,1
Rr	6	4	3	7	6	2	5	2	7
Ex	1	0	0	0	1	0	0	0	2
NumP	51	43	49	60	45	37	31	42	25
NCA	179	137	136	133	163	153	178	132	162
TCCA	611,84	7096664,74	6054576,11	477,31	476,48	9765775,56	8862219,99	749,32	9116534
CAI	34,86	41,97	39,24	37,27	31,26	44,07	39,8	43,77	42,9
MPAR	230,12	237,82	235,04	207,19	513,52	224,93	215,94	285,43	309,7
MPFD	1,35	1,32	1,33	1,32	1,37	1,32	1,34	1,32	1,35
Proximity	572,74	564,83	419,93	81,25	281,27	2722,9	3030,89	438,8	1779,61
B1	6	40	11	5	0	10	6	0	10
B8	1,31	2,14	1,55	1,45	0	1,23	1,51	0	1,48
B12	4,11	4,05	8,11	3,39	0	6,85	3,87	0	2,99
B13	77152,77	361637,29	96799,68	102506,48	0	109349,88	145979,89	0	863538,33
C1	49	34	46	25	39	72	53	20	45
C2	1877,31	1085,84	1434,87	1832,5	1684,5	1478,71	2224,42	2539,96	2189,57
C3	38,31	31,94	31,19	73,3	43,19	20,54	41,97	127	48,66
C5	52,68	22,69	33,87	35,91	55,59	40,56	64,08	50,57	52,62
C9	813,97	196,61	221,81	173,84	243,87	242,74	195,4	177,9	187,38
C10	1,35	1,3	1,32	1,31	1,35	1,31	1,33	1,33	1,33
D1	64	9	26	43	70	82	39	43	45
D2	1248,97	146,59	1929,95	1879,15	914,2	1244,69	459,75	557,63	441,77
D3	19,52	16,29	74,23	43,7	13,06	15,18	11,79	12,97	9,82
D9	296,95	178,83	309,09	205,41	297,71	211,68	220,23	264,36	424,48
D10	1,32	1,28	1,34	1,3	1,31	1,31	1,31	1,3	1,32
D11	92,61	61,32	85,6	52,07	96,53	96,26	94,29	94,25	95,88
E1	0	3	2	0	0	0	0	1	1
E9	0	150,6	784,95	0	0	0	0	152,5	336,4
E11	0	49,81	0,7	0	0	0	0	0	0
F1	1	2	1	0	1	1	1	1	0
F2	115,47	6,73	0,65	0	426,67	3,9	56,27	199,67	0
F4	0	0,72	0	0	0	0	0	0	0
F8	2,27	1,76	1,4	0	5,16	1,06	7,61	3,08	0
F9	74,8	331,9	617,9	0	88,5	190,1	359,7	77,2	0

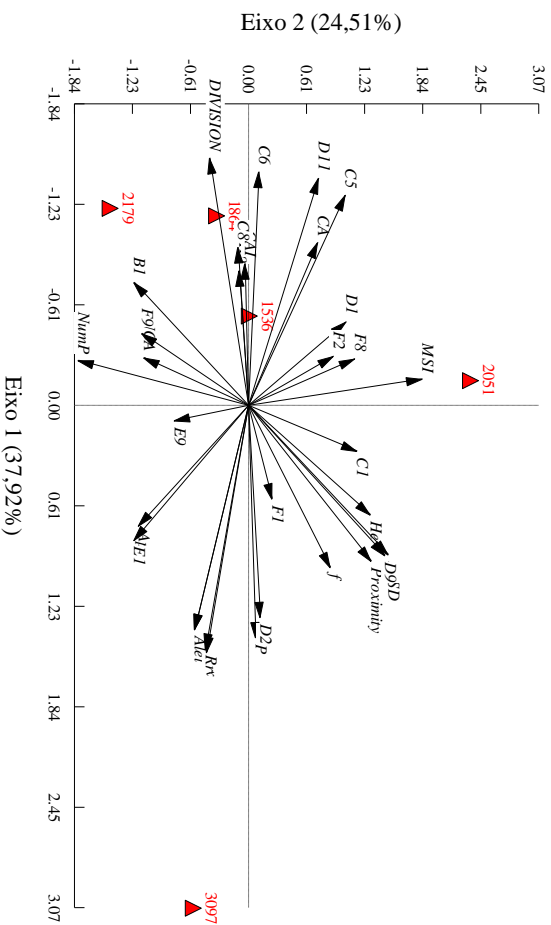
ANEXO 13: MÉTRICAS DE PAISAGEM EM NÍVEL DE MANCHA POR UNIDADE AMOSTRAL DE *Myrcarpus frondosus*.

