

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS**  
**GENÉTICOS VEGETAIS**

**ABORDAGEM SISTÊMICA PARA RESTAURAÇÃO DA**  
**PAISAGEM**

**DEISY REGINA TRES**

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS**  
**GENÉTICOS VEGETAIS**

**ABORDAGEM SISTÊMICA PARA RESTAURAÇÃO DA**  
**PAISAGEM**

**DEISY REGINA TRES**

**ORIENTADOR: PROF. ADEMIR REIS, DR.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2010**

Catlogação na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

T796a Tres, Deisy Regina  
Abordagem sistêmica para restauração da paisagem  
[tese] / Deisy Regina Tres ; orientador, Ademir Reis. -  
Florianópolis, SC, 2010.  
297 p.: il., grafs., tabs., mapas

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

Inclui referências

1. Recursos genéticos vegetais. 2. Restauração  
ambiental. 3. Paisagem. 4. Conectividade. 5. Diagnóstico.  
6. Sistema. I. Reis, Ademir. II. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos  
Genéticos Vegetais. III. Título.

CDU 631

# TERMO DE APROVAÇÃO

DEISY REGINA TRES

## Abordagem sistêmica para restauração da paisagem

Tese julgada e aprovada em 09/02/2010, em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Comissão Examinadora, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

### COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Ademir Reis  
Presidente e Orientador (CCB/UFSC)



Prof. Dr. Elisabete Maria Zanin  
Membro (URI/RS)



Prof. Dr. Juarez José Munond  
Membro (URB/SC)



Prof. Dr. Mauricio Sedrez dos Reis  
Membro (CCA/UFSC)



Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini  
Membro (CCA/UFSC)



Prof. Dr. Mauricio Sedrez dos Reis  
Coordenador do Programa

*“Eu ficarei bem satisfeito se os que quiserem me fazer objeções não se apressarem, e se eles se esforçarem para entender tudo o que eu escrevi antes de me julgarem por uma parte: pois o todo se sustenta e o fim serve para demonstrar o começo”.*

René Descartes (Lettre à Mersenne)  
citado por Morin (2003) em O Método I:  
a natureza da natureza.

*“A necessidade da ciência é encontrar um método que detecte e não que oculte as ligações, as articulações, as solidariedades, as implicações, as imbricações, as interdependências e as complexidades”.*

Edgar Morin (2003) em O Método I: a natureza da natureza

*Dedico a todas as pessoas que acreditam e compartilham de uma nova **ciência da natureza** capaz de superar a visão fragmentada do conhecimento, avançando para a construção de novas **concepções** dos sistemas naturais...*

## AGRADECIMENTOS

*“Eu sou uma parte de tudo aquilo que encontrei”* (Ortega y Gasset)

Sou uma *parte* do meu orientador, Prof. Dr. Ademir Reis, que me ensinou tantos verbos para a VIDA: refletir, problematizar, filosofar, atuar, polemizar, vivenciar, festejar, compartilhar, reorganizar... Do Ademir tenho a *parte* mais valiosa da minha formação acadêmica: a coragem de defender novas CONCEPÇÕES sobre os sistemas naturais... e a sabedoria para perceber que o conhecimento não é construído sobre uma rocha de certeza, mas num processo em contínua dialética...

Do Prof. Dr. Sandro Luis Schlindwein, a quem aprendi admirar pelos pensamentos e práticas sistêmicas, tenho a *parte* que determinou a minha escolha pelas pesquisas que tratam da complexidade. Através do Sandro aprendi a *“agir de modo a aumentar o número de possibilidades”*...

Da minha mãe, tenho várias *partes*, mas a mais preciosa e que me trouxe até aqui foi a determinação de acreditar que todo esforço e todas as privações valem a pena por um ideal de vida profissional... Com minha mãe, Lidia Maria Tres, aprendi o significado da palavra doação...

Minha família me ofereceu a *parte* mais digna de um ser humano: honestidade...

Meus colegas do Laboratório de Restauração Ambiental Sistêmica me proporcionaram a *parte* mais brilhante de um grupo de pesquisa: os momentos de parceria de trabalho acadêmico, a alegria do dia-a-dia, a amizade incondicional...

Dos Profs. James Jackson Griffith e Juarês José Aumond, recebi a *parte* encantadora do mundo universitário: as grandes discussões sistêmicas e os eventuais momentos, mas de rica parceria em seminários, simpósios e congressos que nos renderam boas reflexões...

Da Empresa Battistella Florestal, tenho a *parte* mais rica de um profissional: a experiência prática da pesquisa... Através dos Engenheiros Ulysses Ribas e Reinaldo Langa foram-me oferecido o espaço para trabalho e a confiança no desenvolvimento de novas concepções... através da interação universidade e empresa aprendi que os esforços conjuntos realizam grandes ações para a sociedade...

Enfim, a todas estas *partes* e aquelas tantas outras *partes* que não citei, agradeço pelo aprendizado, pelas reflexões, pelas alegrias e realizações...

## RESUMO

### **Abordagem sistêmica para restauração da paisagem**

O Planalto Norte Catarinense apresenta uma paisagem em forma de mosaico originado por sucessivas modificações ao longo da história de uso e ocupação territorial, baseada na redução e fragmentação de habitats contínuos de Floresta Ombrófila Mista, representando atualmente uma realidade duplamente funcional, com aspectos produtivos e conservativos exercendo uma nova dinâmica dentro das comunidades naturais. Esta paisagem e suas conectividades se inserem em realidades ainda pouco exploradas pela ciência, especialmente as ciências baseadas em metodologias sistêmicas que incluem, além de tantos outros componentes, o elemento humano como potencial modificar e possível restaurador dos processos naturais. Esta pesquisa se propôs a diagnosticar os distintos elementos formadores da paisagem e suas relações, evidenciando o duplo aspecto produtivo e conservativo da paisagem do Planalto Norte Catarinense com foco em fazendas produtoras de madeira, a fim de gerar ações de conectividade dentro de um contexto ambiental, social e econômico. O diagnóstico foi construído por meio da elaboração de cenários da relação homem-natureza baseados em diferentes ciclos produtivos e econômicos da Floresta com Araucária; da análise das diversas formas e fontes de heterogeneidade da paisagem numa escala temporal de cinquenta anos; da caracterização estrutural da paisagem em relação a sua composição espacial e temporal; da avaliação funcional da paisagem sob um aspecto do conjunto de fluxos ecológicos dos organismos e sua interação/comunicação com as diferentes unidades da paisagem. Estudando a paisagem do Planalto Norte Catarinense por meio deste conjunto de metodologias sistêmicas, emergiram novas concepções do que representa esta paisagem: os cenários da relação homem-natureza construídos mostraram que a paisagem estudada modificou-se e eco-evoluiu com os ciclos econômicos baseados na produtividade da Floresta com Araucária em um primeiro momento, e numa época mais recente, numa produtividade silvicultural; sob o ponto de vista das suas diferentes fontes e formas de heterogeneidade foi possível perceber que a paisagem é resultado de um duplo aspecto, natural e transformado, que interagiu ao longo do tempo para formar atualmente uma nova heterogeneidade, determinada por várias características históricas, físicas e espaciais do ambiente e pela atividade desenvolvida da

produção de madeira que foi a grande geradora do mosaico heterogêneo da paisagem atual; sob o ponto de vista de sua espacialidade e arranjo estrutural, a paisagem e os seus diferentes elementos atuam e interagem de forma duplamente funcional, conservativa e produtiva, o que pressupôs a adoção de uma nova visão e concepção que privilegiasse também características irregulares, heterogêneas e eventuais das manchas remanescentes de vegetação nativa e do conjunto de talhões de pinus; evidências deste arranjo permitiram caracterizar as potenciais regiões de conectividade entre os remanescentes e as diversas permeabilidades da matriz de pinus, que tende a atuar com funções facilitadoras aos fluxos ecológicos dentro das fazendas e para a região do Planalto Norte com um todo; olhar as unidades conservativas e produtivas desta paisagem sob uma visão de polirrede permitiu perceber que existem fenômenos eventuais e emergentes que são geradores de diferentes conectividades, e que estas estão condicionadas a existência de fluxos ecológicos dissipadores e concentradores de energia e biodiversidade. Esta forma de perceber a paisagem do Planalto Catarinense, ainda que aparentemente simplista, diante de um cenário altamente complexo onde a natureza representa um poli-sistema está baseada em uma concepção diferenciada do que significa a conectividade ambiental para esta região centrada na produção de madeira ou para outros setores produtivos do país. O planejamento de forma conjunta exigirá o desenvolvimento de uma concepção de conectividade social capaz de ver a paisagem acima da visão particular das propriedades. A formação de pesquisadores capazes de problematizar as questões complexas que se apresentam no nosso tempo e com papel de articuladores dos diferentes saberes talvez seja o grande desafio para a ciência e para a construção de ações políticas que possam ser efetuadas na prática e compatíveis com a realidade de cada paisagem e seus componentes sociais e ambientais.

**Palavras-chave:** Restauração Ambiental, Paisagem, Conectividade, Diagnóstico, Sistema.

## **ABSTRACT**

### **Systemic approach to landscape restoration**

The Planalto Norte Catarinense has a landscape shaped mosaic caused by successive amendments over the history of land occupation and use, based on the reduction and fragmentation of habitats continuous Araucaria forest, representing a reality now doubly functional, productive aspects and conservative putting a new dynamic within the natural communities. This landscape and its connectivity fall into realities yet unexplored by science, especially science-based methodologies that include systemic as well as many other components, the human element as a potential change and can restore the natural processes. This research aims to diagnose the different elements that form the landscape and their relationships, highlighting the dual aspect of the productive and conservative landscape of Planalto Norte Catarinense with a focus on farms producing wood in order to generate actions of connectivity within an environmental context, social and economic development. The diagnosis was constructed by developing scenarios of human-nature relationship based on different production cycles and economic aspects of Araucaria Forest; analysis of various forms and sources of landscape heterogeneity on a timescale of fifty years, the structural characterization of the landscape relation to their temporal and spatial composition, the functional assessment of the landscape in a part of the whole flow of the organisms and their interaction / communication with the various units of the landscape. Studying the landscape of the Planalto Norte Catarinense from this set of systemic methodologies, new concepts emerged from this landscape that is: the scenes of human-nature relationship built showed that the studied landscape has changed and eco-evolved with the economic cycles based on productivity of Araucaria Forest in the first instance, and in more recent times, a silvicultural productivity; from the point of view of its different types and forms of heterogeneity was observed that the landscape is the result of two aspects, natural and processed that interacted over time to form a new current heterogeneity, determined by various historical, physical and spatial environment and the activity developed in the production of wood that was the major generator of heterogeneity on the landscape, from the point of view its spatial and structural arrangement, the landscape and its various components work and interact in a doubly functional, productive and conservative, which

has entailed the adoption of a new vision and design features that would privilege also irregular, heterogeneous, and any of the remaining patches of vegetation native and the set of pine stands, evidence of this arrangement allowed the identification of potential areas of connectivity between remnants and the different permeabilities of the matrix of pine, which tends to work with functions that facilitate the flows in ecological farms and for the Planalto Norte as a whole, look at the conservative and productive units of the landscape in a view polirrede allowed to realize that there are any phenomena that are emerging and generating different connectivity, and they are conditional on the existence of ecological flows and sinks concentrators energy and biodiversity. This way of perceiving the landscape though seemingly simplistic, considering a scenario where the highly complex nature represents a poly-system is based on a different conception of what the environmental connectivity in this region focused on timber production or for other productive sectors the country. Planning jointly require the development of a conception of social connectivity able to see the landscape above the particular view of the properties. The training of researchers capable of exposing the complex issues that arise in our time and the role of articulating different knowledge is perhaps the major challenge for science and for the construction of political actions that may be made in practice and in keeping with the each landscape and its social and environmental components.

**Keywords:** Environmental Restoration, Landscape, Connectivity, Diagnosis, System.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO I – A construção de cenários da relação homem-natureza sob uma perspectiva sistêmica para o estudo da paisagem em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense.....</b>	<b>23</b>
<i>Paisagem: emergência das relações homem-natureza?.....</i>	23
<i>A construção de cenários artificiais: a opção pelas práticas sistêmicas.....</i>	26
<i>Construindo cenários artificiais: a paisagem como qualidade emergente.....</i>	27
<i>Cenário de Colonização: dos primeiros habitantes à paisagem colonizada.....</i>	31
<i>Cenário de Recuperação: da devastação florestal à paisagem em restauração.....</i>	39
<i>Cenário de Integração: da restauração ambiental à paisagem integradora.....</i>	46
<i>Cenário de Sustentabilidade: a paisagem sustentável.....</i>	50
<i>Tendências e perspectivas futuras: qual o próximo cenário da relação homem natureza?.....</i>	56
<i>Referências bibliográficas.....</i>	65

**CAPÍTULO II – A heterogeneidade da paisagem em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense..... 71**

*Introdução..... 71*

*Metodologia..... 74*

*Obtenção de dados primários..... 74*

*Georreferenciamento..... 75*

*Fotointerpretação..... 76*

*Definição das classes de uso e cobertura da terra..... 77*

*Verdade terrestre..... 86*

*Elaboração de cartas de uso e cobertura da terra..... 86*

*Elaboração do mapa de hidrografia..... 87*

*Elaboração do mapa de estradas..... 87*

*Elaboração do mapa de hipsometria..... 87*

*Elaboração do mapa de declividade..... 88*

*Elaboração do mapa de margens de rios e nascentes..... 89*

*Elaboração do mapa de unidades da paisagem..... 89*

*Resultados..... 90*

*Uso e cobertura da terra..... 90*

*Hidrografia..... 98*

*Malha viária..... 101*

*Hipsometria..... 104*

*Declividade..... 106*

*Margens de rios e nascentes..... 108*

<i>Unidades da paisagem</i> .....	108
<i>Discussão</i> .....	111
<i>Considerações finais</i> .....	126
<i>Referências bibliográficas</i> .....	128
<b>CAPÍTULO III – A estrutura da paisagem e a dinâmica da fragmentação em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense</b> .....	133
<i>Introdução</i> .....	133
<i>Metodologia</i> .....	135
<i>Conversão de dados vetoriais para raster</i> .....	136
<i>Cálculo de métricas da paisagem</i> .....	138
<i>Resultados</i> .....	152
<i>Análise das métricas para o período de 1957, 1978 e 2005</i> .....	156
<i>Análise das métricas para as manchas de floresta e capoeira para o período de 2005</i> .....	182
<i>Análise das métricas para as manchas de pínus adulto e pínus jovem para o período de 2005</i> .....	191
<i>Discussão</i> .....	198

*Considerações finais*..... 220

*Referências bibliográficas*..... 223

**CAPÍTULO IV – A funcionalidade da paisagem e a conectividade ambiental em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense**..... 230

*Introdução*..... 230

*Metodologia*..... 233

*Avaliação dos fluxos ecológicos pela coleta da chuva de sementes*..... 233

*Avaliação dos fluxos ecológicos pelo registro fotográfico da fauna silvestre*..... 236

*Avaliação dos fluxos ecológicos pelo registro de avistamento de sinais eventuais*..... 239

*Avaliação das distâncias da matriz de pinus às manchas de floresta pelo registro de sinais*..... 239

*Resultados*..... 240

*Fluxos ecológicos pela coleta da chuva de sementes*..... 240

*Fluxos ecológicos pelo registro fotográfico da fauna silvestre*..... 256

*Fluxos ecológicos pelo registro de avistamento de sinais eventuais* 267

*Distâncias da matriz de pinus às manchas de floresta pelo registro de sinais*..... 270

<i>Discussão</i> .....	272
<i>Considerações finais</i> .....	281
<i>Referências bibliográficas</i> .....	282

**CAPÍTULO V – Restauração da conectividade da paisagem: uma abordagem sistêmica para lidar com a complexidade ambiental em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense** ..... 287

<i>Abordagem sistêmica no estudo da paisagem</i> .....	287
<i>Proposta sistêmica para o estudo da paisagem</i> .....	290
<i>Reflexões finais</i> .....	294
<i>Referências bibliográficas</i> .....	296

## APRESENTAÇÃO

Esta questão tornou-se a motivação desta Tese:

### *Restaurar Ambientes ou Restaurar Concepções?*

Ao assumirmos que “*a natureza é um todo polissistêmico*”, entendemos que a Restauração Ambiental é um processo de alta complexidade, uma vez que envolve vários sistemas em inter-relações mútuas. Isto implica na adoção de um processo de aprendizagem sistêmico que possa tratar dessa realidade de forma circular e recursiva, compreendendo a complexidade das relações entre os seres humanos e o meio físico e a complexidade dos processos envolvidos na aprendizagem dessas interações.

À temática Restauração Ambiental é necessário buscar uma perspectiva integradora em uma escala ambiental, social e econômica, na ocupação e organização do espaço, visando priorizar a qualidade ambiental e a compatibilização da vida produtora e conservadora, dentro de uma concepção de paisagens e suas conectividades.

Dentro deste contexto, entende-se que a paisagem reflete a estocasticidade e a heterogeneidade cultural de quem a percebe e deve ser a perspectiva de trabalho na conservação dos recursos naturais. Isto leva a implicações de que o homem é configurador da paisagem e ao mesmo tempo, parte dela e sujeito receptor. Ao mesmo tempo em que o homem criou e modificou a paisagem, ela se moldou fisicamente e espacialmente a ele. Gerou-se uma paisagem às necessidades do homem ao longo da história e uma adaptação do homem à paisagem, configurando a complexidade de interações e dependências entre o homem e o meio físico.

Diante desta perspectiva, o papel do homem na conservação da paisagem é pensar na compatibilização dos recursos produtivos e conservativos. Como ajustar a matriz produtiva na atual paisagem, partindo do princípio de que a mesma foi e está sendo modificada, e muito dificilmente poderá ser restaurada à sua condição original, em função das exigências do modelo econômico atual de ocupação do espaço? Como manter viva a funcionalidade das pequenas e isoladas áreas naturais, no sentido de aumentar a capacidade desses fragmentos de receberem fluxos ecológicos de fragmentos vizinhos, restaurando as conexões-chave entre os seus elementos básicos?

Talvez o desafio maior seja: Como restaurar as diferentes conectividades social, ambiental e econômica, dentro de uma concepção que seja capaz de ver a paisagem acima da visão particular das propriedades?

Restaurar a conectividade da paisagem pressupõe o entendimento de todo o mosaico construído ao longo do tempo, baseado na compreensão da natureza e de seu potencial e a paisagem como uma emergência da relação entre homem e mundo natural em toda a sua heterogeneidade. Nesse sentido, planejar a paisagem é uma forma de conservar e manter a sua heterogeneidade intrínseca, capaz de múltiplos usos e de se auto-sucedendo no tempo e no espaço.

Para tanto, esta tese se propõe a realizar um diagnóstico e caracterização da paisagem do Planalto Norte Catarinense com foco em fazendas produtoras de madeira de forma a compreender a complexidade das interações dos sistemas que compõem o ambiente, quer sejam as relações entre os sistemas ecológicos, os padrões espaciais da paisagem e os processos da sociedade. Desta forma, propor ações de restauração da conectividade dentro de contextos e não isoladamente e em diferentes escalas (ambiental-social-econômica).

Esta tese foi construída tendo como base uma abordagem sistêmica que permitiu que os quatro capítulos elaborados pudessem representar um conjunto de partes em interação. Cada capítulo com seu caráter interdependente está direcionado a levantar questões relacionadas a paisagem do Planalto Norte Catarinense e suas diferentes conectividades. As temáticas discutidas em cada capítulo estão orientadas à:

A construção de cenários da relação homem-natureza sob uma perspectiva sistêmica para o estudo da paisagem em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense (Capítulo I);

A heterogeneidade da paisagem em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense (Capítulo II);

A estrutura da paisagem e a dinâmica da fragmentação em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense (Capítulo III);

A funcionalidade da paisagem e a conectividade ambiental em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense (Capítulo IV).

Este conjunto de concepções sobre a paisagem e suas realidades produtivas e conservativas compõe esta tese que busca, por meio da dialética, promover uma “síntese” e, acima de tudo, contínuas

emergências para a ciência, pesquisadores e todos os atores sociais que de alguma forma acessem este conhecimento para a construção de novos níveis de conectividades na sociedade.

## ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a paisagem formada por duas fazendas produtoras de madeira, localizadas nos municípios de Rio Negrinho e Rio dos Cedros, região do Planalto Norte Catarinense (Figura 1). Ambas as fazendas são propriedades da Empresa Battistella Florestal.

Os municípios de Rio Negrinho e Rio dos Cedros possuem área total de 908,09 km<sup>2</sup> e de 556 km<sup>2</sup>, respectivamente (IBGE, 2001)<sup>1</sup>. As duas fazendas, denominadas Santa Alice e Rio Feio são utilizadas para plantio de *Pinus taeda* L. A primeira localiza-se entre as coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) 644000E-7072000N e 652000E-7068000N, possui uma área total de 1.424,58ha e está totalmente inserida no município de Rio Negrinho e a segunda localiza-se entre as coordenadas UTM 646000E-7070000N e 648000E-7064000N e possui uma área total de 933,09ha inserida no município de Rio Negrinho e parte desta no município de Rio dos Cedros.

Segundo a classificação de Köppen (1948)<sup>2</sup>, o clima da região onde está inserida a área de estudo pertence à classe Cfb - Mesotérmico (temperado quente) com temperatura média do mês mais frio entre -3°C e 18°C; e Cfb - sub-tropical, sem estação seca e temperatura do mês mais quente > 22°C.

O relevo da área é constituído predominantemente por uma superfície suave a fortemente ondulada, com altitude variando entre 800m e 1.200m no nível do mar. Os solos predominantes pertencem às classes de Cambissolos Álico e Podzólico Vermelho e Amarelo-Álico (Santa Catarina, 1986)<sup>3</sup>.

A paisagem se insere na formação da Floresta com Araucária na bacia Iguazú-Negro e na parte superior das bacias dos afluentes do rio Uruguai. Nesta região se encontravam vastas áreas contínuas de pinhais (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze), de aspecto fisionômico bastante uniforme, com submata dominada principalmente pela *Ocotea porosa* Nees et Martius ex Nees (Imbuia), pela *Sloanea lasiocoma* Benth (sapopema) no estrato de arvoretas e pela *Ilex paraguariensis* St.

---

<sup>1</sup> IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2006. **Dados preliminares do Censo Demográfico 2001**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> > Acesso em 20 de mai. de 2006.

<sup>2</sup> Köppen, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica, México.

<sup>3</sup> SANTA CATARINA (Estado). 1986. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, Subchefia de Estatística, Geografia e Informática (GAPLAN). **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro. 176p.

Hil (erva-mate) na sinusia das arvoretas, imprimindo um perfil próprio aos pinhais (Klein, 1978)<sup>4</sup>.

Atualmente a paisagem encontra-se fragmentada em função da atividade silvícola de plantio de pínus (pinheiro americano) e apresenta fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (FOM) de diferentes formas, tamanhos, complexidade, grau de conectividade e isolamento e qualidade de habitats.

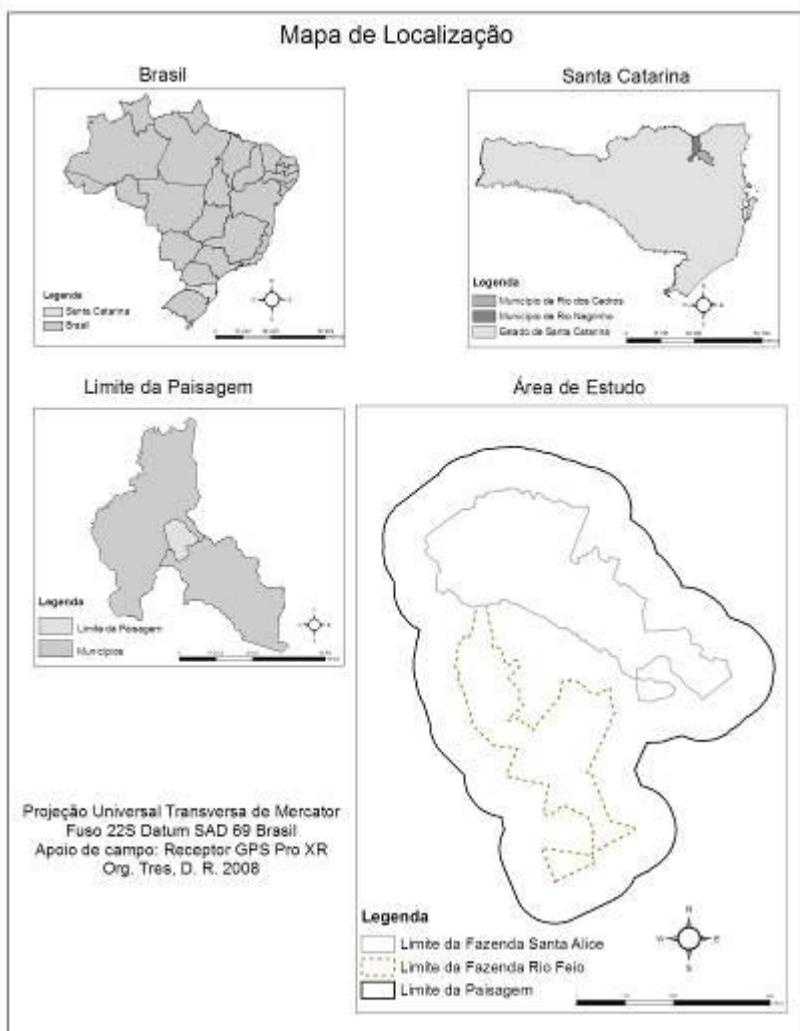
O termo **paisagem** adotado ao longo deste trabalho se refere à área de estudo. Esta, delimitada pelo perímetro das duas fazendas mais o entorno, compreendido num raio de 1 km, bem como a área entre as fazendas, totalizando 6.416ha.

Essa definição de área seguiu critérios de Santos (2004)<sup>5</sup>. Considerando que o estudo tem como abordagem um conjunto de atividades que ocorrem de forma concentrada (atividade silvícola), porém com áreas concêntricas de interferência de diferentes magnitudes (outros usos da terra), admitiu-se o uso de um polígono em torno do ponto central (fazendas produtoras de madeira), chamado de raio de ação.

---

<sup>4</sup> Klein, R. M. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. **Flora Ilustrada Catarinense**. V Parte. 1978.

<sup>5</sup> Santos, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. Oficina de textos, São Paulo, 2004. 184p.



**Figura 1.** Localização geográfica da área de estudo: Planalto Norte Catarinense, Municípios de Rio Negrinho e Rio dos Cedros, Paisagem compreendendo Fazendas Produtoras de Madeira, Santa Alice e Rio Feio, e 1 km de entorno, Santa Catarina, Brasil.

## CAPÍTULO I

### **A construção de cenários da relação homem-natureza sob uma perspectiva sistêmica para o estudo da paisagem em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense**

#### ***Paisagem: emergência das relações homem natureza?***

As relações que se estabelecem entre o homem e a natureza revelam-se em características da dialética. A natureza no decorrer de sua evolução produziu a espécie humana a qual assegura diariamente as condições de sobrevivência. O homem como ser vivo é gerador e sujeito de uma história, autor e destinatário de regras. Homem e natureza têm um vínculo, sem que, no entanto, se possam reduzir um ao outro. Esse é o principal fundamento da idéia do *vínculo* e do *limite* das relações do homem com a natureza defendido por Ost (1995). Simultaneamente estabelece-se o sentido de semelhança e de diferença do homem com a natureza. Ao mesmo tempo em que a diferença (entendida como limite) homem-natureza separa e distingue, é também aquilo que liga (entendida como vínculo).

A crise da relação homem-natureza vivenciada no processo histórico da evolução da humanidade tem como pano de fundo a busca pelo sentido do vínculo e do limite. A crise do vínculo ocorre, pois o homem perde a capacidade de identificar o que o liga ao animal, ao que é vivo, à natureza. Já a crise do limite é determinada pela incapacidade de percepção do que na natureza se diferencia dele. Essa abordagem, ora reducionista, ora complementar resulta não uma ciência da natureza, nem uma ciência do homem, mas uma ciência das suas relações. Isso implica a adoção de uma visão sistêmico-complexa de mundo, onde cada um destes elementos contém, pelo menos, uma parte do outro. O homem é um pedaço da natureza, e em contrapartida, a natureza produz a hominização. O homem guia e segue simultaneamente a natureza, nas palavras de Morin (2005).

A questão histórica nos leva a refletir sobre o tipo de relação que estabelecemos com a natureza, incluindo a nossa própria natureza. Nesse sentido, a paisagem deve ser entendida como uma realidade física ou como uma construção social? Em constante transformação, dos costumes sociais de um determinado local, a paisagem evoluiu entre natureza e sociedade; ela é simultaneamente natureza-objeto e natureza-sujeito. Nesse sentido, a paisagem revela uma dialética entre uma

realidade de ordem física e ecológica e enquanto construção social (Bertrand, 1978).

É nesse contexto que se entende que a paisagem deve ser a perspectiva de trabalho na conservação dos recursos naturais, porquanto é resultado da relação homem-natureza. Como propriedade emergente das interações homem-natureza, a paisagem, onde o homem se movimenta e vive, não pode deixar de ser discutida como um resultado da sua presença. Presença essa que interfere no ambiente, criando novas situações e exigindo cada vez mais recursos do território, gerando desproporção entre a maneira de viver e ocupar o espaço. Diante desse ritmo de desequilíbrio, exige-se do homem uma reflexão sobre a sua postura em relação à natureza e, principalmente no que diz respeito ao seu papel de restaurador dos processos naturais.

O histórico paradigma do homem *destruidor* e antropocêntrico tende a ser substituído pela visão atual de integrar o homem na dinâmica do planeta, exigindo dele um papel de homem *reconstituído* da natureza. Ao nos convencer de que cada um de nós está integrado com o mundo (e em conseqüência, com outros seres vivos), a visão representacionista que separa sujeito-objeto (homem-ambiente) tende a ser abandonada e substituída pela visão da integração do homem com o meio.

O Planalto Norte Catarinense apresenta processos de colonização que marcaram a história de Santa Catarina e que determinaram um dos mais importantes fenômenos econômicos do século XX para o Estado: a produção de madeira a partir da extração do pinheiro e em menor escala da imbuia, e posteriormente, a expansão de florestas plantadas de pínus. Em ambas as fases, do *pinheiro* e do *pínus*, o extrativismo florestal teve direcionamento para a produção madeireira, o que impôs sucessivas mudanças na paisagem. Dominante em todo o Planalto Catarinense, a Floresta com Araucária recebeu o impacto da ação humana e foi dizimada durante setenta anos para o sustento da economia regional e estadual. Da floresta primitiva, restam poucos pinhais. Na tentativa de repor a matriz florestal, as indústrias madeireiras ingressam numa nova etapa de produção, tendo o pínus como elemento de produtividade da paisagem. Em pleno desenvolvimento na atualidade, a indústria da madeira representa para a região a sustentação sócio-econômica e é destaque no cenário florestal por tentar compatibilizar a conservação da paisagem com o desenvolvimento empresarial.

A história destaca os diferentes ciclos nos auge produtivos, concentrando os estudos nos momentos em que eles tiveram o maior peso na economia de uma região. Portanto, ciclos econômicos são uma referência estocástica, um marco para a apreensão do passado e para a construção do conhecimento. Nesse sentido, estudar a paisagem do Planalto Norte Catarinense e a história de ocupação desse território induz a uma volta ao passado, o que permite a visualização de cenários que expressam a relação que o homem e sociedade estabeleceram com a natureza e a Floresta dos Pinhais. Dessa forma busca-se fazer uma leitura reflexiva acerca dos desdobramentos que essa relação gerou e como ela contribuiu para a construção da paisagem regional ao longo de um período representativo da história.

Diante do pressuposto que o passado conserva-se, e além de conservar-se, atua no presente (Bosi, 1994) foram desenvolvidos cenários da relação homem-natureza embasados por uma abordagem sistêmica, que incluiu aspectos sociais, políticos, econômicos, ambientais e suas inter-relações numa escala temporal de cinquenta anos. Cenários são entendidos como métodos *artificiais* de ver a história. São construídos num processo de aprendizagem e formados por um conjunto de variáveis (ambientais, políticas, econômicas e sociais) que inter-relacionadas permitem a emergência de uma paisagem como resultado da relação homem-natureza.

Algumas questões orientadoras para discussão de cada cenário são propostas: Qual a relação do homem do Planalto Norte Catarinense com a natureza, caracterizada pela Floresta dos Pinhais? Qual o paradigma predominante durante cada série histórica investigada na paisagem dessa região? Qual a implicação dessas diferentes visões de mundo sobre a paisagem e toda sua complexidade? E mais especificamente: Qual a implicação dos processos históricos sobre os padrões existentes na paisagem em cada cenário?

Desta forma, não se pretende discutir formas de controlar os processos temporais, nem tampouco, a complexidade da paisagem, mas apontar os desdobramentos que a relação homem-natureza produziu para a prática da conservação da paisagem e da restauração ambiental e do papel do homem como reconstituído da natureza.

### *A construção de cenários artificiais: a opção pelas práticas sistêmicas*

Considerando que as relações homem-natureza são na origem complexas, optou-se por adotar uma abordagem sistêmica que tratasse dessa realidade de forma circular e recursiva, apresentando os principais elementos desencadeadores do processo de transformação da paisagem do Planalto Norte Catarinense e suas inter-relações em ciclos evolucionários.

Entende-se que a paisagem não pode ser compreendida tão somente por meio de métodos lineares e estáticos, pois é resultante das relações das redes sociais, dos seus contextos históricos e de uma natureza física e ecológica. Considerado como um conjunto de idéias, o pensamento sistêmico (e suas práticas relacionadas) é útil no entendimento da complexidade das relações entre os seres humanos e o meio físico e como instrumento para entender a complexidade dos processos envolvidos na aprendizagem dessas interações (Schlindwein, 2004, 2007).

Acredita-se que as práticas relacionadas a esta abordagem permitirão construir e examinar diferentes cenários considerando os eventos históricos num contexto social, político, econômico e ambiental no qual cada paisagem está inserida, e suas principais inter-relações.

*Sociograma/Mapa mental:* utilizou-se como ferramenta para explorar as conexões entre os diversos fatos históricos e a paisagem, ampliando a visualização de sua complexidade. Algumas variáveis foram identificadas, relacionadas aos principais elementos que constituem os diferentes cenários da relação homem-natureza para a construção das paisagens respectivas. A aplicação dessa ferramenta teve como produto a geração de um mapa mental de interdependências, conforme Anderson & Johnson (1997).

*Diagramas de círculos de causalidade:* ferramenta utilizada para identificar as relações causais entre os fatos históricos e outros aspectos correspondentes a paisagem. Descrito com base na construção de conexões e variáveis em uma ou mais voltas de retroalimentação, são desenhados como diagramas esquemáticos, onde as figuras representam não a forma dos objetos, mas as suas relações e funções. O conjunto dos círculos de causalidade forma o diagrama de círculos de causalidade. Com estes pretende-se formar um arranjo circular de variáveis conectadas por suas relações causais, no qual uma causa inicial propaga-se ao longo das ligações do círculo, de modo que cada variável tem um

efeito na próxima, até que a última retroalimentação afete a primeira variável. Os elementos, ou as variáveis, expressos por palavras ou frases curtas são interligados por arcos - as conexões. As setas, presentes nos círculos, indicam a direção de causalidade entre duas variáveis. Já os sinais indicam se o efeito da relação é no mesmo sentido da influência original (sinal positivo) ou no sentido oposto (sinal negativo). Os processos de retroalimentação são de reforço (R) ou de balanceamento (B), representados pela letra no centro de cada círculo. Os círculos de reforço são propulsores de crescimento ou de declínio, já os de balanceamento buscam o equilíbrio, que é alcançado quando o comportamento tem um objetivo definido. Para cada fase histórica proposta gerou-se como produto diagramas de círculos de causalidade, conforme Senge (1990) e Anderson & Johnson (1997).

*Coleta de dados históricos:* correspondeu a leitura, análise e interpretação de arquivos que retratam a história do Planalto Norte Catarinense numa escala temporal de cinquenta anos. Procurou-se selecionar os principais eventos históricos associados a cada fase histórica e que ilustrassem: o tipo de relação que o homem estabeleceu com a natureza; as implicações da relação homem-natureza na modificação da paisagem; e os elementos sociais, políticos, econômicos e ambientais que exerceram alguma influência nas mudanças da paisagem. Dos fatos históricos apresentados, optou-se por ampliar a discussão partindo de uma escala local (o Planalto Norte Catarinense) a uma escala global (tendências e perspectivas internacionais acerca das mudanças no planeta). O processo de construção dos cenários se deu pelo somatório das diferentes práticas sistêmicas (sociogramas e diagramas de causalidade) e pela coleta de dados históricos.

### ***Construindo cenários artificiais: a paisagem como qualidade emergente***

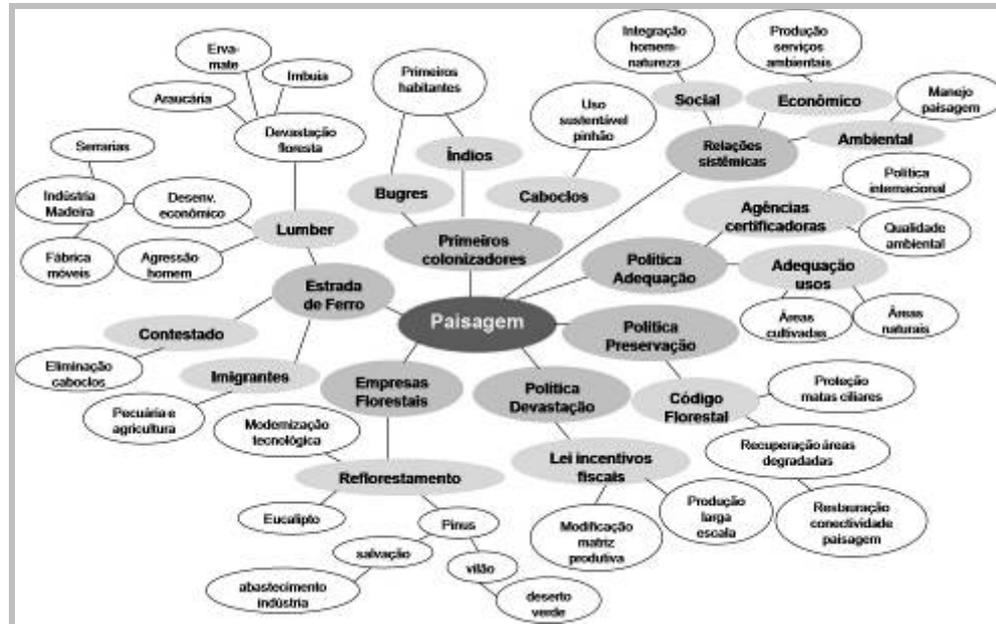
Considerar a paisagem uma propriedade emergente da relação homem-natureza, resulta necessariamente na adoção de uma perspectiva sistêmica que entenda a complexidade das interações do homem com a sua história e os desdobramentos dessa relação sobre os processos ambientais, sociais, econômicos e políticos de uma região. Lidar com as situações de complexidade que se apresentam como cenários da relação homem-natureza, e suas variáveis, demanda a adoção de uma prática que supere o entendimento da existência de variáveis isoladas, e que,

por outro lado, considere o contexto nas quais essas variáveis se inter-relacionam.

O entendimento da paisagem não se limita a visualizar apenas um cenário, um lugar, um ambiente. Nesse sentido, entende-se a paisagem do Planalto Norte Catarinense como uma qualidade emergente, ou seja, o resultado das interações do ser humano com o meio natural, e não uma propriedade de algum elemento particular isolado. A existência de diferentes elementos e sua interação com o contexto caracterizou a paisagem em estudo como herança de muitos diferentes momentos, objeto de mudança, resultado de adições e subtrações sucessivas, e, suscetível a mudanças irregulares ao longo do tempo. Ao mesmo tempo em que a presença dos primeiros colonizadores criou e modificou a paisagem, ela se moldou fisicamente e espacialmente ao homem. Gerou-se uma paisagem às necessidades do homem ao longo da história e uma adaptação do homem à paisagem, configurando a complexidade de interações e dependências entre o homem e o meio físico.

A construção de um mapa mental de interdependências (Figura 1) permitiu visualizar a complexidade das relações entre as diferentes variáveis e a paisagem do Planalto Norte Catarinense. Inserida como elemento central, a paisagem emerge da construção de um contexto formado por elementos de ordem social, como os primeiros colonizadores; de ordem econômica como a construção da estrada de ferro e a implantação de empresas florestais; de ordem política, como as políticas de devastação, de recuperação e de adequação ambiental; e de ordem sistêmica, como as relações de natureza social, econômica e ambiental.

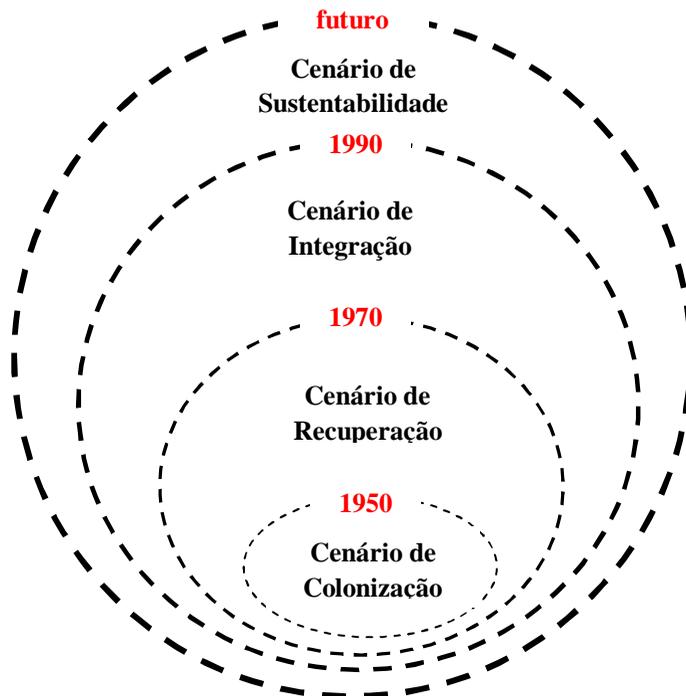
A historiografia catarinense destaca os diferentes ciclos produtivos para o Estado concentrando estudos na região do Planalto Norte, caracterizando, especialmente, a Floresta dos Pinhais e o potencial madeireiro florestal. Paralelo a estes estudos históricos, uma análise temporal por meio de um mapeamento de uso e cobertura da terra foi desenvolvido, tendo como marco inicial de investigação a década de 1950, posteriormente a década de 1970 e finalizando com a década de 1990-atual. Este período de aproximadamente cinquenta anos definiu a composição dos cenários e suas paisagens.



**Figura 1.** Mapa mental de interdependências representando a paisagem e seu contexto histórico associado aos aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais da região do Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Na leitura dos fatos históricos e na análise do processo de uso e ocupação da terra do Planalto Norte Catarinense por meio da série temporal identificaram-se ciclos econômicos sucessivos, iniciados com a exploração madeireira, em especial da Araucária e Imbuia, uma riqueza original natural, sobrepondo-se, em escala menor, a Erva-mate, uma riqueza de caráter semi-permanente, seguida da expansão da população que vivia da agricultura e pecuária de subsistência, na grande maioria pequenos produtores, e gradativamente e em maior escala, a atividade madeireira dos grandes latifundiários pelo plantio comercial de pínus. Todos esses ciclos tiveram importância na fixação do homem e no desenvolvimento inicial da região. As diferentes fases econômicas estão diretamente associadas, e se sucederam concomitantemente, às mudanças da relação homem-natureza. A interpretação que se faz é que a herança de ocupação do território deixada pelo homem, quando da sua fixação na região, é o somatório das diferentes relações com a natureza - *colonização, recuperação, integração e sustentabilidade* - e reflexo da complexidade de interações entre o homem e a sua história.

A Figura 2 apresenta como se entende a continuidade evolutiva dos cenários da relação homem-natureza na paisagem do Planalto Norte Catarinense. Em função do caráter de irreversibilidade desses ciclos, cada paisagem apresenta aspectos das que a antecederam, sendo construídas pela conexão de todos os elementos estocásticos.



**Figura 2.** Perspectiva evolutiva para o estudo da paisagem do Planalto Norte Catarinense por meio da construção de diferentes Cenários da Relação Homem-Natureza. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

***Cenário de Colonização: dos primeiros habitantes à paisagem colonizada***

O Cenário da Colonização tem como marco a fixação de uma diversidade de povos que determinaram a vocação econômica da região do Planalto Norte. Historicamente, as primeiras comunidades que se instalaram naquele território foram os índios (Thomé, 1981).

A araucária era, certamente, uma espécie de grande importância para os índios, especialmente em função da segurança alimentar que proporcionava (Kormann, 1980; Thomé, 1981). Os índios Xogleng

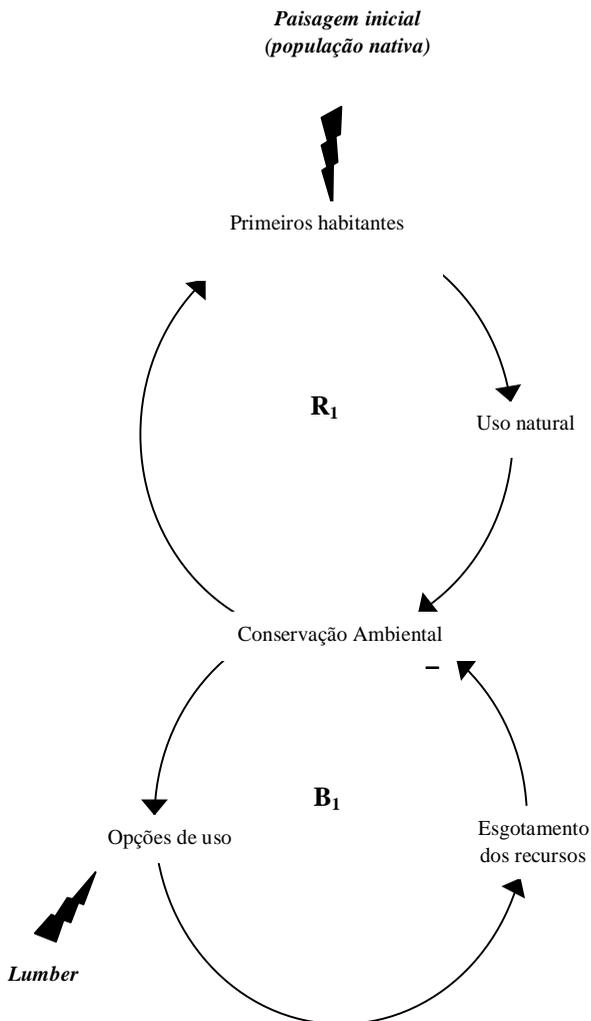
utilizavam o pinhão como alimento ao longo do ano e faziam uso de folhas de xaxim para forrar balaios.

Considerando os povos e as comunidades tradicionais dessa região como grupos culturalmente diferenciados que usam recursos naturais como condição para sua reprodução econômica, cultural, social e ancestral, não possuindo outra fonte de renda para sua subsistência, o uso sustentado dos recursos naturais passa a ser de fundamental importância.

Nesse sentido, Steenbock (2009) discute que historicamente, muitas florestas têm sido usadas e manipuladas pelas comunidades locais, sendo que tais manipulações resultaram na transformação da floresta original em um ambiente rico em recursos úteis para essas comunidades. Ainda na década de 1990, segundo estimativas de Lynch (1990), duzentos a quinhentos milhões de pessoas viviam no interior de florestas tropicais do mundo, utilizando-se de suas florestas e plantas, as quais fornecem fibras, remédios, produtos ornamentais e ritualísticos, entre outros.

O diagrama de círculos de causalidades na Figura 3 ( $R_1$ ) expressa a relação do homem com a natureza, quando este, basicamente nômade, supre suas necessidades por meio da caça de animais selvagens e da coleta de frutos silvestres e a intensidade de uso dos recursos naturais é pequena.

Nesse sentido, para a região da floresta dos pinhais, visualiza-se o elemento *população nativa* como um propulsor do cenário de colonização (Figura 3,  $R_1$ ), considerando que os primeiros habitantes e a relação destes com a natureza é um elemento de reforço de um ciclo contínuo para a conservação de uma paisagem *inicial*. Entende-se que o uso gradual e não intenso da floresta, asseguraria dessa forma, continuamente, a conservação da paisagem. No entanto, é importante entender que a população nativa não possui características de colonizadora, sendo apresentada neste cenário como os primeiros habitantes do território.



**Figura 3.** A paisagem como propriedade emergente da relação homem-natureza na dinâmica do **Cenário de Colonização** do Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

O contato inicial entre os primeiros colonizadores e os habitantes da região (índios) se deu em função da ação dos bandeirantes, a partir do século XVI, por meio da instalação de missões jesuítas espanholas em busca de aldeamentos, sem promover maiores povoadamentos (Vinhas de Queiroz 1981). A região só passou a ser mais amplamente povoada por colonizadores a partir do século XIX. Nesta época, com a abertura do caminho das tropas, começaram a se instalar fazendas para a criação de gado (Cabral 1960; Valentini 2003).

Valentini (2003) menciona que nestas fazendas os agregados formavam a principal classe de trabalhadores. Além destes e dos próprios fazendeiros, havia os lavradores posseiros, principalmente de origem cabocla, que segundo Cabral (1960) dedicavam-se a pequenas plantações, estando mais afastados das fazendas de criação de gado. Mais tarde, agregados que eram dispensados ou fugiam das fazendas, acabaram se transformando em posseiros. Além das atividades tipicamente florestais (caça e coleta de pinhão e mel), os posseiros praticavam a roça de toco ou agricultura de coivara, por meio de técnicas que ainda seguiram sendo praticadas ao longo do século XX. A miscigenação entre índios e posseiros deu origem ao caboclo, segundo Valentini (2003).

Somado a estas práticas de subsistência, parte dos lavradores e posseiros passou a encontrar na exploração da erva-mate a principal ocupação econômica, já no final do século XIX. Thomé (1981) cita que o caboclo, vivendo em liberdade, encontrou na floresta dos pinhais, seu habitat, tirando da mata as oportunidades de subsistência, desde a madeira para suas construções, os animais selvagens para alimentação, as frutas e mel nativo, o pinhão e a erva-mate, e, além disso, servia-se dos rios para a pesca.

A erva-mate era colhida tanto nas áreas ocupadas pelos posseiros, quanto em áreas florestais das fazendas por agregados ou por grupos autorizados pelos fazendeiros, conforme descrevem Yu (1988) e Valentini (2003). Entretanto, os grandes beneficiários do ciclo de erva-mate foram os coronéis fazendeiros, comerciantes, intermediários, indústrias do mate e governos estaduais com os impostos cobrados.

O uso da terra da região no final do século XIX se constituía apenas de reduzidas lavouras dos sertanejos e na extração de produtos para a subsistência da erva-mate em ambiente natural (Thomé, 1995). Estes elementos de extrativismos e nomadismo se mantiveram presentes no início do século XX, durante a Guerra do Contestado.