UA	2056	597	2512	2406	2051	2414	2077	1861	1970
Al	33	35	30	33	31	29	31	25	37
P	0,86	0,86	0,86	0,79	0,71	0,79	0,79	0,71	0,86
A	2,36	2,5	2,14	2,36	2,21	2,07	2,21	1,93	2,64
A _p	2,58	2,75	2,33	2,73	2,7	2,36	2,46	2,3	2,92
H _e	0,33	0,37	0,3	0,3	0,27	0,25	0,25	0,23	0,36
H _s	0,3	0,27	0,26	0,35	0,27	0,18	0,2	0,18	0,33
F	0,11	0,28	0,14	-0,19	0,03	0,29	0,22	0,21	0,1
Rr	6	4	3	7	6	2	5	2	7
Ex	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Area	59,58	991,65	328,35	143,14	246,75	1621,14	882,09	685,76	1534,61
Perimeter	9190,83	120850,65	43777,5	15177,59	31541,13	184904,12	114597,84	73684,51	176603,78
Area_Nucleo	16,85	116,32	46,85	34,16	66,52	157,73	89,38	188,68	234,95
Paratio	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Shape_Idx	3,36	10,83	6,82	3,58	5,66	12,96	10,89	7,94	12,72
Frac_Dim	1,37	1,45	1,42	1,36	1,41	1,46	1,46	1,42	1,46
NNDist	53,49	34,94	37,05	61,39	43,17	21,96	22,34	36,18	46,81
PXfg	228,7	1690,87	2529,94	233,27	446,38	1237	6089,36	861,47	983,77

ANEXO 14: Ordenação das 5 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de mancha para as 5 populações de *Apuleia leiocarpa* (Adultos).

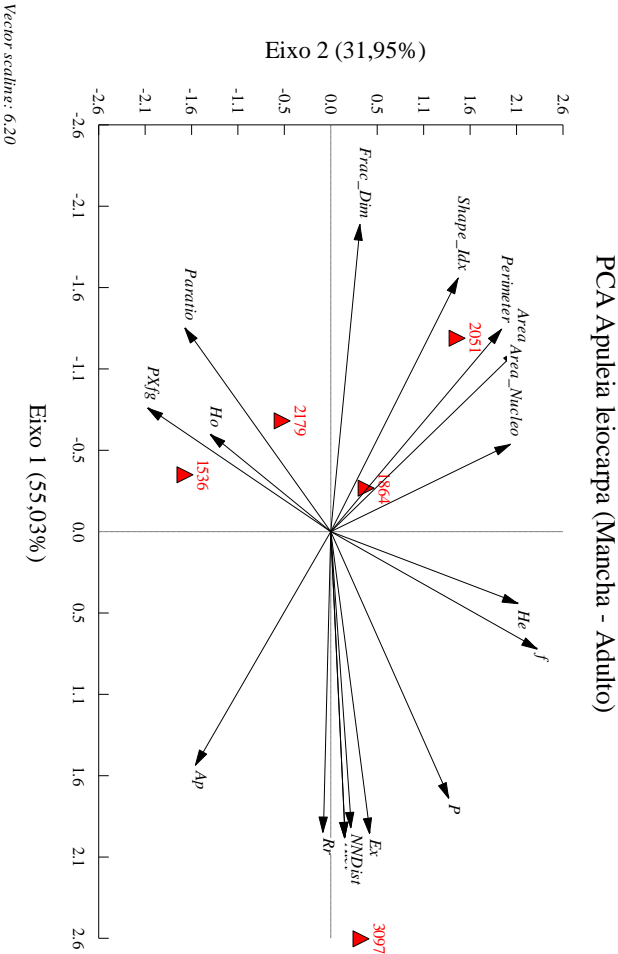
Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de mancha e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.

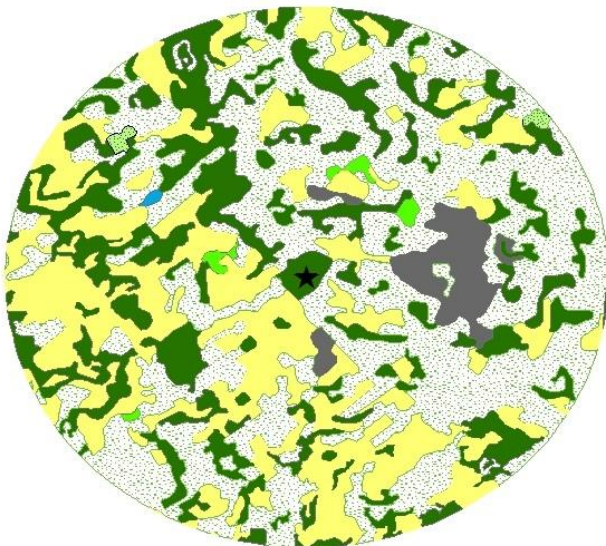
PCA *Apuleia leiocarpa* (Classe - Adulto)



ANEXO 15: Ordenação das 5 unidades amostrais da Floresta Estacional Decidual, do estado de Santa Catarina, efetuadas através da Análise de Componentes Principais (PCA), com dados referentes a diversidade genéticos e as métricas de mancha para as 5 populações de *Apuleia leiocarpa* (Adultos).








Nota: O diagrama apresenta os Eixos 1 e 2 do PCA. As unidades amostrais são discriminadas por triângulos na cor vermelha e as métricas de mancha e os índices genéticos discriminados pelos vetores na cor preta.



ANEXO 16: EXEMPLO DOS *BUFFERS* CRIADOS PARA A ANÁLISE DO ENTORNO DAS UNIDADES AMOSTRAIS**UA - Quilombo - UFSC**

0 1 2 4 Kilometers

Legenda**UA - Quilombo - SC****CLASSE**

-  AGRICULTURA
-  AREA URBANIZADA E/OU CONSTRUIDA
-  CORPOS D'AGUA
-  FLORESTAS EM ESTAGIO INICIAL (PIONEIRO)
-  FLORESTAS EM ESTAGIO MEDIO OU AVANÇADO E/OU PRIMARIAS
-  PASTAGENS E CAMPOS NATURAIS
-  REFLORESTAMENTOS