Conforme Thomé (1995) a Guerra do Contestado, ocorrida entre 1912 e 1916, teve como estopim alguns elementos característicos: a disputa limdeira entre as então províncias de Santa Catarina e Paraná, a desapropriação de terra pelas províncias citadas e pela construção da ferrovia São Paulo-Rio Grande e o messianismo dos caboclos. A imensa maioria da população regional se envolveu nos conflitos, e grande parte dela era de caboclos, ainda que tenha havido participação de tropeiros, fazendeiros, peões, agregados e ex-trabalhadores provenientes de outras regiões do Estado e do país.

A Guerra do Contestado acirrou a disputa dos limites entre as províncias do Paraná e Santa Catarina, que buscavam a tributação sobre a produção e o comércio, principalmente da erva-mate. Entretanto, questiona-se: essa disputa entre as duas províncias foi intensificada devido a instalação da *Lumber*? Qual o verdadeiro interesse econômico que motivou a Guerra?

A princípio, a região do Planalto Norte Catarinense não conhecia, numa visão bastante capitalista, o *desenvolvimento* até a chegada da ferrovia. Antes, um território praticamente inexplorado, com a dominância populacional do caboclo, e que tinha por atividade econômica apenas a criação de gado bovino e a extração da erva-mate, além de pequenos cultivos agrícolas, poucas criações de suínos, alguns engenhos de serrar madeira e beneficiar erva-mate, a caça de animais selvagens e a coleta de frutos silvestres.

A *Southern Brazil Lumber and Colonization Company* constituía uma companhia subsidiária da *Brazil Railway Company*, originária dos EUA, mas com capital levantado da Europa, que cuidava dos negócios com estradas-de-ferro no Brasil. No início do século XIX iniciou-se o reinado das grandes companhias internacionais que recebiam autorização do governo federal para explorar madeira, na chamada zona privilegiada de até 15 km para cada lado do eixo da linha principal, para o fornecimento de tábuas serradas e dormentes para o assentamento dos trilhos e, posteriormente, com o avanço das serrarias, dispunham de um enorme estoque, de pinheiros e imbuías, pronto para exportação. Entretanto, caberia a *Lumber* encarregar-se da maior parte desta exploração/devastação, a qual dispunha de um alto grau de mecanização de serrarias, o que conferiu à companhia o maior empreendimento madeireiro da América do Sul. Além disso, à *Lumber* foi mantido o direito de lotear os terrenos marginais aos trilhos e vendê-los obrigatoriamente para os imigrantes europeus, em detrimento dos

caboclos que já as habitavam. Nesse processo, uma grande quantidade de posseiros foi desapropriada (Thomé 1981, 1995).

Thomé (1983) relata que a agressão da *Lumber* não era apenas ao meio-ambiente natural, mas também ao elemento humano que habitava as matas, referindo-se ao caboclo. A araucária, para estes primeiros colonizadores, representava uma das maiores dádivas da natureza, pois através do pinhão, garantia a sobrevivência dos animais selvagens e de si mesmo.

Os três grupamentos humanos expressivos na região até o início do século XX foram os índios Xokleng, os lavradores posseiros e os caboclos, que tiveram pequena interferência na alteração da paisagem. Por outro lado, para o *desenvolvimento* da região houve a necessidade de drásticas mudanças na paisagem e nos ambientes naturais. As áreas produtivas na sua origem eram as ocupadas pela floresta dos pinhais, altamente funcionais em termos de fluxo de matéria e energia natural. Entretanto, o homem buscou ampliar a produtividade dos elementos de seu interesse, aumentando o uso de técnicas de produção de alimentos e madeira por meio da exploração dos recursos naturais e substituição por amplos espaços de cultivo. Nesta fase são explorados quase que totalmente os principais recursos florestais e, em face do esgotamento, especialmente da araucária e imbuia, são priorizados sistemas antrópicos para a produção mais concentrada de recursos, os quais estariam disponíveis para comercialização em curto prazo.

Nesse sentido, é importante destacar a mudança dos conceitos de *produtividade* sob o olhar do homem daquele cenário. Após o período de devastação que foi marcado pelo corte seletivo da floresta primária, a ausência dos recursos madeiráveis caracterizava uma floresta *improdutiva*. As áreas, agora altamente produtivas eram aquelas destinadas às atividades agrícolas e de criação de gado.

Este ciclo de maior exploração florestal (Fig. 3, B<sub>1</sub>) teve início a partir da instalação da *Lumber* e construção da estrada de ferro que ligaria Rio Grande do Sul a São Paulo. Assim como os primeiros habitantes da região (população nativa) foram os propulsores de um ciclo de reforço para a manutenção da paisagem inicial, a *Lumber* é o elemento de alavancagem para um ciclo de balanceamento (equilíbrio) que atua em um processo de resistência à manutenção da paisagem inicial, por diminuir a conservação ambiental, conforme discutido anteriormente por meio de fatos históricos relatados por diversos autores regionais. É importante ressaltar que a *Lumber* enxergou a paisagem

inicial como fonte ilimitada de recursos naturais, com opções de uso, até então acessados somente pela população nativa.

A presença da *Lumber* e de suas atividades desenvolvimentistas reforçou o processo de exaustão dos recursos madeiráveis, especialmente as reservas nativas de pinheiros. No entanto, em 1940, o monopólio da *Lumber* foi desapropriado pelo governo federal e, conseqüentemente, inicia-se o declínio da produção madeireira, ocorrido a partir de 1960. Através da exploração da imbuia, quando milhares destas centenárias e grandes árvores foram extraídas, a indústria moveleira atingiu seu auge, caracterizando o esgotamento máximo dos principais recursos madeiráveis da floresta dos pinhais, que serviram por longo tempo para o abastecimento das indústrias.

Diversos autores relatam detalhadamente os fatos históricos até aqui percorridos (Kormann 1980; Thomé 1981, 1983, 1995; Piazza 1983; Lago 1978, 1988; Governo do Estado de Santa Catarina 2001) e que a alto preço trouxeram os primeiros indicadores de *progresso* para a região, até então alheia ao estágio de desenvolvimento em que se encontravam outras regiões do país.

Este cenário ambiental que se inicia com os habitantes indígenas e os primeiros colonizadores (lavradores posseiros, fazendeiros, agregados, caboclos) e mais fortemente, as grandes companhias internacionais, na concepção abordada por Ost (1995), por um lado envolve um grande processo de destruição das comunidades naturais que cobriam o planeta Terra e a outra diz respeito ao reconhecimento de que o próprio homem tem sua crise de relação com a natureza.

Como encarar o posicionamento do homem diante da natureza? Segundo este autor há a necessidade de enquadramento entre as semelhanças e as diferenças da espécie humana com a natureza. O homem como espécie dominante do planeta é privilegiado por uma forte concepção de liberdade, sujeito de uma história, autor e destinatário das regras estabelecidas. A natureza, como produtora de uma evolução que culminou com a evolução desta espécie, tem assegurado as condições de sobrevivência, mas acaba sendo completamente diferente, absolutamente estranha, e drasticamente modificada por este processo.

O Cenário de Colonização ilustra o movimento, ora simplista, ora complementar, tanto do vínculo que aproximava o homem da natureza, tornando-os um só, como do limite e da ruptura dessa relação, que os isolava e os tornavam partes diferentes de um todo complexo. É certo

que, desde a origem, desde a aparição da espécie humana, que o homem transforma a natureza, vivendo momentos de crise nesta relação.

Nesta perspectiva Boff (2000, 2007) critica o tipo de civilização construída pelo homem, afirmando que “... *ele é altamente energívoro e devorador de todos os ecossistemas (...)* e comenta que “*para a unificação do espaço econômico nos moldes capitalistas, a destruição sistemática do processo industrial contra a natureza e contra a humanidade, torna o capitalismo claramente incompatível com a vida... Se teme que o efeito acumulativo das agressões chegue a um ponto crítico tal que quebre o equilíbrio físico-químico-biológico da Terra*”.

Essa crise social apontada por diversos autores decorre da visão de uso exaustivo dos elementos naturais que prevalecia neste cenário e do princípio de “recursos infinitos”. Nas palavras de Thomé (1995), se referindo aos imigrantes do Contestado, “*imbuídos do espírito de trabalho e ansiosos por fazer fortuna, aqui encontraram solo, água, fauna e flora em abundância, imaginando que isso não teria fim*”. O homem assumia o papel de manipulador do sistema, enxergando-se fora da natureza. Na atitude de estar acima de tudo e de todas as coisas, criou-se uma crise não só de relação homem-natureza, mas uma crise social advinda do processo de civilização. Nesse sentido, a heterogeneidade de povos de origens e interesses distintos que colonizaram a região do Planalto Norte contribui muito para essa crise, uma vez que geraram a cada tempo, um distanciamento dos elementos naturais e uma aproximação dos elementos antrópicos e artificiais.

Na teoria de Ost (1995), depois de muito ter destruído, o homem também pode reconstituir. Durante muito tempo o homem comportou-se como aprendiz de feiticeiro, e agora, pode adotar o papel de feiticeiro mestre, aquele que se lembra da palavra e pára os elementos desencadeantes, que põe um termo ao dilúvio que ele próprio desencadeou. Sendo assim, parte-se de um cenário onde se concebe a natureza como objeto de uso e exploração, para a concepção de homem integrado a natureza, mudando drasticamente a postura, principalmente no que diz respeito ao seu papel de reconstituídor da natureza.

Parafraseando Nietzsche (1995), discutindo a filosofia grega de Heráclito, aspira-se que todo o devir – “*to come into being*” - que nasce dos contrários, exprima não somente uma superioridade momentânea, mas produza uma síntese, uma nova situação, ou seja, uma nova concepção do papel do homem no manejo da natureza conservativa sobre o planeta. Nesta visão dialética da relação homem-natureza,

concebe-se que os cenários que seguem contribuam para a síntese da conservação ambiental em todas as suas dimensões.

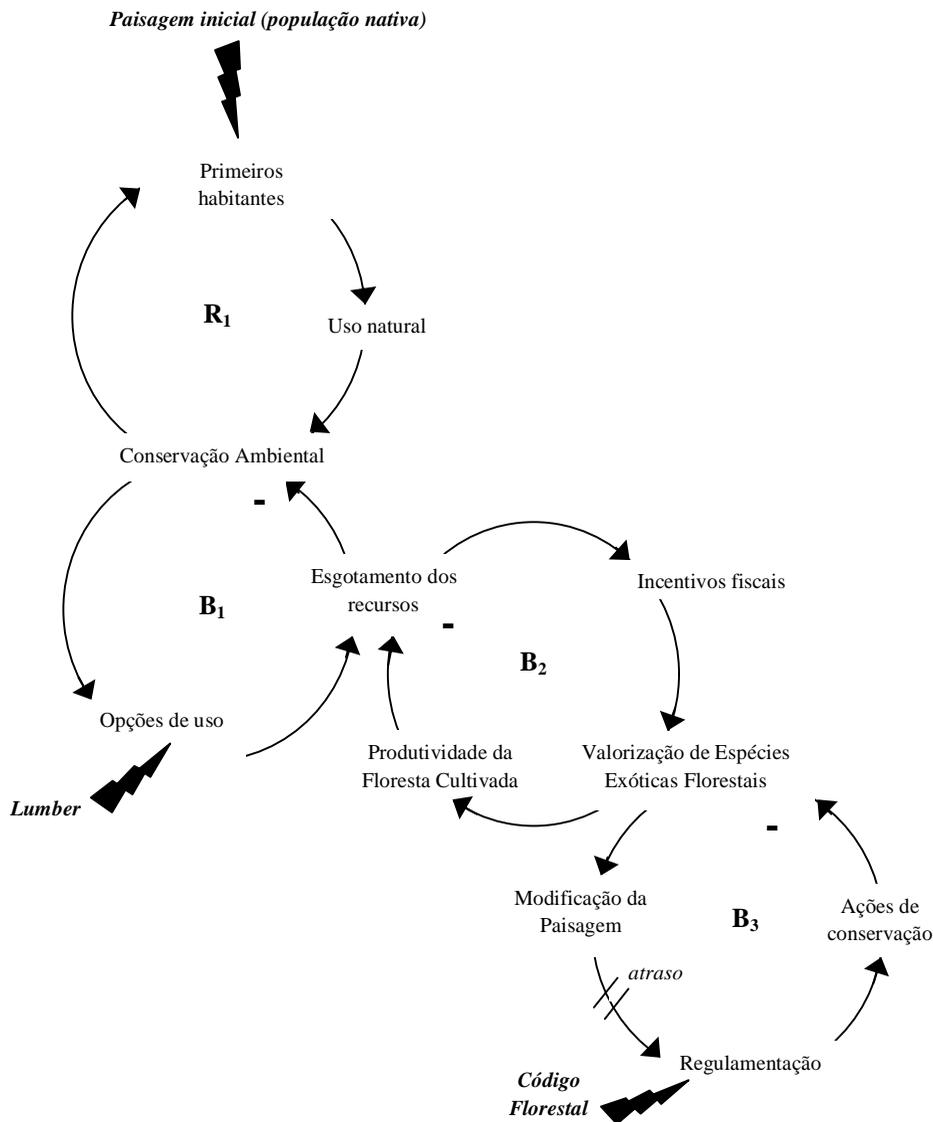
### ***Cenário de Recuperação: da devastação florestal à paisagem em restauração***

No Cenário de Recuperação, a concepção da restauração e do papel do homem na reconstituição das comunidades naturais tornou-se uma necessidade urgente. Começou-se a entender que as técnicas de produtividade que foram responsáveis por garantir o atual estágio de desenvolvimento do homem não eram compatíveis com a conservação da natureza, incluindo a conservação do próprio homem. O pensamento de que as reservas deslumbrantes durariam centenas de anos começou a ser substituído pelas evidências da exploração devastadora: a transformação do clima, a diminuição do volume nas fontes de águas, a erosão do solo e das margens de rios e o despovoamento da fauna pela ausência de alimento e abrigo nas matas.

Esses fatos foram determinantes no quadro madeireiro do Sul do Brasil e de certa forma encerram a fase do pinheiro. Por outro lado, se iniciava a *fase do pinus* por meio da criação da Lei de Incentivos Fiscais nº. 5.106 de 1966 que veio a permitir às pessoas físicas e jurídicas a aplicação de parte do imposto de renda em programas de reflorestamentos incentivados.

A conexão deste cenário com aquele que o antecedeu deixa claro que, com o esgotamento dos recursos naturais madeiráveis, a valorização de espécies exóticas através da Lei de Incentivos Fiscais (Fig. 4, ciclo B<sub>2</sub>) foi o elemento que serviu como um balanço para a manutenção da *produtividade* da paisagem, porém agora com sua matriz florestal modificada e substituída pela matriz silvicultural.

Sem dúvida nenhuma, a lei de incentivos fiscais foi um dos grandes elementos históricos modificadores da estrutura e função da paisagem. Qual o cenário que teríamos atualmente se a Lei 5.106/66 não fosse criada?



**Figura 4.** A paisagem como propriedade emergente da relação homem-natureza na dinâmica do **Cenário de Recuperação** do Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

No cenário anterior, a política da devastação por meio da chegada das companhias internacionais reduziu os principais recursos da floresta, esgotando quase que totalmente as populações de araucária e imbuia pelo corte seletivo da floresta primária. No entanto, na transição deste cenário com o anterior, o que ocorreu foi que a floresta, apesar do quase aniquilamento dos recursos, ainda possuía certa biodiversidade com outras tantas formas de vida. O que o governo fez por meio da lei de incentivos fiscais foi “pagar” para que se derrubasse o que ainda restava das florestas. Carvalho (2006) menciona que, a partir de 1967, contando com estes estímulos de crédito e subsídios do governo, os madeireiros passaram então a substituir as áreas desmatadas por plantios de pinus, cuja área vem se expandindo desde então.

Iniciativas empresariais para aumentar o suprimento da matéria-prima contribuíram para a continuidade desse ciclo durante um longo período. Empresas privadas iniciaram o plantio de pinus em larga escala, lideradas pelas indústrias de celulose, papel e papelão. Thomé (1981) relata que o Instituto Nacional do Pinho dedicou-se a reflorestar diversas áreas no Sul do Brasil com a araucária, criando várias estações florestais. No entanto, os plantios não eram satisfatórios, considerando o período de médio a longo prazo para o capital investido. Foi no Estado de São Paulo que se iniciou o primeiro programa de plantio de coníferas no ano de 1955 por meio da Secretaria de Agricultura. Importadas dos Estados Unidos e da América Central, mudas de *Pinus taeda* e *Pinus elliotti* começaram a ser testadas.

Desenvolvem-se sistemas de manejo, direcionando o crescimento das árvores, de um lado para a produção de celulose, papel e papelão, e de outro para a produção moveleira. Empresários buscam sementes com melhoramento genético, novas técnicas de viveiros e plantios, cuidado na escolha das árvores para desbastes e podas. Além disso, investimentos são feitos na modernização do parque industrial por meio de modernas tecnologias, o que, rapidamente levou a conquista de novos mercados, com o setor ampliando e modernizando em termos de plantação, extração, produção e vendas. A Associação Brasileira de Produtores de Madeiras (1981) constatava que as indústrias que não adotassem o pinus como matéria-prima, e que não dispunham de outras madeiras, provavelmente não teriam condições de continuar no mercado.

É importante lembrar que a região do Planalto Norte Catarinense, historicamente, teve como alicerce da sua economia a atividade

madeira. Kormann (1980) relata a vocação das terras da região, sugerindo o que poderia representar um marco na era dos reflorestamentos em larga escala, destacando que, “*as nossas terras são terras velhas, originárias da era proterozóica (...) são terras fracas (...) por isso que já se disse que nossos solos serviriam apenas para pecuárias, florestamento ou reflorestamento, agricultura de grande capital e técnica ou agricultura de subsistência*”.

Para a produção de pínus, espécie de baixa exigência nutricional, o solo e as características de relevo da região não apresentavam dificuldades, se comparadas a outras culturas agrícolas. Somado a este fato, ao longo de quase um século foram sendo estabelecidas condições de organização da extração, beneficiamento e comercialização de madeira originada de espécies nativas. Estas condições foram aproveitadas para a produção de pínus (Steenbock 2009).

O processo de produção madeira, tanto de espécies nativas, quanto, posteriormente, do pínus, foi desenvolvido contando principalmente com grandes extensões de áreas sob posse dos imigrantes ou descendentes de imigrantes, apoiados pelos incentivos do governo federal, ao longo da história, conforme detalha Steenbock (2009), também para a região Noroeste do Planalto Catarinense.

Foi durante este cenário que o pínus tornou-se a *salvação* da floresta e também o *vilão* da natureza. Se por um lado havia a perspectiva positiva de garantia da produção de madeira e abastecimento das indústrias com os talhões de pínus, por outro lado, com o crescimento das mudas nas novas formações vegetais, a sociedade em geral, preocupada com o meio ambiente, via no pínus o perigo da erosão do solo e do impacto à fauna regional, o que levou à denominação destas áreas de *desertos verdes*.

Por outro lado, foi durante este cenário que um ciclo de balanço (Fig. 4, B<sub>3</sub>) produziu perspectivas de conservação das florestas que ainda existiam e restauração de uma paisagem mais compatível com os processos sucessionais naturais. O elemento marcante que serviu como um balanceador da política de devastação (Lei de Incentivos Fiscais) foi a instituição do Código Florestal (Lei nº. 4771 de 1965) como regulamentação de uma nova política, agora de preservação.

É importante ressaltar que o Código Florestal foi antecedente à criação da Lei de Incentivos Fiscais, entretanto optou-se por apresentar inicialmente esta lei fiscal, a fim de ilustrar o início da era do pínus, determinante neste cenário. Diante de fatos que ocorreram

simultaneamente na história, a seqüência da citação da criação de ambas as leis não interfere no entendimento deste cenário.

Se no cenário anterior, a necessidade da colonização gerou diversos fatos e crises sociais, neste, a necessidade da recuperação ambiental foi o estopim e o gerador de mudanças nas políticas de preservação e reflorestamento no Brasil, que refletiu diretamente na região do Planalto Norte Catarinense. A base legal na qual se fundamentava a atividade florestal era o Código Florestal de 1965. O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, criado em 1967, era o principal órgão regulador e executor da política florestal e o principal ator social com o qual as empresas florestais mantinham relações. Tanto a edição do Código Florestal como a criação do IBDF foram marco para as políticas de conservação e preservação ambiental.

Considerando que a lei de incentivos fiscais para o reflorestamento contribuiu em muito para modificar e aumentar, em larga escala e rapidamente, a matriz cultivável da paisagem, o Código Florestal por meio do seu artigo 2º. que estabelecia uma faixa mínima a ser mantida para a proteção das florestas e demais formas de vegetação ao longo dos rios, foi praticamente, o único elemento legal que, efetivamente, garantiu às nossas florestas uma herança de pequenos corredores naturais dispersos na paisagem.

O referido Código sofreu várias modificações através da edição da Lei nº. 7511 de 1986 e da Lei nº. 7803 de 1989. Uma dessas alterações ampliou a faixa de preservação permanente de 5m para 30m em condições onde a largura do rio fosse de 10m. Ainda que os 5m anteriormente protegidos tivessem sido preservados, pela modificação da lei foram acrescentados 25m de faixa de preservação permanente.

Paralelo a essa evidência legal e as discussões apresentadas que consideram o Código Florestal um instrumento que garantiu a preservação de áreas às margens dos rios, existe um contraponto que emerge da relação da sociedade com a natureza e se relaciona a outros tantos interesses econômicos vigentes na época. O Código Florestal realmente representou uma perspectiva de preservação ou foi concebido tão somente como um instrumento que apoiou a devastação do que restava das florestas, delimitando a degradação ambiental? A Lei de Incentivos Fiscais e o Código Florestal representaram instrumentos legais que sustentaram o setor econômico florestal (madeira, papel e celulose), ampliando a extensão das florestas plantadas, uma vez que foram concebidos na mesma época da história? Uma lei que delimita as

áreas ciliares em uma faixa de 5m (década de 1960) ou 30m (década de 1980) de extensão, também deixa o uso nas demais faixas em aberto para a exploração, principalmente quando vem somada por incentivos fiscais que buscam a expansão das florestas plantadas.

Empresários do setor florestal atuantes desde a década de 1960 na região do Planalto Norte mencionam que os recursos dos incentivos fiscais não foram devidamente aplicados, sugerindo que o dinheiro foi desviado para outros fins, e que o cenário das florestas plantadas poderia ser bem maior!!! Dado o valor expressivo dos recursos concedidos por meio da Lei 5.106/66, a paisagem da região poderia ter sido significativamente alterada, contribuindo para a homogeneização da matriz produtiva.

Em 1988, encerrava-se a política de incentivos fiscais para plantações florestais, portanto o setor passou a atuar somente com recursos próprios. As empresas florestais que permaneceram no mercado sem o apoio oficial tiveram que buscar formas de se aperfeiçoar e aumentar a produtividade. Essa fase foi caracterizada por um significativo avanço técnico, principalmente nas áreas de silvicultura, melhoramento genético e planejamento da produção. Contudo, os aspectos ambientais ainda não eram considerados no planejamento das atividades florestais, a menos que tivessem relação direta com a produção de madeira (como no caso de incêndios ou pragas e doenças florestais) (FEAM 1998).

No final dos anos 80, com o processo de elaboração da Constituição e com a criação do IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis em 1989, houve uma maior mobilização social em torno das questões ambientais. O setor florestal passou a pertencer a um campo organizacional mais amplo, tratado dentro das questões ambientais como um todo, não como uma atividade apenas silvicultural.

No cenário internacional, um dos marcos do ambientalismo nesse período foi a Conferência de Estocolmo, em 1972. Na perspectiva governamental da época dessa Conferência, a institucionalização de regras que garantissem a melhoria da qualidade ambiental significava renunciar os atrativos com os quais o país concorria na ordem econômica mundial, como a ausência de políticas e de legislação rigorosas quanto às exigências ambientais, conforme menciona Nardelli (2001).

O início da década de 90 foi marcado pelas preocupações ambientais, que ressurgiram como uma nova onda de valores, atingindo vários setores da economia, especialmente o setor florestal. Nesta fase, o setor empresarial começa a considerar a variável ambiental como uma variável de mercado, como um diferencial para a sua competitividade, e não apenas um custo ou um requerimento legal. Nardelli (2001) reforça que, entre os esforços despendidos para a mudança organizacional diante dessa nova realidade, está a adesão aos sistemas voluntários de certificação (elemento de alavancagem no Cenário de Integração).

Nesse sentido, e diante desta complexidade de situações que as regulamentações ambientais e mobilizações sociais imprimiram durante este cenário, não só para o setor florestal, mas para os vários setores da sociedade, é necessário repensar a postura do ser humano em relação a natureza e os desdobramentos que estas relações devem imprimir para os próximos cenários.

A problemática ambiental e a noção do papel do homem de restaurador da natureza trazem contribuições importantes no sentido de inclusão do conceito de totalidade, fundamental para a ação equilibrada no ambiente, que começa a ser visto como inteiro, e não fragmentado. Nesse sentido, Morin (1999) prega a construção de uma nova forma de pensar, “(...) *permitindo a religação dos saberes e a abordagem dos problemas de uma forma global, resultando em um novo paradigma*”. Capra (1982) compartilha da mesma visão, afirmando que para a preservação do mundo como um todo é necessário tomar uma perspectiva ecológica, diferente da visão de mundo mecanicista, pois “*vivemos num mundo globalmente interligado, no qual os fenômenos biológicos, psicológicos, sociais e ambientais são todos interdependentes*”.

Dessa forma, no rumo de uma crise ambiental local (setor florestal), mas com base planetária, urge a necessidade de buscar alternativas para as questões ambientais, não apenas sob seus aspectos ecológicos, mas também éticos, políticos, sociais, econômicos, científicos, tecnológicos e culturais sob uma visão integrada do ambiente desenvolvido por um enfoque que dê conta das relações existentes entre essas várias dimensões.

Essa tendência planetária reflete na paisagem do Planalto Norte Catarinense que se movimenta para uma integração no sentido de tentar se ajustar aos processos restauradores, buscando minorar os efeitos da devastação e reverter os danos causados pela exploração florestal,

realizada sem planejamento e gestão ambiental. Entretanto, apesar do avanço na tentativa de encontrar um meio justo e legal de gerir a paisagem e suas relações, percebe-se que esse processo é de aprendizagem contínuo e evolui conforme a sociedade entende, se apropria e atende todas as dimensões e interesses envolvidos.

Evidências já mencionadas demonstram que a região do Planalto Norte, na origem, possui uma predisposição espacial, física, econômica e sócio-ambiental à exploração florestal da madeira. Dessa forma, as diferentes relações do homem com a natureza revelam diferentes paradigmas construídos e incorporados na história dessa região e que refletiram na composição das paisagens dos cenários até então discutidos. Concebendo o valor ambiental unicamente associado ao homem e aos processos produtivos, a natureza está a serviço do homem, merecendo proteção legal quando a sua destruição ameaça interesses humanos. Acredita-se que a tendência de transição dessa postura para uma abordagem de maior interação entre o homem e a natureza é o marco para a passagem desse cenário para o cenário de integração, refletindo novamente na construção de uma nova paisagem que resgate o *vínculo*, buscando a manutenção da qualidade de todas as formas de vida.

### ***Cenário de Integração: da restauração ambiental à paisagem integradora***

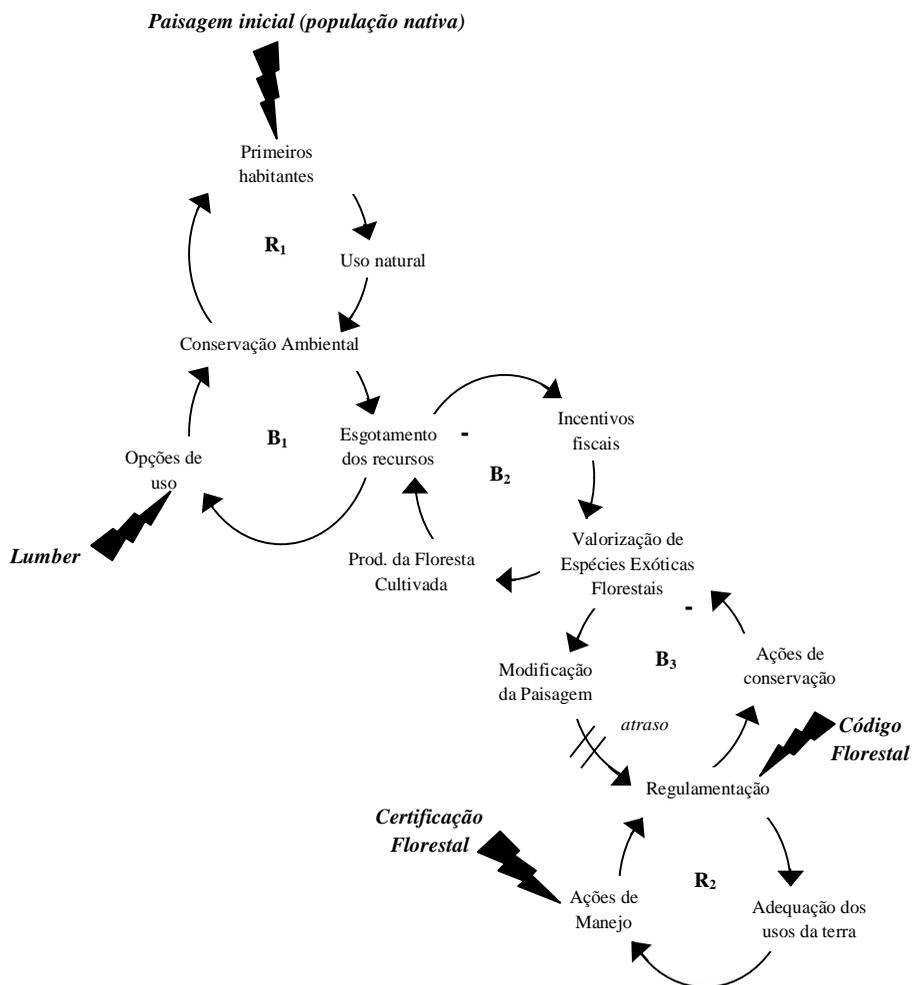
Somado a todos os fatos gerados nos cenários anteriores, a indústria de exportação de madeiras que se inicia no ano de 1992, corre em busca de processos de industrialização menos agressivos ao meio ambiente, uma vez que o mercado europeu começava a se fechar para as empresas que não se preocupavam em explorar as florestas com sustentabilidade ambiental. Alguns países começaram a proibir o comércio de madeiras sem certificado de origem de que a madeira era retirada de floresta manejada, sem desmatamento.

Diante da modificação da paisagem, a certificação florestal surge como uma nova política bastante expressiva neste cenário, representando um elemento de reforço para a prática dos processos de adequação ambiental (Fig. 5, R<sub>2</sub>). O setor florestal busca práticas que possam compatibilizar as metas de conservação ambiental e de desenvolvimento tecnológico, organizando o uso da terra e adequando esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e com a melhora da qualidade de vida das populações. Às propostas de restauração

ambiental é incluída a percepção do elemento humano como potencial modificar da paisagem, e, sobretudo como um componente interativo e co-evolucionário (Naveh, 1991). E, num ciclo sucessivo de reforço, a dinâmica de uma paisagem integradora possibilita novas ações de manejo num processo contínuo de aprendizagem (Fig. 5, R<sub>2</sub>), considerando não somente as dimensões físicas e biológicas de um ambiente, mas aspectos históricos, culturais, sócio-econômicos que se encontram conectados aos diferentes usos da terra.

As questões relativas à sustentabilidade do manejo florestal passaram a merecer constante atenção de vários segmentos da sociedade, incorporando nas discussões novos atores sociais, das esferas nacional e internacional. Cada país exportador de madeiras e derivados iniciou a expedição de *selos verdes*, seguindo critérios e normas de organizações internacionais certificadoras. Uma das exigências básicas da certificação florestal foi o respeito à legislação ambiental, o que na época, era um pesado obstáculo no caminho da indústria madeireira.

A exigência da certificação florestal desencadeou uma nova dinâmica na paisagem do Planalto Norte Catarinense. A década de 90 foi o marco para uma nova política de adequação ambiental pelas empresas, as quais passaram a submeter seus modelos de manejo aos padrões e normas de agências certificadoras, com a finalidade de tornarem-se fontes de madeira certificada (Smartwood Program, 2006).



**Figura 5.** A paisagem como propriedade emergente da relação homem-natureza na dinâmica do **Cenário de Integração** do Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

No caso de produtos florestais, a certificação surge como uma alternativa às campanhas que incentivavam o boicote a produtos oriundos de florestas tropicais, conforme explicam Nardelli & Griffith (2003). A iniciativa fundamentava-se no fato de que o boicote poderia agravar o desmatamento nos trópicos, uma vez que com a queda do valor da madeira e das áreas florestais poderiam ser favorecidos outros usos mais predatórios da terra, como pastagens e atividades agrícolas. Em vez de prejudicar toda uma classe de produtos, foram propostos o reconhecimento e o consumo de produtos florestais produzidos sob um manejo adequado.

Os sistemas de certificação florestal, de modo geral, consistem na avaliação objetiva das operações envolvidas no manejo das florestas, segundo normas ou padrões que obedecem a princípios e critérios aceitos internacionalmente, porém adaptados às condições locais. Tem como filosofia a avaliação e o monitoramento dos efeitos ambientais, sociais e econômicos da atividade e a participação e a priorização de benefícios às comunidades sob influência do empreendimento florestal (Garlipp, 1995).

Embora a certificação florestal seja uma iniciativa baseada em leis de mercado, ela tem aplicações positivas para diversos atores sociais. Considerada em sentido amplo, é um instrumento útil aos governos locais, aos consumidores e investidores e às comunidades, porque garante que as florestas estão sendo manejadas adequadamente, visando a manutenção de benefícios sociais e ambientais.

Uma questão vem à tona: Qual a implicação que, num primeiro momento, o conjunto de dispositivos legais e, agora, as normas da certificação florestal, impôs na dinâmica da paisagem do Planalto Norte Catarinense numa escala temporal e espacial? E qual a implicação disso na relação homem-natureza?

Diante de um quadro de tendências e influências globais, visualiza-se o reconhecimento de um novo paradigma que busca novas formas de entender a complexidade das inter-relações do homem com o seu espaço de vida. Incluindo o Planalto Norte Catarinense nesse contexto, percebe-se que a paisagem regional, na sua origem, possui características dessa complexidade, uma vez que sua composição heterogênea de natureza topográfica e geomorfológica determinou o uso e a ocupação do território, compondo as mais variadas unidades físicas e elementos sociais.

Considerando o processo histórico de uso e ocupação da terra no Planalto Norte Catarinense em um período de cinquenta anos, o resultado que a relação homem e natureza produziram foi uma paisagem em forma de um mosaico heterogêneo e complexo. De um lado, unidades naturais que em função do processo de fragmentação foram isoladas e reduzidas as populações naturais, especialmente de araucária e imbuia, e outras espécies características desta região. E de outro, unidades de cultivo silvicultural, que atualmente não são reconhecidas como elementos potenciais para a conservação ambiental. Essa dicotomia expressa a necessidade contínua de compatibilizar espacialmente e funcionalmente as unidades cultivadas e as unidades naturais, adequando a paisagem a partir desta nova realidade de estrutura de mosaico.

Da mesma forma, os aspectos legais contribuíram na composição da paisagem integradora da região na década de 1990 e se manifestam até os dias atuais quando se visualiza um mosaico composto por extensas áreas de florestas plantadas, áreas isoladas de cultivo agrícola e pastoril e uma significativa porção de áreas de florestas nativas. A legislação e o processo de certificação florestal impuseram um ritmo de construção de uma paisagem espacial e fisicamente em equilíbrio dinâmico, uma vez que praticamente 50% das unidades são naturais e 50% são cultiváveis.

Esta é uma paisagem típica do Planalto Norte Catarinense onde predomina na base econômica a atividade florestal. Entretanto, este quadro não ilustra a realidade de todas as empresas florestais da região, que não possuem esse modelo de paisagem no seu cenário ambiental.

### ***Cenário de Sustentabilidade: a paisagem sustentável***

Qual a perspectiva da relação homem-natureza-paisagem para o próximo cenário, assumindo a interdependência deste com os passados?

Dentro deste contexto, os ciclos apresentados neste cenário foram construídos baseados nas interações dos cenários anteriores e nas tendências e perspectivas vislumbradas com base nos desdobramentos destas interações. Em função do caráter de irreversibilidade dos ciclos anteriores, cada paisagem apresenta aspectos das que a antecederam (Fig. 6).

Para este cenário, assumem-se a continuidade da perspectiva sistêmica e complexa para o manejo da paisagem e o reconhecimento das relações entre os elementos estocásticos nos mais diversos níveis da

natureza física, biológica e social. E necessariamente a inclusão do fator humano como parte integrante da paisagem e co-responsável pela sua conservação e restauração.

No contexto do setor florestal, empresas madeireiras completam mais de uma década de certificação exemplificando o conceito de uso múltiplo e sustentável dos recursos naturais. Sendo que mais de 90% das plantações florestais existentes atualmente no Brasil são constituídas de espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pínus*. Por outro lado, é de se considerar que um dos marcos do desenvolvimento do século XXI foi o reconhecimento da importância da biodiversidade e do valor da sustentabilidade ambiental como componentes da qualidade de vida humana.

Os maciços de florestas plantadas demandam ativo conhecimento, além da produção de madeira. As evidências demonstram que a expansão florestal está cada vez mais apoiada nos conhecimentos científicos sobre ecossistemas e suas inter-relações ambientais e sociais. Guimarães (2009) mostra que a expansão das florestas plantadas tem caracterizado meio ambiente, num primeiro momento, invocando uma série de premissas associadas à produtividade florestal, mas se seguindo, imediatamente, os aspectos da sustentabilidade econômica, ecológica e social do empreendimento, dentro das particularidades de cada região.

Uma vez reconhecido que o modelo produtivo silvicultural pode comprometer os valores da sustentabilidade e colocar em risco a própria conservação dos recursos naturais, torna-se necessária a adoção de novos paradigmas que levem em conta parâmetros ecológicos e acima de tudo, sociais. Se considerarmos que o Brasil possui atualmente a maior base de florestas plantadas do mundo, o país que mais cresce em florestas é peça-chave da resposta que o mundo dará ao desafio da sustentabilidade pelas atividades florestais, conforme prevê Fier (2008). Especialmente porque o setor florestal foi pioneiro nos processos de sustentabilidade em função do mecanismo de certificação florestal. Nesse sentido, o *vilão* dos cenários anteriores toma a iniciativa para mudar a imagem do setor!!!

É possível admitir para o setor florestal a tendência de diversificação comercial de madeira? Caso isso ocorra, qual mosaico de paisagem vislumbraremos no futuro?

Apesar das transformações significativas ocorridas durante o século XX em todas as dimensões da existência humana, a demanda por bens e serviços ainda ocorrem em toda a superfície terrestre, e seu

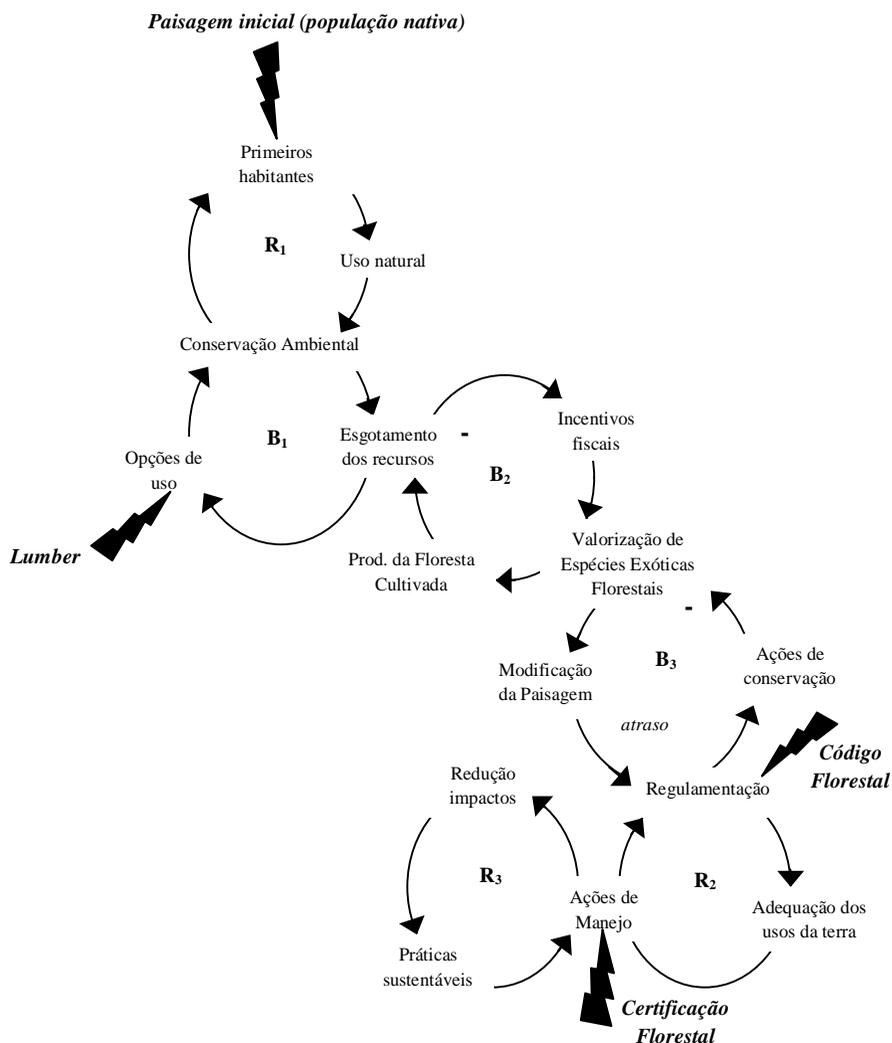
preenchimento não é uniforme, observando-se uma grande disparidade dos padrões de vida e de consumo das populações.

Entretanto, desde o início da tomada de consciência sobre os problemas ambientais até o momento presente a discussão da temática ambiental evoluiu muito em paralelo ao desenvolvimento tecnológico. A relação sociedade e meio ambiente, tema pouco abordado nas discussões iniciais sobre a problemática ambiental começou a ser observada de maneira mais crítica e a própria concepção do problema passou para uma forma mais globalizada e menos localizada.

A reflexão sobre a relação homem-natureza foi sendo substituída pela reflexão de uma crise social advinda do processo de civilização. A crise civilizatória moderna no nível mundial leva ao surgimento de novas alternativas de relacionamento da sociedade contemporânea com seu ambiente, procurando reduzir os impactos que ela produz sobre o meio que a cerca.

O ciclo gerado pela crise civilizatória reforça a construção de uma paisagem sustentável em nível global, mantida especificamente pela diminuição de impactos (em se tratando do setor florestal) em nível local e pela adoção de práticas cada vez mais sustentáveis (Fig. 6, R<sub>3</sub>).

Conforme Oliveira (2009), as empresas precisam manter ações sistêmicas e adotar uma política de sustentabilidade que englobe as pessoas que se relacionam com ela de alguma forma, seja pelo viés comercial, econômico, social ou ambiental. Com essa visão, o autor se refere à sustentabilidade num conceito de *tempo sustentável*, ou seja, produzir mais com menos recursos.



**Figura 6.** A paisagem como propriedade emergente da relação homem-natureza na dinâmica do **Cenário de Sustentabilidade** do Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

No contexto do ambientalismo empresarial, Mendes Filho (2009) afirma que já é bem clara a consciência conceitual da sustentabilidade no setor florestal brasileiro, referindo-se a sustentabilidade como um *“caminho gradual, continuado e de longo prazo, dependendo de atitude, conhecimento, prática e disseminação”*.

A noção de desenvolvimento sustentável e todas as suas respectivas práticas, segundo van Bellen (2006) tem sua origem mais remota no debate internacional sobre o conceito de desenvolvimento. Trata-se, na verdade, da história da reavaliação da noção de desenvolvimento predominantemente ligado à idéia de crescimento, até o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável. Segundo este mesmo autor, o desenvolvimento sustentável provém de um longo processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre a sociedade civil e seu meio natural.

Por se tratar de um processo contínuo e complexo, observa-se nos dias atuais, a existência de uma variedade de abordagens que procura explicar o conceito de sustentabilidade. Van Bellen (2006) menciona que existem cerca de 160 definições que tratam de desenvolvimento sustentável. Dessa forma, torna-se mais útil discussões acerca de identificar quais os desdobramentos do entendimento do que seja a própria sustentabilidade, que é relativa em função do campo ideológico ambiental ou da dimensão em que cada ator se coloca, do que buscar suas definições.

Integrar as diferentes dimensões de sustentabilidade tem sido uma dificuldade visível em todos os segmentos e esferas. Nesse sentido, é importante nos remeter a história da nossa civilização ocidental, que em geral, não tem compreendido e nem tratado a natureza como um sistema. Estamos diante de um sistema com elementos interdependentes, uns prestando serviços aos outros, gerando ciclos que se repetem equilibradamente e garantem a existência perene de ecossistemas múltiplos. Como permitir que façamos transformações nas paisagens, na natureza, no planeta que sejam inteligentes o bastante para dar essa mesma oportunidade, do completo usufruto dos recursos naturais, as próximas gerações da humanidade? Como gerar práticas sustentáveis em sinergia com todos os ciclos da história do nosso planeta?

Evidentemente, o mais complexo e difícil dos problemas humanos é o do próprio homem e sua história. Nesse sentido, incluir humanos nos processos de conservação ambiental implica introduzir as dificuldades impostas pela complexidade das interações entre eles e entre eles e o seu

meio. Concebendo que as atividades humanas são também culturais, a conservação do meio ambiente deve estar associada, fundamentalmente, a processos socioculturais de uma construção humana, sendo fortemente influenciada pela carga cultural-histórica que carregam os indivíduos que a praticam.

Nesse sentido, o homem, como ser social tem buscado avançar para uma nova percepção que reconheça a interdependência fundamental de todos os fenômenos, e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedade estamos todos encaixados nos processos cíclicos da natureza, sendo dependentes desses processos.

A tríade meio-homem-sociedade começa a ser entendida como uma única unidade e ambos os aspectos físicos e ecológicos dos sistemas naturais e de suas interações com os fatores sócio-econômicos e políticos começam a ser tratados de forma integrada.

Pensando na relação homem-paisagem do Planalto Norte Catarinense, e nos futuros cenários resultantes dessa interação: Quais os elementos que, interagindo, produzirão uma nova paisagem? Considerando a paisagem como emergência contínua e dinâmica, num processo evolucionário, é possível alcançar a sua sustentabilidade em todas as dimensões? Em se tratando do setor florestal, quais os elementos de alavancagem que determinarão uma nova política ambiental empresarial? E o que emergirá dessa nova relação com a sociedade-paisagem?

Ao idealizarmos uma paisagem futura algumas características são determinantes para concebê-la como sustentável, dentre elas, a *legalidade* e a *ética*. No entanto, não podemos confundir ética com lei, embora com certa frequência a lei tenha como base princípios éticos. Ao contrário do que ocorre com a lei, nenhum indivíduo pode ser compelido, pelo Estado ou por outros indivíduos, a cumprir as normas éticas, nem sofrer qualquer sanção pela desobediência a estas; por outro lado, a lei pode ser omissa quanto a questões abrangidas no escopo da ética. Ética (caráter) do grego *ethos*, indica um tipo de comportamento propriamente humano que não é natural, o homem não nasce com ele como se fosse um instinto, mas é *adquirido ou conquistado por hábito*, segundo Vázquez (1998). Portanto, a ética, pela própria etimologia, diz respeito a uma realidade humana que é construída histórica e socialmente a partir das relações coletivas dos seres humanos nas sociedades onde nascem e vivem.

Quais elementos são indicados para a construção de uma *paisagem legal*? Atualmente, preconiza-se que o *ideal* para cumprir o *legal* é, no mínimo, uma paisagem que contemple as seguintes normas: 20% das propriedades como Reserva Legal; manutenção de áreas de preservação permanente; restauração de áreas degradadas em nível local e restauração da conectividade da paisagem no nível de contexto; áreas de cultivo com sistemas de manejo adequados às normas internacionais de certificação florestal; diversificação da matriz produtiva contribuindo para a heterogeneidade da paisagem...

Por outro lado, quais elementos são indicados para a construção de uma *paisagem ética*? A ética pressupõe uma complexidade de elementos, uma vez que é concebida como *algo que é bom para o indivíduo e para a sociedade*. Pensando numa paisagem para a sociedade há necessidade de se realizar diagnósticos que indiquem quais são as necessidades sociais, buscando compatibilizar os valores cênicos; diferentes níveis econômicos, considerando pequenas e grandes propriedades, e diferentes usos da terra (agrícola, silvicultura, pastagens...); a conservação da heterogeneidade dos ambientes, priorizando áreas com espécies ameaçadas de extinção; visualizar áreas urbanas como elementos sócio-ambientais dotados de funções ecológicas importantes para a sociedade, dentre outros.

Enfim, talvez não seja possível definir todas as características legais e éticas para a construção de uma paisagem sustentável, mas é necessário, ao menos, considerar a existência dessa dualidade para a conservação ambiental.

### ***Tendências e perspectivas futuras: qual o próximo cenário da relação homem-natureza?***

O movimento de ruptura do homem e a natureza remonta muito mais longe e mais além dos períodos descritos nos cenários desenvolvidos neste trabalho. Desde a origem, desde a aparição da espécie humana, que o homem transforma a natureza. Como qualquer outra espécie natural, o homem, só pela sua presença, interfere sobre os ecossistemas que o abrigam; como qualquer outro ser vivo, o homem maneja recursos para assegurar a sua sobrevivência.

Na teoria de Ost (1995), o homem, ao contrário das outras espécies, humaniza a terra, imprime-lhe a sua marca física e reveste-a de símbolos que a fazem falar uma linguagem para ele inteligível. Nesse sentido, o

autor defende que o homem moderno transforma o mundo natural com a sua tecnologia, enquanto que o homem primitivo não se arriscava a perturbar a ordem do mundo senão mediante infinitas precauções, consciente da sua pertença a um universo cósmico, no seio do qual natureza e sociedade, grupo e indivíduo, coisa e pessoa, praticamente não se distinguiam.

Das diferentes correntes de pensamento que tinham o homem como foco ou centro irradiador da própria conduta à tendência contemporânea de que o que interessa fundamentalmente é o campo de interesses e valores vividos pelo ser humano em sua história com a natureza, encontramos a base do pensamento dialético: a idéia de que os elementos distintos e mesmo antagônicos têm necessariamente uma parte ligada. Nas palavras de Morin (2005), “*a distância que os separa é simultaneamente o intervalo que as aproxima*”.

A história de uso e ocupação do Planalto Norte Catarinense serve de modelo para entendermos as diferentes experiências humanas com a paisagem.

Da população nativa, passando pelos primeiros colonizadores, às grandes reflorestadoras, tudo se explica no quadro de uma representação sistêmico-complexa, para a qual o homem não tem existência fora do grupo (sociedade), do mesmo modo que o grupo humano apenas pode ser compreendido no quadro da sua pertença à natureza.

Analisando a interferência humana na paisagem regional, em função dos diferentes processos históricos que alavancaram as mudanças em cada época (Tabela 1), percebe-se que há diferença no nível de intervenção na paisagem.

**Tabela 1.** Síntese dos cenários e principais aspectos relacionados à relação homem-natureza na paisagem do Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Cenário	Período	Elementos de mudança	Processos históricos	Padrão da Paisagem	Relação homem-natureza-paisagem
<b>Colonização</b>	Final do século XIX até início da década de 70	População nativa: índios, bugres, caboclos; Primeiros colonizadores: <i>Lumber</i> e companhias internacionais	Fixação das primeiras comunidades nativas; devastação da FOM e exaustão dos recursos madeiráveis	Transição de uma paisagem <i>conservada</i> (natural) a uma paisagem <i>alterada</i> (devastação)	Homem colonizador, natureza dominada e devastada à mercê do homem
<b>Recuperação</b>	Início da década de 70 até final da década de 90	Regulamentações: Lei de incentivos fiscais; Código Florestal e suas modificações; outras normas legais	Instalação de empresas florestais para reflorestamento; Política de Recuperação	Transição de uma paisagem <i>alterada</i> para uma paisagem <i>modificada</i> (reflorestamento)	Homem reconstituídor da natureza e modificar da paisagem num papel de restaurador dos processos naturais
<b>Integração</b>	Final da década de 90 até início do século XXI	Certificação Florestal; normas e critérios de organizações internacionais	Política internacional para certificação de produtos florestais e adequação ambiental no setor florestal	Transição de uma paisagem <i>modificada</i> para uma paisagem em <i>mosaico</i> (vários usos da terra)	Homem integrador da natureza, com papel de compatibilizar os usos da terra numa visão de pertencimento à paisagem
<b>Sustentabilidade</b>	Início do século XXI - futuro	Conceitos e práticas de desenvolvimento sustentável	Políticas de sustentabilidade no setor florestal; ações sistêmicas	Transição de uma paisagem em <i>mosaico</i> para uma paisagem <i>complexa</i> (várias dimensões)	Homem e natureza num processo eco-evolucionário para a construção de uma paisagem complexa

Índios Xokleng, bugres, caboclos tinham suas atividades de subsistência associadas à coleta, caça e poucas práticas de agricultura, exercendo um baixo grau de interferência na paisagem, uma vez que ocupavam áreas pouco expressivas em extensão, o que facilitou a manutenção do potencial conservativo da paisagem. Considerando a dimensão temporal das sucessivas intervenções neste cenário, os primeiros colonizadores responsáveis pelo desmatamento promovido pela exploração madeireira atuaram sobre a paisagem de forma significativa, aumentando gradativamente o processo de alteração da Floresta Ombrófila Mista. As companhias internacionais foram os grupos que ocuparam expressivas extensões de áreas na região, ampliando o poder político e econômico sobre o Planalto Norte Catarinense por meio da apropriação da natureza e dos seus recursos madeiráveis.

A origem das forças econômicas e políticas da região foi sempre proveniente do processo de dominação e de ocupação do território, geralmente apoiado pelo Estado, o qual, direta ou indiretamente, promoveu uma crescente e gradativa redução das áreas de cobertura florestal nativa. Políticas de limitações e de incentivos fiscais facilitaram a modificação da matriz florestal da paisagem para uma matriz silvicultural e a ocupação de áreas desmatadas para o povoamento de *Pínus* e *Eucalyptus*.

Por outro lado, apesar do atraso, o Estado elaborou regulamentações e criou políticas nacionais que frearam o ritmo dos reflorestamentos, contribuindo para a manutenção de áreas preservadas, de caráter permanente, e para a restauração de áreas degradadas, anteriormente ocupadas por talhões de pínus. A paisagem modificada com a supervalorização de espécies exóticas avançou para um cenário em forma de mosaico com unidades interativas e heterogêneas. Nesse sentido, uma política de recuperação florestal cria oportunidades de rever novos conceitos, métodos e tecnologias que privilegiem o contexto, criando espaço para uma visão de totalidade, considerando a paisagem como uma unidade complexa de gestão.

Embora o Estado, com a imposição por meio de regulamentações, contribuiu para a modificação da matriz produtiva da paisagem, em outra mão, normatizou e limitou o uso das áreas de preservação permanente. Apesar disso, as regulamentações governamentais não têm

sido consideradas efetivas para garantir as demandas de conservação dos remanescentes florestais (Siminski 2009), e nem tão pouco, da paisagem como unidade de gestão. Nesse sentido, visualiza-se a ocorrência de um processo de *erosão* da legitimidade do Estado na regulamentação de questões florestais, conforme defendem Nardelli & Griffith (2003), dada a ineficiência na implementação de uma política florestal sustentável.

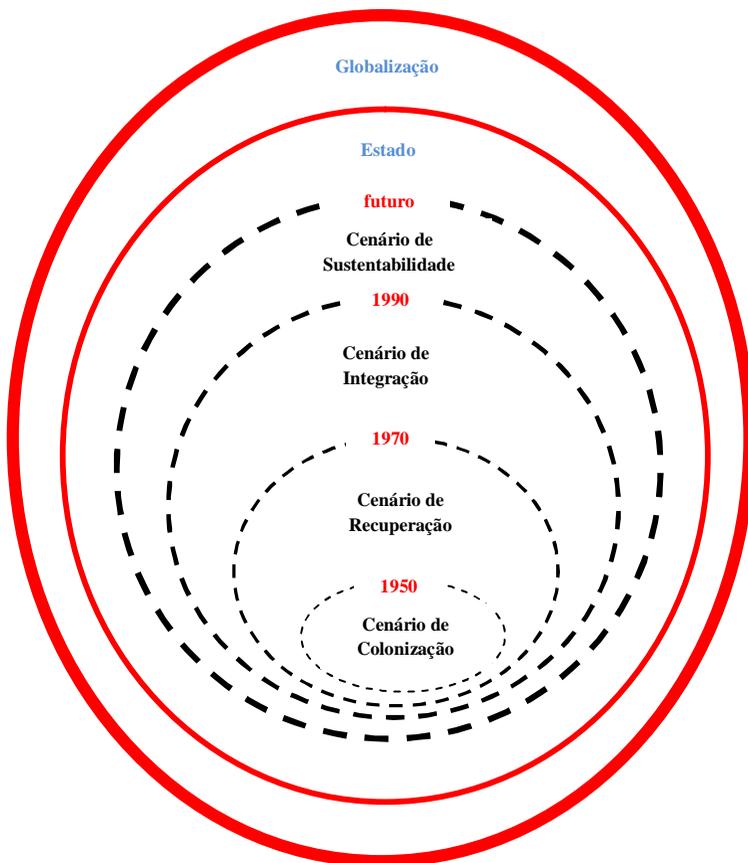
A influência do mercado global e da política internacional contribuiu para o decréscimo da legitimidade do Estado na efetivação das regulações governamentais, pelo menos para o setor florestal. É evidente que apesar de lacunas nas regulações governamentais, os padrões para certificação não atuam de modo a competir com o Estado. A tendência é que essas questões passem a influenciar as políticas públicas e sejam incorporadas na negociação de novas leis.

Mas afinal, o que é o *Estado*? Visualiza-se o Estado como um elemento modificador das relações entre a sociedade e seu território e determinante nas decisões sócio-políticas de uma paisagem. Entendido como uma emergência é parte especializada a serviço dos interesses de um todo, utilizando-se, para tanto, um arranjo especial de leis ou normas. O conceito de Estado varia segundo o ângulo que é considerado, conforme defende Meirelles (1997). Do ponto de vista sociológico, é corporação territorial dotada de um poder de mando originário (Jellinek, 2002); sob o aspecto político, é comunidade de homens, fixada sobre um território, com potestade superior de ação, de mando e de coerção (Malberg, 2001); sob o prisma constitucional, é pessoa jurídica territorial soberana (Biscaretti di Ruffia, 1984). O Estado segundo Bobbio é o *grande monstro comedor de gente!* Seria uma organização social onde as pessoas que residem nele fazem um contrato - o contrato social - tacitamente estabelecendo poderes que o governarão e respeitando normas estabelecidas por esses poderes. No fim, o Estado é um *grande laranja* a serviço de poderosas entidades, que atende ao viés de poder que nele se instala pelos tempos afora (Felipe, 2009).

Nesse sentido, o Estado teve um papel fundamental na construção de cada cenário, contribuindo para a formação da paisagem do Planalto Norte Catarinense, ao assumir um papel *xenocrata* (do grego *xeno*=estrangeiro; *crata*=governo, poder) ao longo da história com um governo impositivo e centrado em interesses internacionais. Na paisagem colonizada, o Estado é representado pelas grandes companhias

ferroviárias estrangeiras e pelas subsidiárias norte-americanas no Brasil (*Lumber* e outras), cuja influência atua no setor econômico, deslocando os recursos para o trecho RS-SP. Já na década de 1970, no cenário marcado por políticas de devastação e de recuperação, o Estado em conjunto com a iniciativa do setor florestal, opera com um conjunto de dispositivos legais centrados na expansão das florestas plantadas, por influência do mercado externo que inicialmente busca no papel e celulose a expansão do setor econômico mundial. Os acordos internacionais movimentam o Estado para assumir uma postura sustentável diante da gestão da paisagem, fixando para tanto, as normas de certificação florestal. De lá para cá, a paisagem foi sendo modificada tendo o Estado como pano de fundo das transformações sociais, políticas, econômicas e ambientais. Ao mesmo tempo em que o Estado contribuiu para as modificações, também possibilitou a definição do meio justo para a adequação da paisagem do Planalto Norte Catarinense no cenário da sustentabilidade mundial (Figura 7).

Numa perspectiva evolucionária sistêmica, o *Estado xenocrata* e os mecanismos globalizantes impostos pelos acordos internacionais representam elementos externos, e que exercem grande influência localmente sobre a paisagem do Planalto Norte Catarinense. Entendendo esta paisagem como uma propriedade emergente, assume-se que ela tem qualidades que a tornam irreversível, irredutível e imprevisível. A Figura 7 ilustra estas qualidades da paisagem, uma vez que mostra que os diferentes cenários não podem mais ser entendidos, cada qual, como uma *parte* da história, mas sim como um *todo*, um conjunto de eventos históricos regionais acoplados a eventos externos globais que influenciaram na composição de cada paisagem correspondente.



**Figura 7.** Perspectiva sistêmica da influência dos mecanismos globalizantes e do Estado sobre os cenários da relação homem-natureza e suas respectivas paisagens, considerando a região do Planalto Norte Catarinense. A espessura das linhas pontilhadas representa a intensidade da modificação da paisagem em cada cenário; quanto mais espessa maior a modificação na paisagem; as linhas pretas representam os cenários locais (Planalto Norte Catarinense) e as linhas vermelhas representam os fatores externos do cenário global. Elaborado por Tres, D. R. (2010).

No entanto, a sustentabilidade do manejo florestal, como a sustentabilidade como um todo, é difícil de ser compreendida e interpretada para condições operacionais, apesar das questões relativas terem merecido constante atenção de vários segmentos da sociedade, nas esferas nacional e internacional. Nesse sentido, Nardelli (2001) menciona que o desenvolvimento de princípios, critérios e indicadores para o manejo florestal sustentável por várias iniciativas internacionais foi guiado, em grande parte, por compromissos políticos nacionais e internacionais, especialmente os documentos da UNCED - 1992: Agenda 21, Os Princípios sobre Florestas, a Convenção da Diversidade Biológica e a Convenção do Clima, entre outros. A noção de desenvolvimento sustentável como um todo emergiu em diferentes momentos da história, no entanto alguns encontros determinaram muitos compromissos ambientais globais que vieram à tona em discussões no século XX: o Relatório sobre os limites de crescimento de 1972 (Clube de Roma), produzido na Conferência de Estocolmo, o surgimento de eco desenvolvimento em 1973, a Conferência da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 (citados por van Bellen, 2006), entre tantos outros. Na verdade, as convenções internacionais representaram grandes encontros que formalizaram formas de pagamento dos Estados por compromissos ambientais, sociais e econômicos, e que localmente, refletiram na gestão e manejo das paisagens.

Atualmente, a certificação como instrumento normativo tem um papel catalítico na promoção de boas práticas, complementando outros instrumentos como as leis nacionais e tratados internacionais, conforme defendido por Vallejo (1996). Por ser um instrumento de mercado, a certificação florestal foi concebida para ser um elemento motivador na consolidação de uma nova política de negociações com os clientes, principalmente internacionais, e determinante no reconhecimento de uma nova política de adequação ambiental que determinou o bom manejo das florestas, ou seja, o manejo florestal ambientalmente adequado, socialmente benéfico e economicamente viável.

As oportunidades de negócios, viabilizada pela certificação florestal através do *bom manejo florestal*, demandou práticas que contribuíram para a construção de uma visão mais integradora das diferentes unidades do mosaico da paisagem, considerando a conservação da biodiversidade,

a proteção do solo, dos mananciais e ecossistema frágeis, incluindo os benefícios sociais.

Entretanto, é importante salientar que a certificação não foi idealizada para resolver todos os aspectos relativos à qualidade do manejo florestal, mas pode ser considerada um elemento de alavancagem, de mudança, permitindo o estabelecimento de uma visão de sustentabilidade e conseqüentemente, visão de longo prazo, no manejo das paisagens.

Na contramão do setor florestal, analisando os cenários do ponto de vista social, as políticas desenvolvidas ao longo das últimas décadas, foram direcionadas à efetivação de pacotes tecnológicos modernos, muitas vezes, não adaptados às condições sociais, ambientais e culturais das comunidades locais. O objetivo destas políticas sempre esteve apoiado na necessidade da expansão das fronteiras agrícolas, desconsiderando que os modelos podem não ser socialmente sustentáveis, resultando no abandono de valores e conhecimentos tradicionais/locais (Steenbock 2009; Siminski 2009).

Nesse sentido, a construção de uma paisagem sustentável pressupõe que as múltiplas combinações entre valores, conhecimento, ambiente, tecnologia e organização social condicionem formas próprias deste conjunto de fatores, sendo necessariamente a paisagem resultante dessas combinações.

Consideramos a relação homem-natureza uma situação de complexidade, uma vez que se apresenta multidimensional. Situações caracteristicamente complexas tendem a ser analisadas com base numa visão de sua totalidade e da interação de suas partes. Assim, as metodologias desenvolvidas baseadas em conceitos sistêmicos que consideram esses fatores facilitaram a expressão e estruturação de situações complexas por permitirem descrever, compreender e identificar os principais elementos e variáveis e suas interações no contexto. Permitiram identificar os atores sociais envolvidos com a questão e as relações causais entre as variáveis que afetam o sistema.

Os cenários apresentaram-se como realidades em movimento, e como tal necessitavam ser entendidos por inteiro e em diferentes escalas. Considerados como métodos artificiais, contribuíram para evidenciar os diferentes níveis existentes entre a história do Planalto Norte Catarinense e a sociedade, e ainda, as relações de circularidade

estabelecidas entre elas. Expressa como uma unidade complexa e com elementos interdependentes e interativos, a paisagem pôde ser discutida como o fruto da interação da sociedade humana com seu espaço de vida, natural e construído.

Considerando o reconhecimento da existência de uma nova forma de pensar e gerir a paisagem, qual a implicação dessa abordagem na relação homem-natureza? A possibilidade de enxergar a relação homem-natureza sob um ponto de vista dialético é sem dúvida, a perspectiva dos próximos cenários.

Das inúmeras formas que se pode assumir essa prática, uma característica importante é o reconhecimento das relações entre os elementos, entre os diversos níveis da natureza: a física, a biológica e a social.

Dessa forma, não se vê o homem como ser supremo e único, negando total autonomia de existência ao meio ambiente, e nem, tão pouco, o fundamentalismo ecológico, mas a complementaridade de ambos os aspectos. Busca-se, então, o reconhecimento dos vínculos e limites, aprendendo a identificá-los na proporção ideal, conjugando os interesses do homem e da natureza sem supremacias e reconhecendo a interdependência existente nessa relação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, V. & Johnson, L. 1997. **Systems thinking basics: from concepts to causal loops**. Cambridge, Massachusetts, Pegasus, 132p.

Associação Brasileira de Produtores de Madeira. **Aspectos da indústria madeireira do Paraná**. Boletim Informativo da ABPM. São Paulo: Informativo Mensal no. 33, 1981.

Bobbio, N. 1992. **A era dos direitos**. Trad. Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Campus.

Boff, L. **La era ecocida**. Via Mirada Global. Disponível em: <[http://www.miradaglobal.com/pdf/140602\(esp\).pdf](http://www.miradaglobal.com/pdf/140602(esp).pdf)> Acesso em 20 de fev. de 2007.

Boff, L. **Saber cuidar: ética do humano - compaixão pela terra**. Petrópolis: Editora Vozes, 2000.

Bosi, E. 1994. **Memória e sociedade: lembranças de velhos**. 3ª edição. São Paulo: Companhia das Letras. 484p.

Brasil. **Lei nº 7803 de 18 de julho de 1989**. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 20 jul. 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L7803.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7803.htm)> Acesso em 20 de ago. de 2008.

Brasil. **Lei nº 7.511 de 07 de julho de 1986**. Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 8 jul. 1986. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L7511.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7511.htm)> Acesso em 20 de ago. de 2008.

Brasil. **Lei nº 5.106 de 02 de setembro de 1966**. Dispõe sobre os incentivos concedidos a empreendimentos florestais. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 5 set. 1966. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/L5106.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5106.htm)> Acesso em 20 de ago. de 2008.

Brasil. **Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)> Acesso em 20 de ago. de 2008.

Bertrand, G.1978. Le paysage entre la nature et la société. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest** 49: 16-26.

Cabral, O. R. 1960. **João Maria: interpretação da campanha do Contestado**. São Paulo: Nacional.

Capra, F. 1982. **O ponto de mutação. A ciência, a sociedade e a cultura emergente**. São Paulo: Cultrix.

Carvalho, M. M. X. 2006. O desmatamento das florestas de araucária e o Médio Vale do Iguaçu: uma história de riqueza madeireira e colonizações. **Dissertação de Mestrado**. Florianópolis, Programa de Pós-graduação em História, UFSC.

Di Ruffia, P. B. 1984. **Direito constitucional**. Trad. Maria Helena Diniz. São Paulo: Ed. RT.

FEAM. 1998. **A questão ambiental em Minas Gerais: discurso e política**. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Centro de Estudos Históricos e Culturais, Fundação João Pinheiro, 328p.

Felipe, J. O. 2009. **Gestão para sustentabilidade**. 1. ed. Clube dos Autores. 62p.

Fier, I. S. N. 2008. Florestas de hoje e para o futuro. In: **Opiniões sobre a gestão da silvicultura brasileira**. Celulose, papel e floresta. Dezembro de 2008-Fevereiro de 2009. pg. 24.

Garlipp, R. C. 1995. O “boom” da certificação: é preciso garantir a credibilidade. **Silvicultura** 16 (61): 15-22.

Guimarães, H. S. 2009. Florestas plantadas: evidências e desafios da sustentabilidade. In: **Opiniões: sobre o que é, de fato, o meio ambiente**. Florestal: papel, celulose, carvão, siderurgia, painéis e madeira. Junho de 2009-Agosto de 2009. pg. 40.

Governo do Estado de Santa Catarina. **Contestado**. Florianópolis: IOESC, 2001.

Jellinek, G. 2002. **Teoria General Del Estado**. Cidade do México: Fundo de Cultura Econômica.

Kormann, J. **Rio Negrinho que eu conheci**. Curitiba: Tipo West Ltda, 1980. 195p.

Lago, P. F. 1978. **Santa Catarina: dimensões e perspectivas**. Florianópolis: UFSC.

Lago, P. F. 1988. **Gente da terra Catarinense**. Florianópolis: UFSC.

Lynch, O. J. 1990. **Whither the people? Demographic, tenurial and agricultural aspects of the tropical forestry action plan**. Washington, D. C., World Resources Institute.

Meirelles, H. L. 1997. **Direito Administrativo Brasileiro**. São Paulo: Editora Malheiros, 22<sup>a</sup> edição.

Mendes Filho, J. M. de A. 2009. A sustentabilidade no setor florestal. In: **Opiniões: sobre o que é, de fato, o meio ambiente**. Florestal: papel, celulose, carvão, siderurgia, painéis e madeira. Junho de 2009-Agosto de 2009. pg. 39.

Morin, E. 1999. O desafio da complexidade. In: Morin, E. **Ciência com consciência**. 3<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 175-193.

Morin, E. 2005. **O método II: a vida da vida**. Porto Alegre: Sulina, 528p.

Nardelli, A. M. B. 2001. Sistemas de certificação e visão de sustentabilidade no setor florestal brasileiro. **Tese de Doutorado**. Viçosa, Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, UFV.

Nardelli, A. M. B. & Griffith, J. J. 2003. Modelo teórico para compreensão do ambientalismo empresarial do setor florestal brasileiro. **Revista Árvore** 27 (6): 1-21.

Naveh, Z. 1991. Some remarks on recent developments in landscape ecology as a transdisciplinary ecological and geographical science. **Landscape Ecology** 5 (2): 65-73.

Nietzche, F. W. 1995. **A filosofia na idade trágica dos gregos**. Rio de Janeiro: Elfos.

Oliveira, A. C. 2009. Combater o bom combate. In: **Opiniões: sobre o que é, de fato, o meio ambiente**. Florestal: papel, celulose, carvão, siderurgia, painéis e madeira. Junho de 2009-Agosto de 2009. pg. 38.

Ost, F. 1995. **A natureza à margem da Lei: a ecologia à prova do direito**. Lisboa: Instituto Piaget.

Piazza, W. F. 1983. **Santa Catarina: sua história**. Florianópolis: UFSC/Lunardelli.

Schlundwein, S. L. 2004. Por que a análise sistêmica não pode refletir a realidade? **Redes** 9 (2): 117-132.

Schlundwein, S. L. 2007. Prática sistêmica para lida com situações de complexidade. In: **Anais**. 3º. Congresso Brasileiro de Sistemas, CCA-PGA/CCA.

Senge, P. M. 1990. **A quinta disciplina**. 12ª edição. São Paulo: Best Seller, 351p.

Siminski, A. 2009. Floresta do Futuro: conhecimento, valorização e perspectiva de uso das formações florestais secundárias no estado de Santa Catarina. **Tese de Doutorado**. Florianópolis, Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, UFSC.

Smartwood Program. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola – IMAFLORA. **Resumo Público de Certificação de Modo Battistella Reflorestamento S/A – MOBASA**. Certificado n°. SW-FM/COC-1070, 2003. Disponível em: <<http://www.smartwood.org>> Acesso em 25 de maio de 2006.

Steenbock, W. 2009. Domesticação de bracatingais: perspectivas de inclusão social e conservação ambiental. **Tese de Doutorado**. Florianópolis, Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, UFSC.

Thomé, N. 1981. **Civilizações primitivas do Contestado**. Caçador: Universal.

Thomé, N. 1983. **Trem de ferro: história da ferrovia no Contestado**. Florianópolis: Lunardelli.

Thomé, N. 1995. **Ciclo da madeira: história da devastação da Floresta da Araucária e do desenvolvimento da indústria madeireira em Caçador e na região do Contestado no século XX**. Caçador: Universal, 212p.

Valentini, D. J. 2003. **Da cidade santa à corte celeste: memórias de sertanejos e a Guerra do Contestado**. Caçador, Universidade do Contestado, 3ª edição. 191p.

Vallejo, N. 1996. **Potential economic, social and environmental impacts of certification**. Prepared for the UBC-UPM Conference on Ecological, Political and Social Issues in Forest Management Certification. University of British Columbia, 15p.

van Bellen, M. H. 2006. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV. 256p.

Vázquez, A. S. 1998. **Ética**. 18ª edição. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

Vinhas de Queiroz, M. 1981. **Messianismo e conflito social: a Guerra sertaneja do Contestado, 1912-1916**. São Paulo: Ática.

Yu, C. M. 1988. **Faxinal: uma forma de organização camponesa em desagregação no Centro-Sul do Paraná**. Londrina: IAPAR, 123p.

## CAPÍTULO II

### **A heterogeneidade da paisagem em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense**

#### **INTRODUÇÃO**

A visão e a concepção do espaço só podem ser entendidas no sentido da globalidade e da totalidade, na maneira como se reúnem e se relacionam os componentes ecológicos, funcionais e físicos do meio natural com as necessidades humanas. Nesta perspectiva, a paisagem deve ser interpretada como constituída por um sistema de sistemas interligados a vários níveis conferindo complexidade e diversidade (Ferro, 2004).

Historicamente, os elementos da natureza eram analisados em sua totalidade, baseados na observação holística da realidade. A noção de totalidade, da ordenação e disposição do espaço foram registradas e reconhecidas por meio de escritos aristotélicos sobre a organização da natureza e suas diversas relações (Santos, 2004). Posteriormente, a ciência foi fragmentando os elementos naturais e as paisagens e compreendendo de maneira particularizada e minuciosa as partes componentes de um sistema que se mostrava complexo e diversificado. Em especial, a paisagem foi composta e planejada por partes, sem a preocupação de torná-las interativas.

No entanto, em qualquer dimensão da vida contemporânea, o ambiente ficou mais amplo, mais complexo e menos previsível. Muitos dos problemas que urgem ser enfrentados não podem mais ser tratados parcialmente, como se fossem problemas isolados.

As mudanças ambientais globais têm sido relatadas na forma de componentes interatuantes que alteram a estrutura e o funcionamento da Terra como um sistema, com seus efeitos podendo ser observados nos diversos níveis de organização biológica e nas escalas espaciais que variam do contexto local ao global (Paese & Santos, 2004). Hobbs (1997) defende que a ecologia da paisagem tem sido considerada uma abordagem promissora para a solução dos problemas em nível local e global.

Stewart et al. (2000) defendem que o mundo é heterogêneo e que as distintas fontes de heterogeneidade interagem no sentido de produzirem um processo dinâmico de formação do meio ambiente. Nesse sentido, abordagens que enfatizem a importância da heterogeneidade espacial e temporal da paisagem e a noção de escala trazem grandes contribuições no estudo das interações entre as atividades humanas e os sistemas naturais e culturais, uma vez que os organismos vivem em habitats altamente heterogêneos no espaço e no tempo.

Wiens (2000) mostra que o recente interesse pela heterogeneidade é consequência da mudança de paradigmas na ecologia, que deixou de considerar os ambientes como funcionalmente homogêneos e submetidos a estudos rigorosamente controlados e replicados. Considerando diversos conceitos de heterogeneidade, grande parte das definições enfatiza a descontinuidade e variação no espaço e no tempo.

Entretanto a definição de heterogeneidade ambiental proposta para este trabalho é apresentada sob um duplo aspecto: natural e transformada. A heterogeneidade natural refere-se às qualidades que emergem da ação conjunta de fatores abióticos (propriedades físicas e químicas do solo, geomorfologia, topografia, clima), bióticos (produtores, consumidores e decompositores) e de fenômenos estocásticos (temporal e espacial). Dentro de uma concepção simplista da natureza, aparentemente a paisagem original é considerada homogênea. Entretanto, mesmo grandes manchas naturais conservadas originalmente são ricas em heterogeneidade formada por sistemas complexos e dinâmicos no espaço e no tempo.

Estudos recentes têm mostrado a relação da heterogeneidade ambiental natural e os processos ecológicos (Rosenzweig, 1995; Wilson, 2000; Pickett et al., 2000) em diferentes escalas.

A heterogeneidade transformada representa as qualidades que emergem da relação do homem com a natureza, que atua no sentido de uniformizar, simplificar e homogeneizar os ambientes. Visando criar uma paisagem produtiva com diferentes usos, o homem tende a homogeneizar essa heterogeneidade natural, tornando os distintos ambientes os mais semelhantes e uniformes possíveis. Ao atuar neste sentido, o homem cria uma nova heterogeneidade na paisagem.

O ambiente em seu estado primitivo é rico em heterogeneidade natural. Num contexto regional, a Floresta Ombrófila Mista era

originalmente constituída por uma diversidade de habitats. Associados aos densos agrupamentos de araucária encontravam-se os imbuiais, ervais, faxinais, catanduvras e capoeiras (Klein, 1960). A vegetação e seus ambientes associados não constituíam formação homogênea e contínua, ao contrário, formada por diversas associações e agrupamentos de espécies em variados estádios sucessionais, compunham um mosaico heterogêneo natural.

À medida que os sistemas produtivos de interesse humano foram sendo maximizados em detrimento dos sistemas naturais, a paisagem original e sua heterogeneidade intrínseca sofreram modificações com tendências à homogeneização dos ambientes e à padronização dos elementos formadores do mosaico original. A atividade silvicultural, direcionada à uniformidade dos seus elementos de interesse, gerou padrões espaciais e temporais que caracterizaram uma nova heterogeneidade na paisagem.

Dentro desta nova concepção, entende-se que para o estudo da paisagem com foco em fazendas produtoras de madeira é essencial um diagnóstico ambiental que compreenda o espaço sob as diversas formas da sua heterogeneidade. Nesse sentido, a proposta deste trabalho é analisar a paisagem sob uma perspectiva sistêmica em relação as suas diferentes fontes e formas da heterogeneidade, baseados nos elementos históricos, físicos e ecológicos e numa escala espacial e temporal. Isso implica no entendimento de que a paisagem é produto da relação histórica do homem com a utilização racional dos elementos heterogêneos formadores da paisagem como o clima, relevo, solo, água, vegetação, usos e ocupação da terra.

Quais elementos indicam a heterogeneidade em uma paisagem? Como as diferentes formas e fontes de heterogeneidade interagem para formar uma paisagem complexa? Qual a implicação da heterogeneidade da paisagem no uso e ocupação da terra atual, considerando o sistema de manejo de uma fazenda produtora de madeira? Como a heterogeneidade da paisagem pode afetar o fluxo de organismos e a conectividade ambiental?

A perspectiva é que este estudo venha a subsidiar ações para a implementação, na totalidade, de um sistema de manejo ambiental em fazendas produtoras de madeira que promova um cenário sustentável

para a paisagem do Planalto Norte Catarinense, levando em consideração as diversas formas de heterogeneidade ambiental.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A área de estudo é a paisagem formada pelas áreas de duas fazendas produtoras de madeira mais um raio de 1 km. A Fazenda Santa Alice encontra-se totalmente inserida no município de Rio Negrinho, enquanto que a Fazenda Rio Feio encontra-se também dentro dos limites do município de Rio dos Cedros. Ambas as fazendas são propriedade da Empresa Battistella Florestal, região do Planalto Norte Catarinense (para mais detalhes ver Área de Estudo na Apresentação).

### **Materiais e métodos**

Os procedimentos adotados neste estudo envolveram a: obtenção de dados vetoriais primários, realização de georreferenciamento de fotografias aéreas, fotointerpretação, definição das classes de uso e cobertura da terra, verdade terrestre ou reambulação. Foi elaborada uma série histórica baseada no mapeamento do uso e cobertura da terra nos períodos de 1957, 1978 e 2005 e cartas temáticas de hipsometria, de declividade, de hidrografia, da malha viária, dos fragmentos de vegetação nativa, das margens de rios e nascentes e das unidades da paisagem. Todos os procedimentos foram realizados no programa de processamento de informações geográficas ArcGis 9.2 (ESRI 2008).

#### **a) Obtenção de dados primários**

Foram obtidos dados vetoriais de diferentes fontes. Do IBGE (2005) foram obtidas quatro cartas topográficas em meio digital do Estado de Santa Catarina editadas em 1979 pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG) na escala 1:50.000 (folhas SG – 22 – Z – A – VI – 2 – MI – 2880/2 – Represa Alto Rio Preto; folhas SG – 22 – Z – B – IV – 1 – MI – 2881/1 – Rio dos Cedros; folhas SG – 22 – Z – A – III – 4 – MI – 2868/4 – Rio Negrinho; folhas SG – 22 – Z – B – I – 3 – MI – 2869/3 – São Bento do Sul).

Das cartas topográficas foram obtidos os limites estadual, municipal, as curvas de nível com equidistância de 20 metros, a rede hidrográfica e a malha viária. O limite das fazendas foi fornecido em meio digital pela empresa Batistella Florestal na escala 1:10.000.

Levantamentos aerofotogramétricos realizados no ano de 1957 (fotos nº. 8922, 12185, 12186, 18425, 18427, 18429, 18463, 18464, 18465); e 1978 (fotos nº. 10724, 10725, 11094, 11096, 11149, 11151, 11153, 11092), ambos em escala 1:25.000 foram cedidos pela Secretaria do Governo do Estado de Planejamento e pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

Aerofotos datadas de 2005 (fotos nº. 18, 19, 22, 23, 27, 28, 8-20, 9-22, 10-20) cedidas pela Prefeitura de Rio Negrinho foram geradas via recobrimento aerofotogramétrico colorido na escala aproximada de 1:20.000, realizado no ano de 2005 e ortoretificadas por meio de restituição planialtimétrica na escala 1:10.000 em 2006, pela empresa Agritec Agrimensura Aerofotogrametria Ltda de Curitiba, Paraná.

Para compor a base de dados do trabalho, os dados vetoriais de interesse foram importados para o ArcGis 9.2 e mantidas as escalas originais. O Sistema de Projeção Geográfica utilizado foi o UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum Horizontal SAD 69, Zona 22 Sul. As fotografias aéreas foram convertidas para meio digital pelo processo de *scanner*, com resolução de 600 dpi.

## **b) Georreferenciamento**

O georreferenciamento de uma imagem ou um mapa ou qualquer outra forma de informação geográfica é tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência. Esta etapa do trabalho iniciou-se com a obtenção das coordenadas de pontos das ortofotos de 2005, conhecidos como pontos de controle. Os pontos de controle escolhidos foram locais que ofereceram uma feição física perfeitamente identificável, como intersecções de estradas e de rios, represas, construções proeminentes, entre outros.

Foram utilizadas as ortofotos como referência, pois estas são imagens fotográficas que foram retificadas diferencialmente para remover qualquer distorção de geometria (posição e inclinação) e deslocamentos devido ao relevo (ortoretificação). Ao contrário das fotografias aéreas simples que sempre apresentam deformações

causadas pela perspectiva da câmera, da altitude ou da velocidade com que se move a câmera.

Este processo foi realizado pelo módulo Georeferencing do Arcmap. Em cada fotografia foram utilizados no mínimo quatro pontos de controle com um resíduo ou erro inferior a 5 metros.

### c) Fotointerpretação

A etapa de fotointerpretação refere-se ao conjunto de todos os processos envolvendo a análise visual de imagens fotográficas. Neste caso o produto a ser fotointerpretado foram as fotografias aéreas e as ortofotos. O objetivo foi identificar objetos e o seu significado.

Esse processo envolveu três fases. A primeira foi o processo de fotoleitura. Esta fase consistiu em análise das fotografias aéreas de uma maneira superficial, com o propósito de reconhecer as diferentes feições da paisagem. O segundo processo foi a fotoanálise. Foram realizadas a avaliação e ordenação das partes que compunham as fotografias por meio de uma legenda de interpretação, separando as diferentes feições contidas nas fotos em função do padrão fotográfico apresentado. O terceiro foi o processo de fotointerpretação propriamente dita. Utilizou-se do raciocínio lógico, dedutivo e indutivo para compreender e explicar o comportamento de cada objeto contido nas fotos. Este foi realizado com base em certas características dos objetos que, muitas vezes, foram utilizadas pelo fotointérprete devido à rotina de trabalho. Estas fases seguiram a orientação de Moreira (2005).

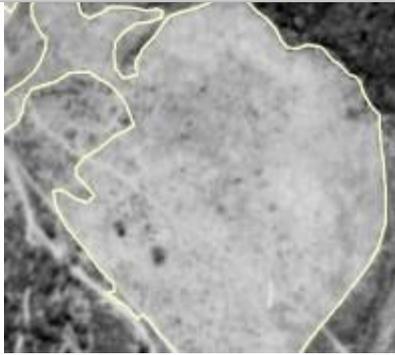
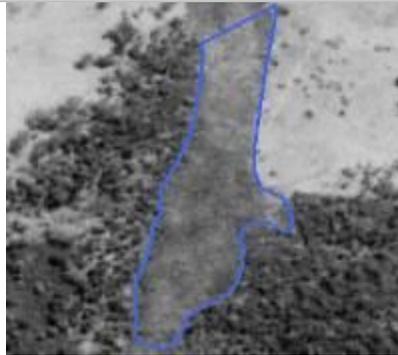
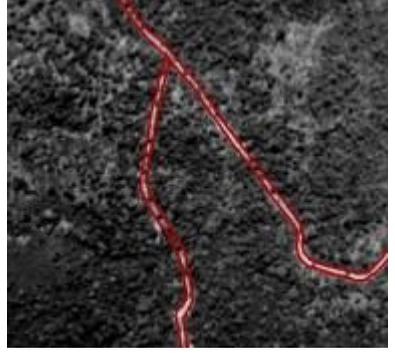
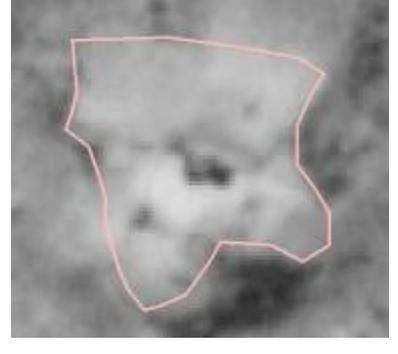
Após a conversão das fotografias aéreas para o meio digital foi possível que se efetuasse o processo de vetorização de cada feição com o auxílio do cursor. Este processo foi realizado com o uso do módulo Editor do Arcmap por meio do método visual de digitalização em tela (*on screen digitalizing*). Digitaram-se os polígonos, sendo classificados conforme as seguintes características, baseadas em Loch (2006) e Moreira (2005):

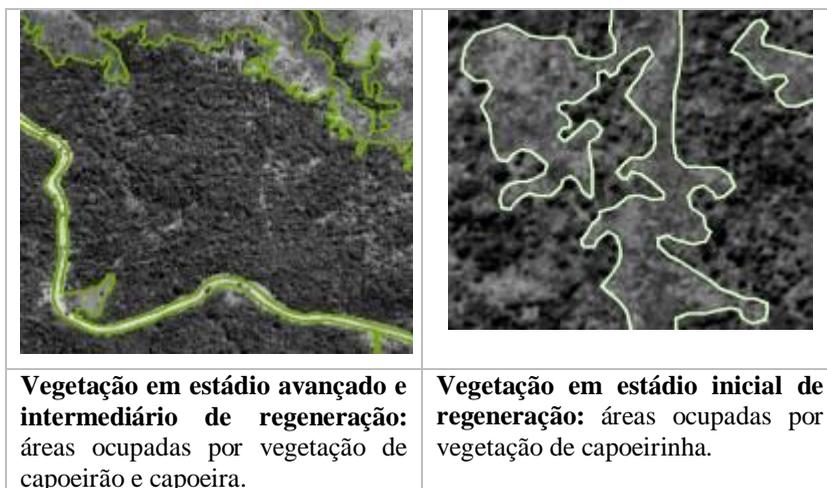
- padrão (distribuição espacial das feições de determinados objetos);
- tonalidade (cor ou brilho dos objetos que compõem a o terreno);
- forma e tamanho;
- sombra (efeito provocado pelo relevo omitindo o tipo de ocupação do solo pela baixa incidência de luz no terreno);

- textura (padrão de arranjo espacial das feições contínuas, homogêneas e passíveis de repetição);
- contexto (como os detalhes de tons, texturas e padrões estão localizados em relação aos atributos conhecidos do terreno).

#### **d) Definição das classes de uso e cobertura da terra**

Após a realização das três fases da fotointerpretação foi possível definir as classes de uso e cobertura da terra para os anos de 1957, 1978 e 2005. Para os anos de 1957 e 1978, além das características descritas acima, as classes foram definidas com base em pesquisas bibliográficas no arquivo histórico do município de Rio Negrinho e pelo uso de um banco de dados da empresa Batisttela Florestal. Quando necessário utilizou-se um estereoscópio ótico de espelho de mesa (Eng Level) do Laboratório de Pedologia da UFSC. Neste caso, o estereoscópio foi utilizado principalmente para sanar dúvidas com relação aos estádios sucessionais da vegetação e de áreas de agricultura, pastagem e reflorestamento. Para o ano de 2005 as classes foram definidas com o auxílio do conhecimento prévio de campo, etapa descrita posteriormente. As classes para cada ano estão representadas e descritas na Figura 1 (a, b, c).

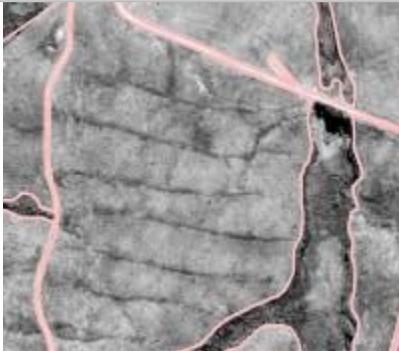
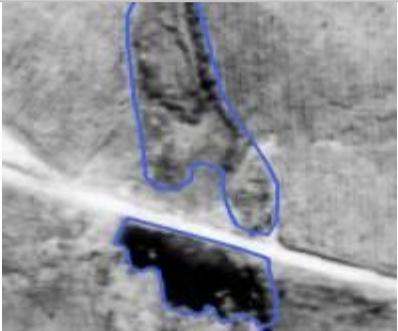
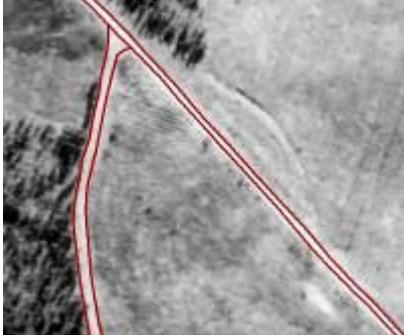
	
<p><b>Área de cultivo:</b> áreas abertas para o uso como pastagem, agricultura e reflorestamento de pinus.</p>	<p><b>Lâmina d'água:</b> áreas ocupadas por lagos, tanques e açudes.</p>
	
<p><b>Estradas:</b> áreas ocupadas por ruas e aceiros.</p>	<p><b>Construções:</b> áreas ocupadas por alojamentos, residências, igrejas e infra-estrutura rural.</p>

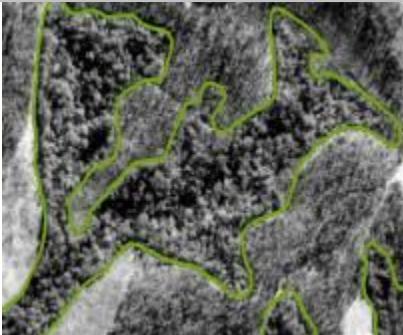
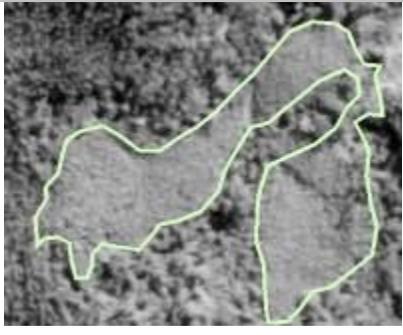
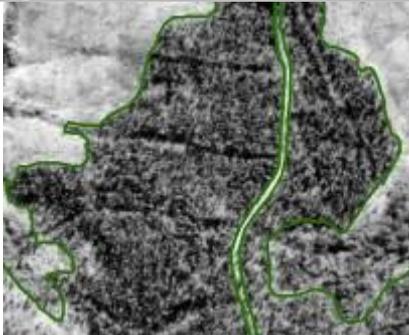


**Figura 1a.** Descrição das classes de uso e cobertura da terra para o ano de 1957.

Fonte: Levantamento aerofotogramétrico realizado em 1957. Escala 1:25.000.

Elaborada por Tres, D. R. (2010).

	
<p><b>Área de cultivo:</b> áreas abertas para o uso como pastagem, agricultura e reflorestamento de pinus.</p>	<p><b>Lâmina d'água:</b> áreas ocupadas por lagos, tanques e açudes.</p>
	
<p><b>Estradas:</b> áreas ocupadas por ruas e aceiros.</p>	<p><b>Construções:</b> áreas ocupadas por alojamentos, residências, igrejas e infra-estrutura rural.</p>

	
<p><b>Vegetação em estágio avançado e intermediário de regeneração:</b> áreas ocupadas por vegetação de capoeirão e capoeira.</p>	<p><b>Vegetação em estágio inicial de regeneração:</b> áreas ocupadas por vegetação de capoeirinha.</p>
	<p><b>Reflorestamento:</b> áreas ocupadas por reflorestamento com espécies exóticas.</p>

**Figura 1b.** Descrição das classes de uso e cobertura da terra para o ano de 1978.

Fonte: Levantamento aerofotogramétrico realizado em 1978. Escala 1:25.000.

Elaborada por Tres, D. R. (2010).



**Agricultura:** áreas ocupadas com atividades agrícolas, integrando plantações de monoculturas.



**Áreas antropizadas:** áreas ocupadas por pedreiras e pela rede de energia elétrica de alta tensão.



**Lâmina d'água:** áreas ocupadas por lagos, tanques e açudes.



**Construções:** áreas ocupadas por alojamentos, residências, igrejas e infra-estrutura rural.

	
<p><b>Estradas:</b> áreas ocupadas por ruas e aceiros.</p>	<p><b>Pastagem:</b> áreas com predomínio de gramíneas e de pequenos agrupamentos isolados de Araucária, com fins pastoris.</p>
	
<p><b>Pínus adulto:</b> áreas cobertas por talhões de pínus com idade superior a 5 anos.</p>	<p><b>Pínus jovem:</b> áreas cobertas por talhões de pínus com idade inferior a 5 anos.</p>

	
<p><b>Vegetação em estágio avançado e intermediário de regeneração:</b> áreas ocupadas por vegetação de capoeirão e capoeira.</p>	<p><b>Vegetação em estágio inicial de regeneração:</b> áreas ocupadas por vegetação de capoeirinha.</p>
	<p><b>Eucalipto:</b> áreas ocupadas por reflorestamento de eucalipto.</p>

**Figura 1c.** Descrição das classes de uso e cobertura da terra para o ano de 2005.

Fonte: Levantamento aerofotogramétrico realizado em 2005. Escala 1:10.000.

Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Durante a fotointerpretação não foi possível separar as classes de vegetação em estágio avançado e intermediário, uma vez que as diferenças em relação às características tons, texturas e padrões são tênues. Em período anterior a 1957, as florestas já estavam sendo exploradas e, como os levantamentos aerofotogramétricos nos dão somente uma visão do terreno de cima, o que é possível ver nas fotos aéreas é apenas o dossel da vegetação. Portanto, para diminuir possíveis erros, optou-se por interpretar a vegetação em estágio avançado e intermediário de regeneração utilizando as seguintes características: coloração cinza escuro, textura mais rugosa com relação às outras categorias devido a maior biodiversidade no dossel (alta heterogeneidade nas copas das árvores) e maior incidência de sombreamento entre as copas. Já a vegetação em estágio inicial de regeneração foi separada das outras categorias nas fotos aéreas por apresentar uma coloração cinza claro, textura lisa (pouca diversidade nas copas) e ausência de sombreamento entre as copas.

A denominação da vegetação de capoeirão, capoeira e capoeirinha, baseada na nomenclatura de Klein (1979), representa o estágio avançado e médio de regeneração (dossel) e o estágio inicial de regeneração (herbáceo-arbustivo), respectivamente.

Quanto às áreas de cultivo entende-se que são áreas que sofreram exploração florestal e foram destinadas posteriormente às atividades de cultivo agrícola, de pastagem e de reflorestamento de pínus e eucalipto. Como a separação visual destas classes tornou-se difícil (especialmente em 1957 e 1978), em função da similaridade das características do terreno, optou-se por unir as categorias. Esta compreensão esta baseada, principalmente, em informações levantadas nos arquivos históricos do município de Rio Negrinho e, de uma maneira mais geral, do Planalto Norte Catarinense. Estes documentos ilustram e descrevem os ciclos produtivos da madeira e da exploração florestal dessa região.

As áreas antropizadas correspondem às áreas com rede de alta tensão e pedreiras. A área sem imagem refere-se à área da paisagem onde não foi efetuada a vetorização digital em função da falta de ortofotos correspondentes. Esta área está inserida dentro do perímetro do município de Rio dos Cedros. Neste a Prefeitura não dispunha de um levantamento aerofotogramétrico atual.

É importante destacar que os dados gerados pelo levantamento aerofotogramétrico de 2005 diferem das condições atuais, diagnosticadas em campo a partir de 2006 até 2009. Em 2009, as áreas de pínus jovem da Fazenda Santa Alice correspondem a talhões com aproximadamente 5 anos de idade. Na época do levantamento aerofotogramétrico (2005) os talhões mais antigos desta fazenda (25-30 anos) já haviam sido derrubados e substituídos por novos talhões. Já, os talhões de pínus adulto (25-30 anos), interpretados na carta de uso e cobertura da terra de 2005 para a Fazenda Rio Feio, sofreram corte, e atualmente correspondem a talhões de pínus jovem com aproximadamente 1-2 anos. O que restou atualmente na Fazenda Santa Alice e Rio Feio foram talhões de pínus adulto com área aproximada de 25 e 45 hectares, respectivamente. Ambos com idade aproximada de 25-30 anos. As faixas ciliares de 30m, que correspondem às áreas de margens de rios, desde o ano de 2002 estão sendo restauradas pelas técnicas de nucleação, conforme Reis et al. (2003) e Reis & Tres (2007).

#### **e) Verdade terrestre**

Esta etapa objetivou checar as dúvidas percebidas durante a digitalização manual em tela das ortofotos datadas de 2005. Para a realização da reambulação ou verdade terrestre, percorreu-se pelos limites da paisagem e suas principais estradas coletando-se coordenadas geográficas de cada classe de uso e cobertura da terra previamente definidas. Após a coleta de amostras em campo foi realizada a verificação da concordância entre a verdade terrestre e a vetorização gerada na carta de uso e cobertura da terra. A coleta das coordenadas durante a reambulação foi efetuada com GPS Garmin no sistema de coordenadas UTM.

Nesta atividade obtiveram-se 268 pontos de coordenadas geográficas (amostras), distribuídos em todas as classes de uso e cobertura da terra. Para conclusão desta etapa foram necessários três meses de incursões a campo com permanência de uma semana nas áreas de estudo.

#### **f) Elaboração de cartas de uso e cobertura da terra**

Após encerradas as atividades descritas anteriormente foi possível elaborar as cartas de uso e cobertura da terra para os três anos. O termo uso e cobertura da terra foram definidos seguindo a orientação de

Campbell (1997). O termo uso da terra designa as relações do ser humano e suas interações com o meio ambiente. As transformações na superfície pelo uso da terra, como agricultura, pastagem e reflorestamento, são facilmente identificados pelas suas feições físicas. O termo cobertura da terra geralmente designa a cobertura natural e antropogênica. São evidências visíveis como as feições de vegetação, ausência de vegetação e estrutura urbana. A paisagem nos três anos foi analisada pelas respectivas cartas, das quais foram extraídos dados de área de cada classe em hectares e em porcentagem.

#### **g) Elaboração da carta de hidrografia**

Os dados vetoriais da rede hidrográfica foram extraídos da base de dados disponibilizados pelo IBGE (2005). Pelo ArcMap foi recortado o arquivo contendo as informações da rede hidrográfica da paisagem utilizando-se o arquivo limite da área de estudo (paisagem).

Com o arquivo da rede hidrográfica também se estimou a densidade de drenagem calculando-se o comprimento total dos cursos d'água presentes na paisagem. A densidade de drenagem expressa o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem e foi estimada segundo adaptações de Christofolletti (1980) e Loch (2008) pela razão entre o comprimento total (m) dos cursos d'água e a área (ha) da paisagem. A densidade de drenagem é dividida nas seguintes classes de riqueza de drenagem: < 7,5m/ha (densidade de drenagem pobre), >7,5m/ha <15m/ha (densidade mediana); > 15m/ha (densidade rica) (DNAEE-EESC, 1980).

#### **h) Elaboração da carta de estradas**

Os dados vetoriais da malha viária também foram extraídos da base de dados disponibilizados pelo IBGE (2005). Os procedimentos para a elaboração dessa carta seguiu os mesmos passos da elaboração da carta de hidrografia. Com o arquivo da malha viária se estimou a densidade de estradas calculando-se o comprimento total (m) das estradas presentes na paisagem pela área (ha) da paisagem.

#### **i) Elaboração da carta de hipsometria**

Para a elaboração dessa carta foram utilizados como fonte de dados os pontos cotados vetorizados a partir das cartas topográficas do IBGE

(2005). O arquivo de pontos cotados continha apenas informações relativas aos eixos x e y, ou seja, era um arquivo bidimensional. Para gerar a carta hipsométrica foi necessário atribuir o valor z a estes pontos, adicionando a informação sobre a altitude em metros de cada ponto cotado.

Com o arquivo contendo as curvas de nível e os pontos cotados com o valor z (altitude) atribuído foi possível pelo uso do módulo 3D Analyst do ArcMap gerar o TIN (Triangular Irregular Network), ou seja, um modelo da superfície do terreno pelo método da triangulação dos pontos. No módulo Conversion Tool, ferramenta TIN to Raster do ArcToolbox foi possível converter os dados para o formato raster (sistema matricial de linhas e colunas), gerando um TINGrid com 9 classes hipsométricas. Esse número pôde ser redefinido para 5 classes de altitude pelo método de classificação Equal Interval através do módulo 3D Analyst, ferramenta Reclassify. No ArcMap foi recortado o arquivo contendo as informações hipsométricas da paisagem utilizando-se o arquivo limite da área de estudo (paisagem). Para acessar a tabela de dados com as classes e o valor de área em hectares correspondente foi necessário converter o arquivo raster para vetor, através da ferramenta Raster to Feature do ArcToolbox.

As classes adotadas neste estudo foram: 780 a 832 metros; 832,1 a 884 metros; 884,1 a 936 metros; 936,1 a 988 metros e 988,1 a 1040 metros.

#### **j) Elaboração da carta de declividade**

A carta de declividade, assim como a carta hipsométrica, também foi gerado com base no arquivo contendo os pontos cotados com o valor z (altitude) atribuído. Os dados hipsométricos combinados com os de declividade possibilitam uma análise sobre a forma do terreno, a susceptibilidade dos solos quanto à erosão, tipos de manejo que podem ser praticados, entre outras.

No módulo 3D Analyst por meio da ferramenta Surface Analysis selecionou-se a opção Slope (declive) para calcular a declividade, utilizando-se o arquivo TINGrid gerado na etapa anterior. Ela calcula a declividade de um conjunto de dados, neste caso, a altitude dos pontos cotados. Cada célula da imagem raster gerada a partir desta ferramenta, possui um valor de declividade. Por meio do módulo 3D Analyst,

ferramenta Reclassify, o número de classes de declividade pôde ser redefinido para 6, pelo método de classificação Natural Breaks. Para acessar a tabela de dados com as classes e o valor de área em hectares correspondente foi necessário converter o arquivo raster para vetor, utilizando-se a ferramenta Raster to Feature do ArcToolbox.

A declividade pode ser obtida em graus ou porcentagem. Neste trabalho optou-se pela declividade em porcentagem e seguiu-se a classificação da Embrapa (1995). As classes de declividade adotadas para este trabalho foram: 0-3% (relevo plano), 3-8% (relevo suavemente ondulado), 8-13% (relevo moderadamente ondulado), 13-20% (relevo ondulado), 20-45% (relevo fortemente ondulado), 45-100% (relevo montanhoso).

#### **k) Elaboração da carta de margens de rios e nascentes**

Esta carta foi elaborada no ArcMap por meio do arquivo da rede hidrográfica, utilizando-se a ferramenta Buffer localizada no menu Tools para especificar a distância aos cursos d'água como rios e nascentes. As distâncias foram determinadas seguindo a Resolução CONAMA n.º. 303 de 2002. Para os rios foi estabelecida a distância de 30 metros, uma vez que todos os rios da paisagem apresentam largura menor de 10 metros. A área estabelecida para nascentes foi um raio de 50 metros. As áreas de preservação permanente em topos de morro não foram incluídas na carta pelo fato de não estarem claramente definidas na legislação atual havendo necessidade de reformulações. As áreas de declividade superior a 100% ou 45° estabelecidas na Resolução CONAMA n.º. 303 também não são apontadas nesta carta, uma vez que a declividade máxima na fazenda é de 91%. Foram extraídos valores de área das margens de rios e nascentes em hectares e em porcentagem do arquivo de atributos da carta gerada no ArcMap.

#### **l) Elaboração da carta das unidades da paisagem**

Esta carta foi obtida por meio da sobreposição da carta de fragmentos de vegetação nativa (escala 1:10.000) com a carta de margens de rios e nascentes (escala 1:50.000). Foram consideradas unidades da paisagem os fragmentos, a matriz e os corredores (margens de rios e nascentes).

O objetivo da elaboração desta carta foi apenas para uma interpretação visual, pois os dados foram gerados por meio de diferentes escalas.

As classes de vegetação nativa em estágio inicial e avançado e as áreas de lâmina d'água das cartas de uso e cobertura da terra de 2005 foram exportadas no ArcMap gerando-se um novo arquivo, formado apenas pelas unidades naturais da paisagem. Neste novo arquivo, através da ferramenta Merge do módulo Editor foram unidos todos os polígonos dessas classes obtendo-se a carta dos fragmentos de vegetação nativa para o ano de 2005.

As estradas foram consideradas barreiras estruturais entre os fragmentos e foram mantidas separadas das outras classes. Os polígonos das classes área sem imagem, agricultura, alta tensão, construções, eucalipto, pastagem, pedreiras, pínus jovem e pínus adulto foram unidos através da ferramenta Merge do módulo Editor, gerando uma única classe denominada matriz. A matriz também foi considerada uma barreira estrutural entre os fragmentos. Todo o fragmento que se encontrava interceptado pelas estradas e pela matriz foi considerado um fragmento isolado estruturalmente dos demais.

A área em hectares e em porcentagem e o número de unidades da paisagem foram obtidos por consultas ao arquivo de atributos da carta gerada no ArcMap.

## RESULTADOS

Os elementos que representam a heterogeneidade da paisagem estão descritos a seguir, ilustrados por cartas temáticas de uso e cobertura da terra para os anos de 1957, 1978 e 2005, de hidrografia, da malha viária, de hipsometria, de declividade, de margens de rios e nascentes e das unidades da paisagem.

### **a) Uso e cobertura da terra:**

No processo histórico de ocupação da paisagem estudada, três épocas puderam ser investigadas em função de levantamentos aerofotogramétricos realizados no Estado nos anos de 1957 e 1978 e na disponibilização de ortofotos atuais correspondentes a 2005. Nesta

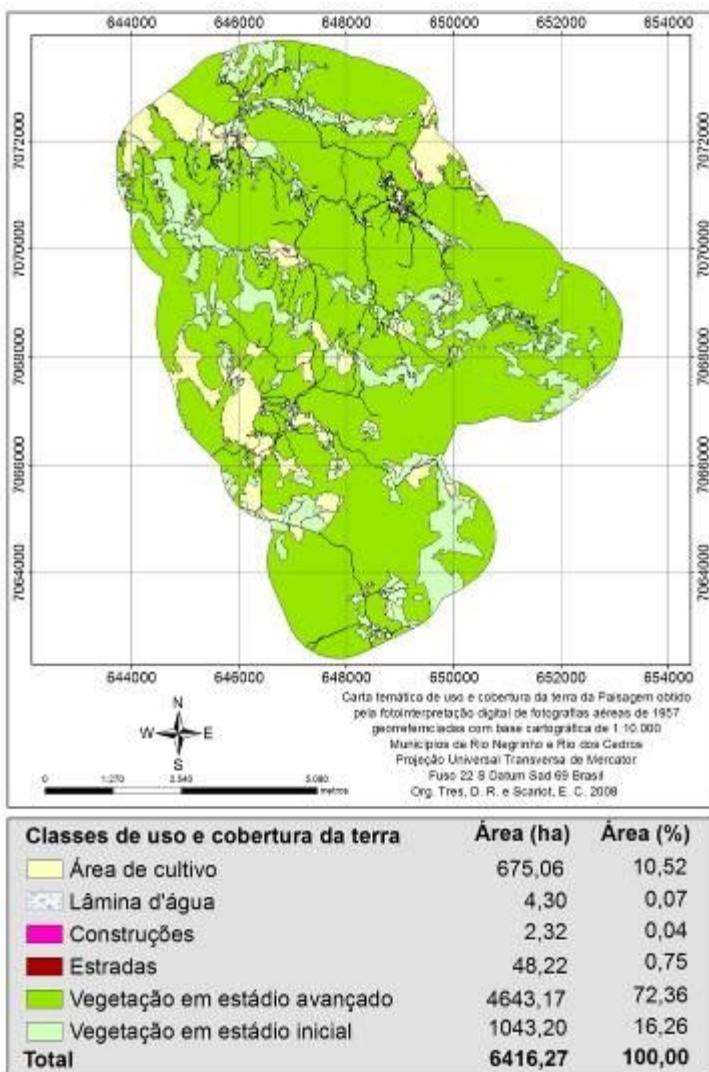
sucessão de quarenta e oito anos foram identificadas as classes de uso e cobertura da terra na paisagem, as quais ilustram os diferentes ciclos econômicos e ambientais da região.

Em 1957, seis classes foram identificadas: **área de cultivo, lâmina d'água, construções, estradas, vegetação em estágio avançado e em estágio inicial.**

Na Figura 2, a carta de uso e cobertura da terra ilustra um cenário marcado pela predominância da vegetação nativa. Na década de cinquenta, quase 90% da paisagem era coberta por vegetação nativa, atentando para o dado de que mais de 70% da cobertura era de vegetação em estágio avançado.

Por outro lado já existiam evidências de exploração florestal, ilustrada pelas áreas de cultivo, ocupando 10% da paisagem. Supõe-se que essas áreas eram produto do extrativismo de espécies com potencial madeireiro, e, nesta época, correspondiam às classes de agricultura e/ou pecuária de subsistência e pousio.

O indício da exploração madeireira também pode ser reforçado pela identificação da classe de vegetação em estágio inicial, o qual ocupava 16% da paisagem, área esta que, possivelmente, já havia sofrido, antes do período investigado, exploração florestal.



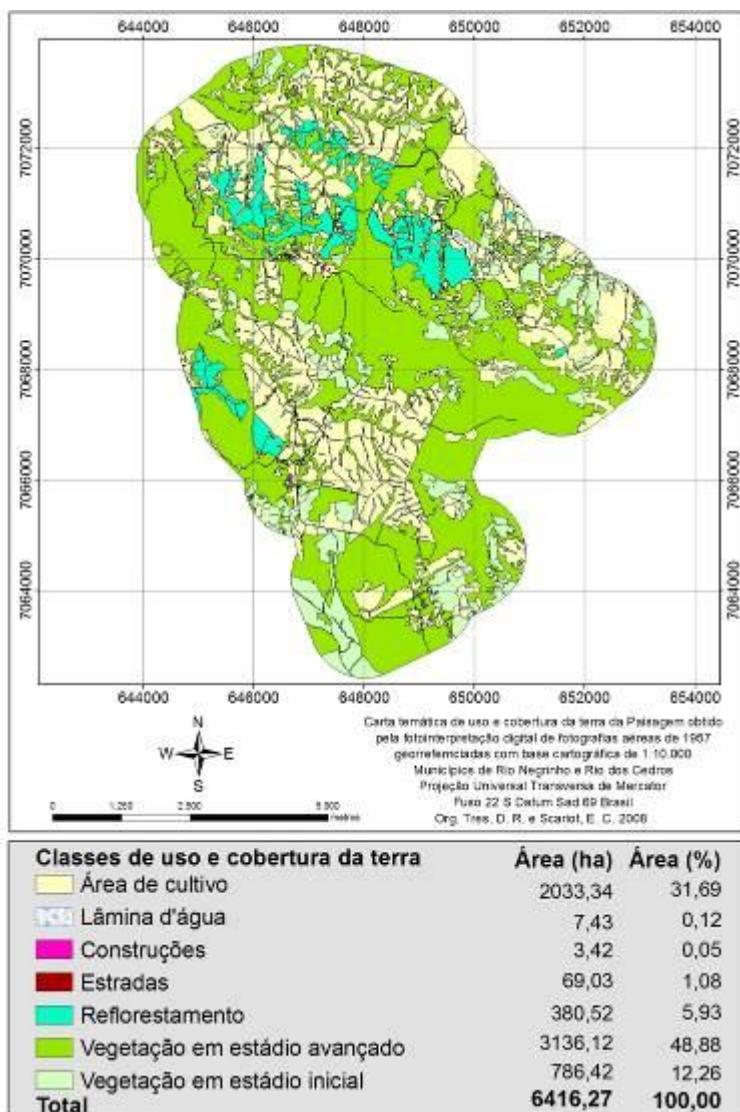
**Figura 2.** Carta de uso e cobertura da terra referente ao ano de 1957. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.

Em 1978, sete classes foram identificadas: **área de cultivo, lâmina d'água, construções, estradas, reflorestamento, vegetação em estágio avançado e em estágio inicial.**

Na carta de uso e cobertura da terra, Figura 3, pode-se identificar a substituição das áreas naturais pelo reflorestamento de eucalipto e a crescente matriz de cultivo que começava a marcar a paisagem. A classe de reflorestamento ocupa quase 6% da paisagem, já as áreas de cultivo, correspondendo às áreas da paisagem que estavam sendo preparadas para o plantio de florestas exóticas, principalmente pínus, ocupam 31,69% da paisagem total. Outra evidência é a diminuição da vegetação em estágio inicial, que possivelmente foi ocupada pelo plantio comercial de pínus.

A cobertura de vegetação nativa ainda predomina na paisagem, ocupando pouco mais de 61%, porém, agora com aumento das áreas de cultivo.

Durante a fotointerpretação, a distinção entre as áreas de eucalipto e pínus tornou-se clara, uma vez que as primeiras apresentavam uma estrutura florestal densa, e as últimas, abertas, eram caracterizadas pela presença de leiras (produto da exploração florestal).



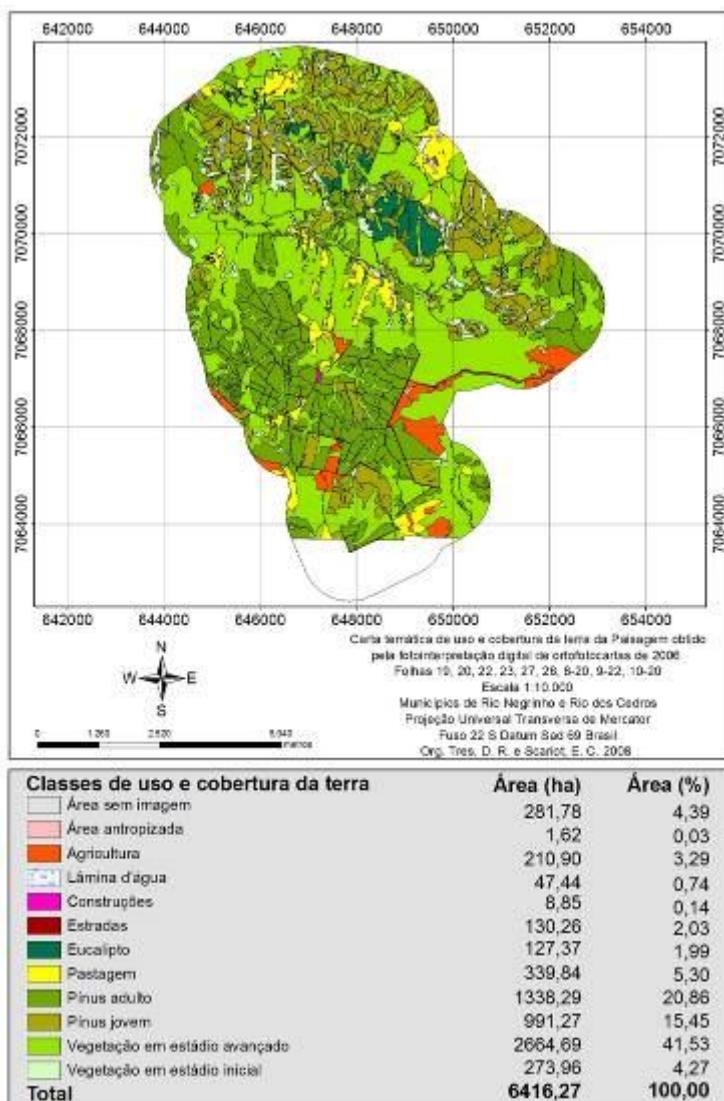
**Figura 3.** Carta de uso e cobertura da terra referente ano de 1978. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.

Vinte e sete anos depois, a paisagem encontrava-se bastante modificada, uma vez que onze classes de uso e cobertura da terra puderam ser identificadas: **agricultura, áreas antropizadas, lâmina d'água, construções, estradas, eucalipto, pastagem, pínus adulto, pínus jovem, vegetação em estágio avançado e em estágio inicial** (Figura 4).

Um pouco mais de um terço da paisagem é ocupada por áreas destinadas ao cultivo de pínus (35,31%) e eucalipto (1,99%). Em quarenta e oito anos houve uma redução de pouco mais de 40% da vegetação nativa, que ocupa atualmente, 45,80% da paisagem. Outros usos, como agricultura e pastagem, somam mais de 8%.

Considerando as classes de uso e cobertura da terra, as mais representativas no ano de 2005 foram as de vegetação em estágio avançado e pínus adulto, seguida da classe de vegetação em estágio inicial. As áreas de cultivo de pínus adulto e jovem ocupam 36,31% da paisagem e estão distribuídas dentro dos limites das fazendas Santa Alice e Rio Feio e das fazendas produtoras de madeira vizinhas. Estas áreas encontram-se bastante “recortadas” em função das estradas construídas para o desenvolvimento das atividades de manejo, associadas ao cultivo de pínus. As demais áreas de cultivo equivalem às áreas de agricultura, pastagem e eucalipto, correspondem a pouco mais de 10% da paisagem e estão distribuídas nas regiões do entorno das fazendas produtoras de madeira. Exceto as áreas de eucalipto que se concentram na fazenda Santa Alice.

Já as áreas naturais encontram-se distribuídas ao longo dos corpos hídricos (incluindo lâmina d'água) e de grandes fragmentos de vegetação nativa que ocorrem circunvizinhos às fazendas. Outras áreas naturais, em estágio inicial de regeneração, localizam-se junto às vertentes do Rio Verde e Rio Corredeiras na Fazenda Santa Alice. Ambas perfazem 46,57% da paisagem.



**Figura 4.** Carta de uso e cobertura da terra referente ao ano de 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.

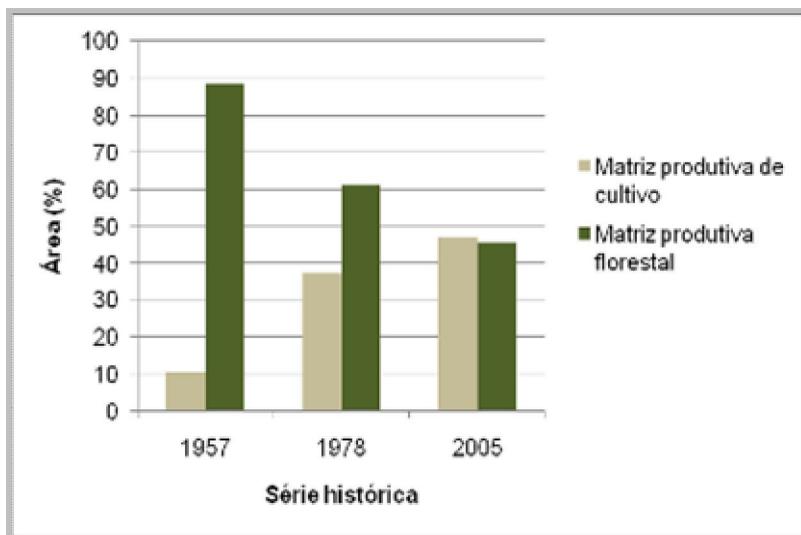
A análise da dinâmica de uso e cobertura da terra evidenciou alterações nos diferentes usos, como também o surgimento de novas formas de uso da terra, especialmente entre 1978 e 2005.

Considerando-se, para 2005, que as áreas de pínus adulto, pínus jovem, eucalipto, agricultura e pastagem correspondem às áreas de cultivo, e as áreas antropizadas equivalem à classe construções, pode-se comparar as diferentes classes ao longo dos quarenta e oito anos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Dinâmica do uso e cobertura da terra referente aos anos de 1957, 1978 e 2005 para a paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes de uso e cobertura da terra	1957		1978		2005	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Área sem imagem	-	-	-	-	281,78	4,39
Área de cultivo	675,06	10,52	2413,86	37,62	3007,67	46,89
Lâmina d'água	4,30	0,07	7,43	0,12	47,44	0,74
Construções	2,32	0,04	3,42	0,05	10,47	0,17
Estradas	48,22	0,75	69,03	1,08	130,26	2,03
Vegetação em estágio avançado	4643,17	72,36	3136,12	48,88	2664,69	41,53
Vegetação em estágio inicial	1043,20	16,26	786,42	12,26	273,96	4,27
<b>Total</b>	<b>6416,27</b>	<b>100,00</b>	<b>6416,27</b>	<b>100,00</b>	<b>6416,27</b>	<b>100,00</b>

A Figura 5 representa a dinâmica e transformação da paisagem, levando em consideração a matriz produtiva florestal e a matriz produtiva de cultivo (pínus, eucalipto, pastagem, agricultura) ao longo de 48 anos.



**Figura 5.** Dinâmica da matriz produtiva. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

#### **b) Hidrografia:**

Conforme o diagnóstico geral das Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina (1997), a paisagem em estudo está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu, tendo como sub-bacias principais o Rio Negro e o Rio Canoinhas. Esta Bacia faz parte do Sistema de Vertente Integrado do Interior, comandada pela Bacia Paraná-Uruguaí. Este Sistema ocupa uma área de 60.123 km<sup>2</sup>, sendo que a Bacia do Rio Iguaçu ocupa 10.612 km<sup>2</sup>.

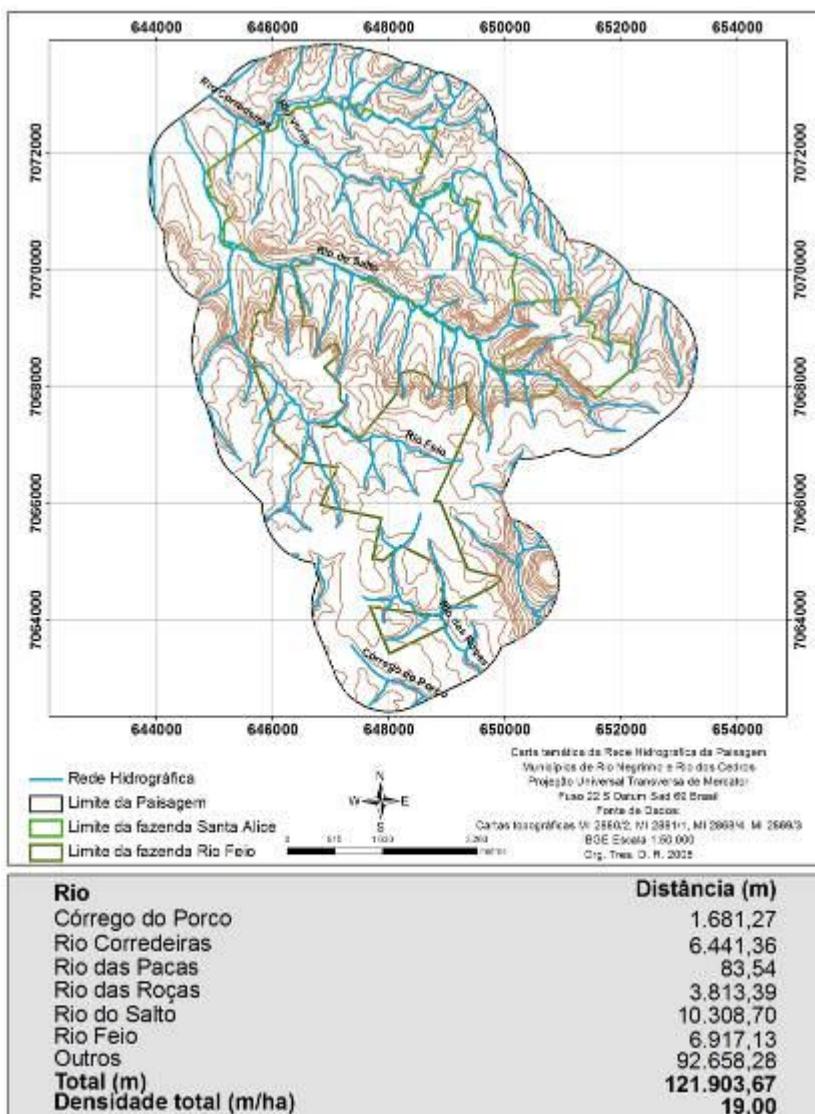
O Rio Negro, afluente da margem esquerda do Rio Iguaçu, é o corpo hídrico de maior importância na área de influência da paisagem. É formado pelos Rios Piraí-Guaçú e Cachoeira, nas proximidades das serras Araçatuba e Araraquara, no município de Tijucas do Sul, Paraná. Recebe do lado esquerdo, águas dos tributários do Rio Negrinho, Rio Preto e Rio Canoinhas, e do lado direito do Rio da Várzea. O Rio Iguaçu e seu afluente Negro possuem perfil longitudinal com suaves

declividades e extensa planície de inundação em quase toda sua extensão.

A rede hidrográfica da paisagem estudada é composta basicamente por quatro rios principais: **Rio Corredeiras, Rio Verde, Rio do Salto e Rio Feio**. Estes marcam os limites das fazendas. O Rio Corredeiras marca o limite norte da Fazenda Santa Alice, o seu tributário, o Rio Verde, estende-se na porção central e o Rio do Salto delimita a porção sul. O Rio Feio na parte central e o Rio das Roças ao sul, marcam a Fazenda Rio Feio. Sob as curvas de nível pode-se observar que as áreas mais íngremes da paisagem estendem-se ao longo de uma estreita faixa paralela ao Rio do Salto, continuando ao longo dos seus afluentes em direção à porção vizinha das duas fazendas.

Na Figura 6 são apresentadas as distâncias em metros dos rios que compõem a rede hidrográfica da paisagem, bem como a densidade total de drenagem. A densidade de drenagem é uma medida que expressa o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem, calculada por meio da relação entre o comprimento total dos rios existentes pela área total da paisagem. O Rio do Salto é o que apresenta a maior distância, uma vez que se estende ao longo da paisagem, seguido pelos Rios Corredeiras e Feio.

A paisagem apresenta uma rede hidrográfica com densidade total de 19m/ha. Segundo critérios estabelecidos pelo DNAEE-EESC (1980) essa densidade é rica, indicando que o volume de água a ser drenado é compatível com a extensão dos cursos d'água diminuindo-se a vulnerabilidade de inundações.



**Figura 6.** Carta da Rede Hidrográfica. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.

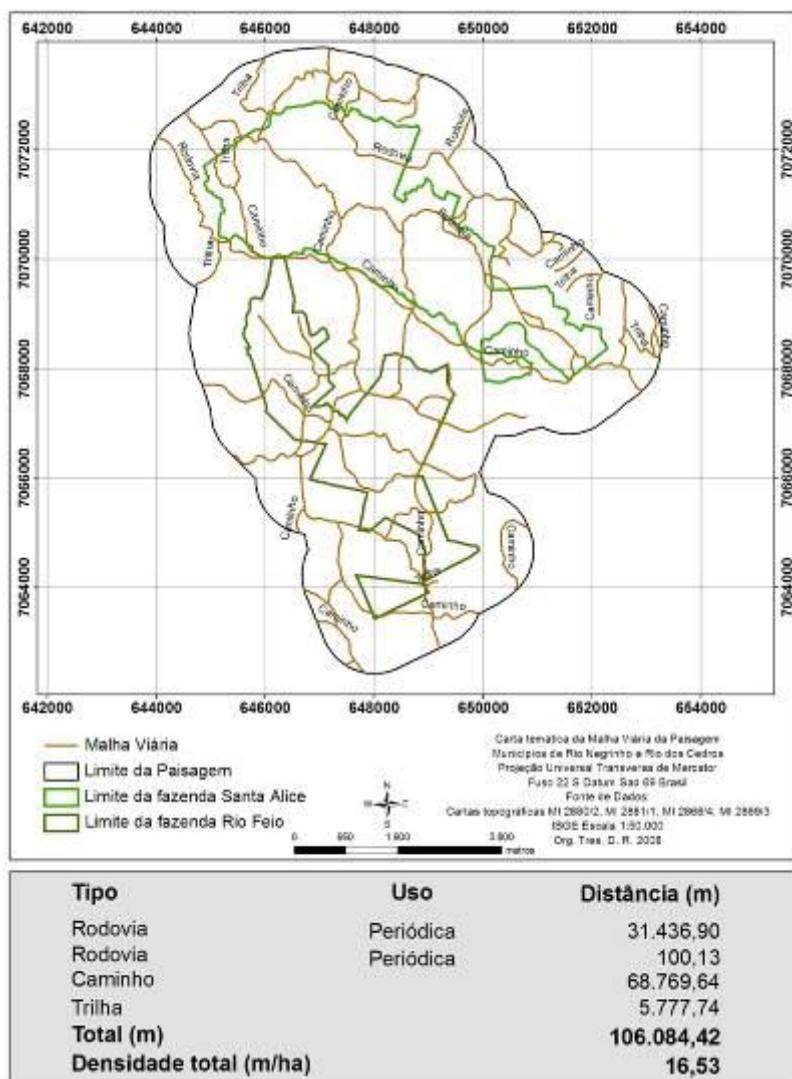
**c) Malha viária:**

Na Figura 7 são apresentadas as distâncias em metros das rodovias, caminhos e trilhas que compõem a rede viária da paisagem em estudo, bem como a densidade total das vias.

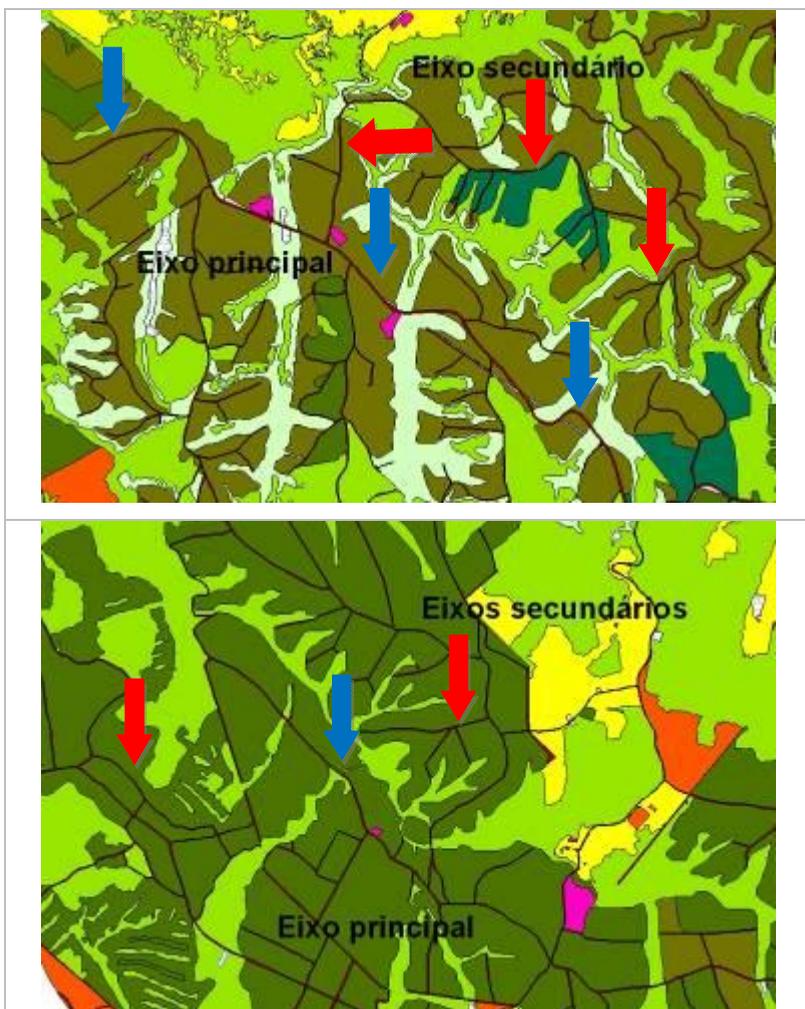
Considerando a escala de 1:50.000 do IBGE (2005), a malha viária da paisagem em estudo é formada por duas rodovias, ambas de uso periódico, as quais marcam os limites Norte e Sul da Fazenda Santa Alice e que servem de acesso para outros municípios da região. As demais vias, denominadas caminho e trilha, predominam na paisagem, totalizando 74.547,38 metros, o que corresponde a 70,27% da área total.

Por outro lado, considerando uma escala grande de 1:10.000, mais detalhada em termos de malha viária, observamos que as estradas distribuem-se em 130,26ha, ou seja, 2,03% da paisagem (Figura 11).

Pela fotointerpretação das ortofotos de 2005 pôde-se identificar uma crescente ocupação de estradas dentro das Fazendas Santa Alice e Rio Feio desde 1957. Estas são constituídas pelos eixos centrais - as estradas principais das fazendas, e os eixos secundários - as estradas que dividem os talhões de pinus; e as pequenas estradas entre os talhões e a floresta ou capoeira, denominados aceiros para proteção contra incêndios (Figura 8).



**Figura 7.** Carta da Malha Viária. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.



**Figura 8.** Estradas nas Fazendas Santa Alice (A) e Rio Feio (B) e seus diferentes eixos. Eixos principais: flechas em azul; eixos secundários: flechas em vermelho.

Fonte: Uso e cobertura da terra na escala 1:10.000. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

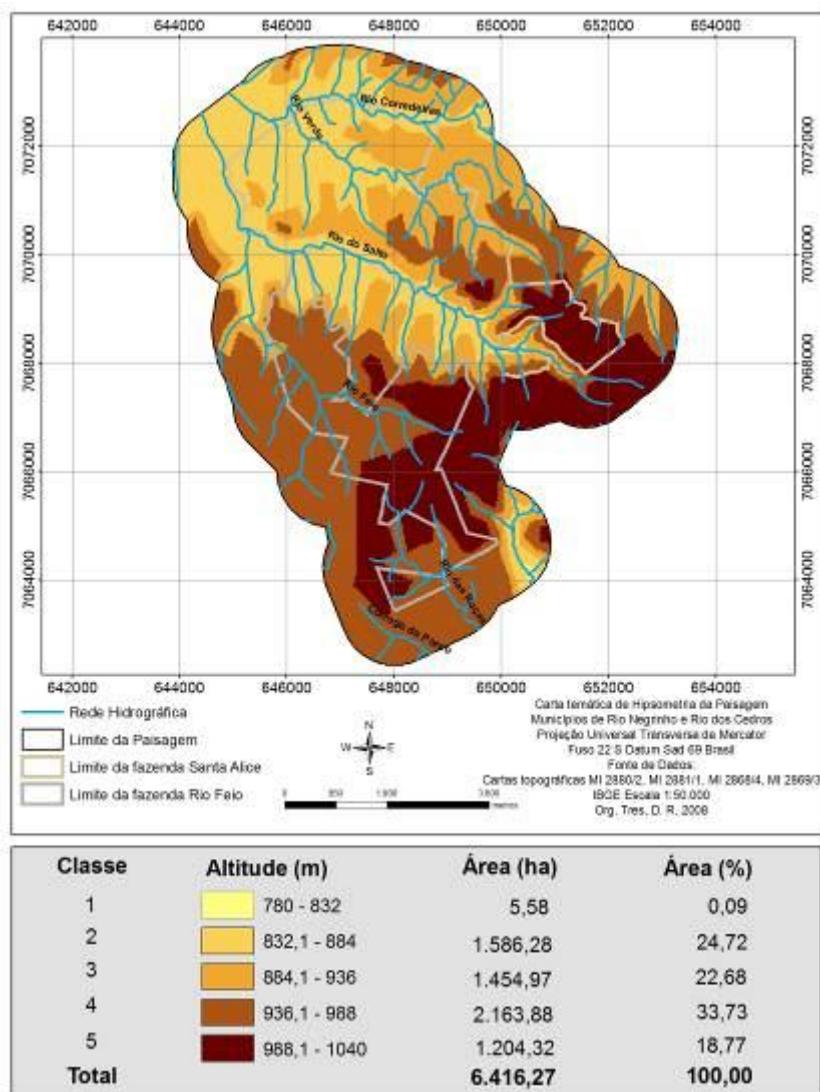
**b) Hipsometria:**

As altitudes do relevo da paisagem em estudo variam de 780 a 1.040 metros. Dividiu-se esta variação da altitude em cinco classes com intervalo de 52 metros entre cada uma (Figura 9).

A classe de altitude, cuja variação foi de 936,1 a 988 metros, é a que maior área ocupa na paisagem, totalizando 33%. Esta classe está distribuída em porções da região leste a central da paisagem, estendendo-se do oeste ao norte, onde se localizam grandes fragmentos de vegetação nativa e áreas extensas de cultivo.

Ao longo de uma faixa paralela aos Rios Corredeiras e do Salto concentra-se a classe de 832,1 a 884 metros de altitude. Já o Rio Verde, que se localiza na região central da Fazenda Santa Alice, encontra-se na sua maior extensão, numa variação de altitude de 832,1 a 936 metros.

Nas classes 4 e 5, que variam de 936,1 a 1040 metros de altitude, localiza-se a maior parte das áreas destinadas à produção de pinus das fazendas, sendo que, quase a totalidade da fazenda Rio Feio está dentro desta variação de altitude. De acordo com a carta de uso e cobertura da terra de 2005 esta fazenda é a que ocupa maior área de floresta plantada na paisagem, 621,44ha, comparada à área da fazenda Santa Alice, com ocupação de 555,48ha de pinus.



**Figura 9.** Carta de Hipsometria. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.

**c) Declividade:**

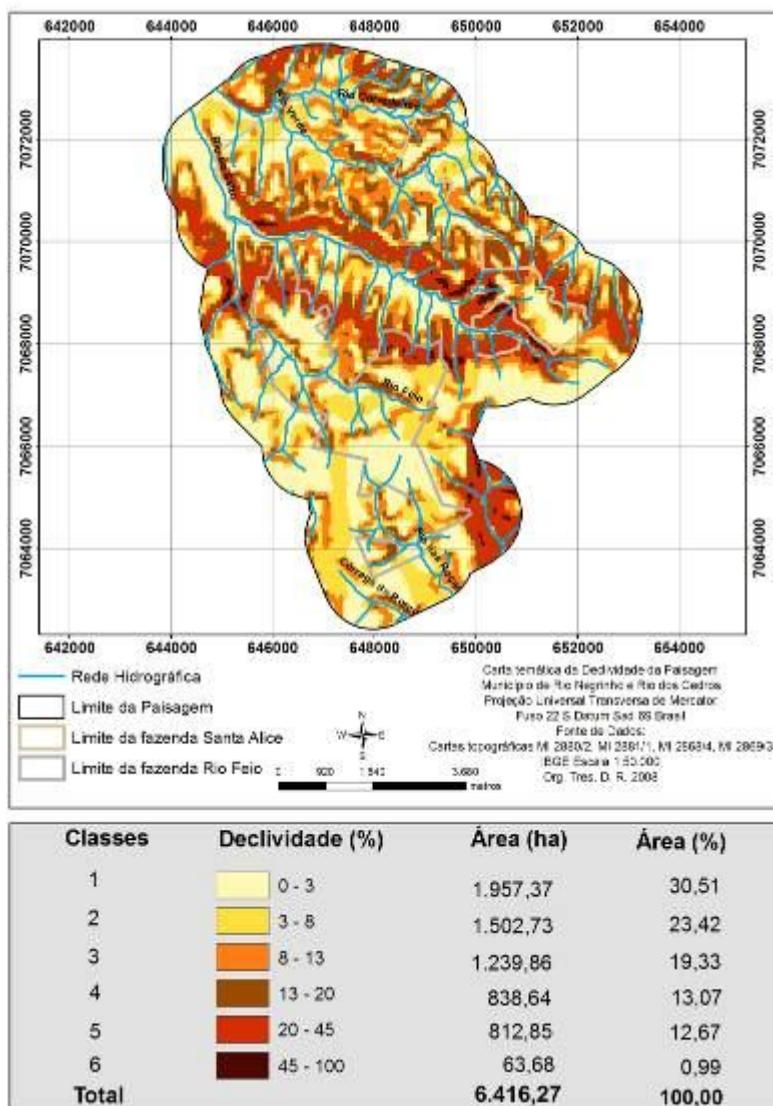
As variações de declividade da paisagem em estudo foram divididas em seis classes de acordo com o método de classificação adotado, baseado no sistema de avaliação de aptidão agrícola (Embrapa 1995) (Figura 10).

A paisagem apresenta variação de declividade, ou seja, o relevo do terreno apresenta desde áreas planas ou quase planas, não suscetíveis à erosão e com boa permeabilidade (classes de 0 a 3% de declive) até áreas muito íngremes, montanhosas e com severa suscetibilidade à erosão, chegando a atingir 91% de declividade. Esta configuração do relevo está associada à rica rede de drenagem e também às variações de altitude evidenciadas na área.

A classe de declividade de relevo plano foi a mais representativa, ocupando pouco mais de 30% da área total da paisagem. São terras não suscetíveis à erosão e de boa permeabilidade. Nas declividades de 0 a 20% concentra-se 86,33% da paisagem. Nestas declividades, encontram-se as áreas com possibilidades de uso, havendo recomendações de práticas intensivas de controle a erosão no intervalo de 13 a 20%.

As áreas de produção silvicultural da paisagem encontram-se sobre declividades que variam de 0 a 20% por serem os terrenos onde é possível o manejo mecanizado. É evidente a diferença da estrutura, quando se analisa cada fazenda em separado. A área da fazenda Rio Feio está quase que totalmente nesta variação de relevo, o que permitiu o plantio de pinus em área superior a 622 ha. Já a fazenda Santa Alice, por apresentar uma heterogeneidade maior do terreno, possui uma área plantada inferior, chegando a 555 ha.

As áreas mais íngremes da paisagem e com maior suscetibilidade a erosão encontram-se cobertas por vegetação nativa. Os terrenos com declividade de 20,1 a 100% estão localizadas ao longo da vertente do Rio dos Saltos, coincidindo com algumas das áreas com grandes altitudes da paisagem (832,1 a 1040m no nível do mar) e também correspondendo áreas que se encontram cobertas por fragmentos de floresta nativa mais antigos.



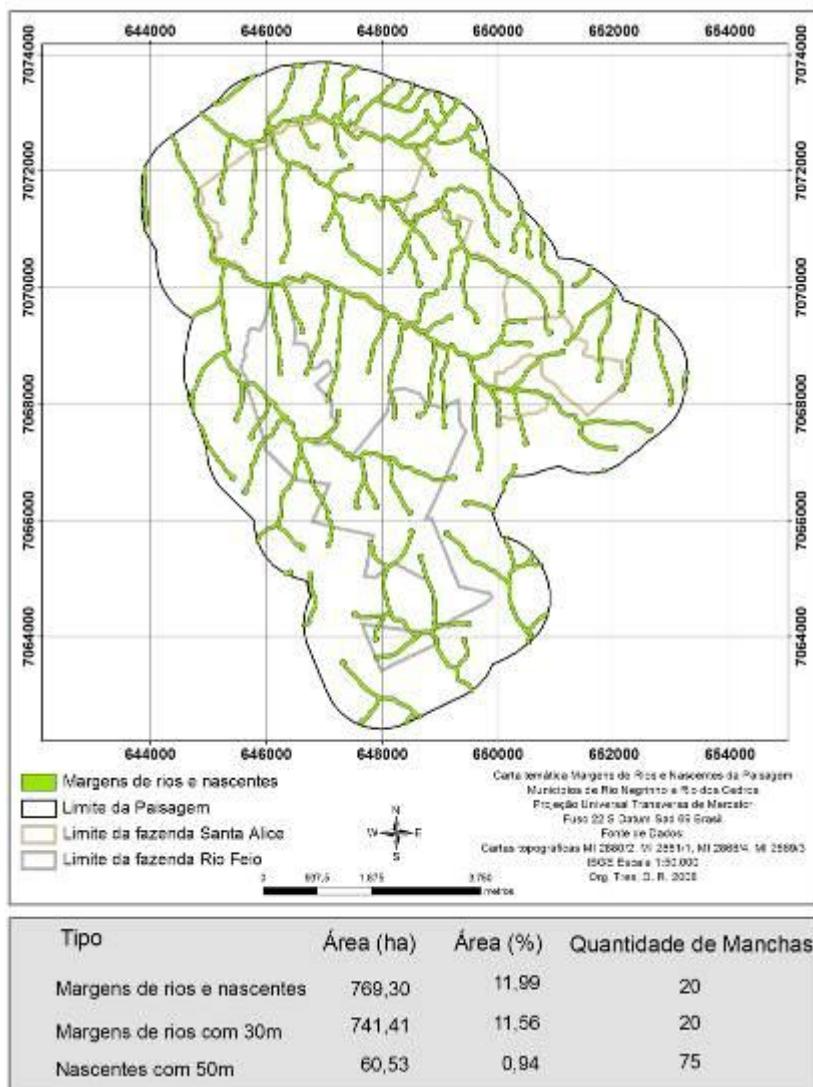
**Figura 10.** Carta de Declividade. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.

**d) Margens de rios e nascentes:**

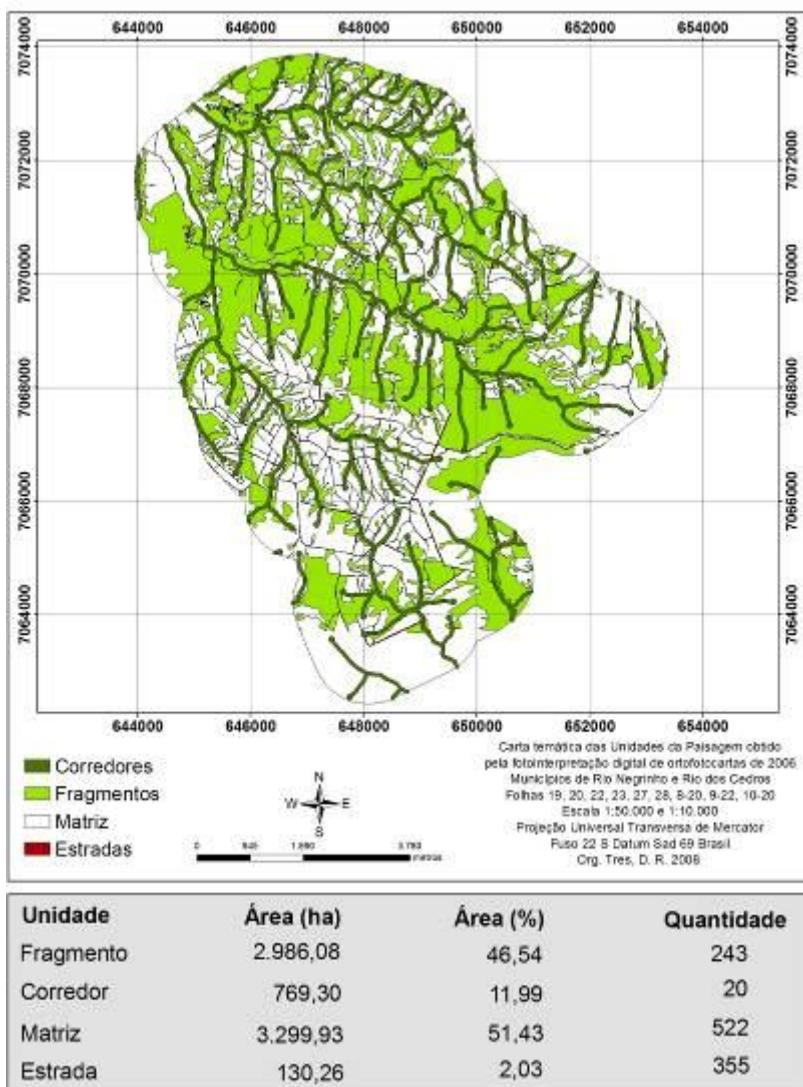
Considerando as margens de rios com 30m e as nascentes como uma única mancha (polígono), tem-se 20 fragmentos de vegetação nativa, distribuídos ao longo da paisagem. Quando consideramos separadamente as margens de rios de 30m e as nascentes com 50m temos um total de 20 e 75 fragmentos, respectivamente (Figura 11).

**e) Unidades da paisagem:**

Na paisagem em estudo o padrão se expressa por um arranjo repetitivo, formado pelo mosaico de manchas e seus corredores dispostos em uma matriz de pínus (Figura 12). Cada unidade de paisagem apresenta vários elementos (polígonos). Neste caso, são 263 elementos distribuídos na unidade floresta, que equivale aos fragmentos de vegetação nativa (243) e corredores (20).



**Figura 11.** Carta das margens de rios e nascentes. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.



**Figura 12.** Carta das Unidades da Paisagem. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense.

## DISCUSSÃO

A análise integrada dos diferentes componentes da paisagem em estudo permitiu acessar os aspectos relacionados à disponibilidade dos recursos ambientais em seus aspectos físicos e históricos, baseada em uma descrição detalhada da área e fundamentada em mapas recentes. Nesse sentido, os elementos levantados para caracterizar esta paisagem como heterogênea foram baseados nas variadas expressões históricas, físicas e ecológicas do espaço como: hidrografia, estradas, altitude e declividade, uso e cobertura da terra, fragmentos de vegetação nativa, margens de rios e nascentes e unidades da paisagem.

A análise deste conjunto permitiu interpretar a paisagem do Planalto Norte Catarinense, com foco em fazendas produtoras de madeira, como um mosaico interativo e heterogêneo, com padrões e composições variáveis, e formada pela emergência das relações ativas entre as diferentes unidades, sob o aspecto temporal e espacial.

Dentro da concepção de que a heterogeneidade da paisagem se apresenta sob um duplo aspecto – ela é ao mesmo tempo natural e transformada – é essencial discutir os diferentes elementos, que interagindo, formaram o mosaico atual.

### **Interpretando os aspectos históricos da paisagem**

Interpreta-se as transformações ocorridas na paisagem em estudo ao longo de 48 anos por meio de diferentes ciclos produtivos que a historiografia catarinense relata para o Estado, caracterizando, especialmente, a Floresta dos Pinhais e o potencial madeireiro florestal. Paralelo aos estudos históricos, a análise temporal por meio do mapeamento de uso e cobertura da terra, tendo como marco inicial de investigação a década de 1950, posteriormente a década de 1970 e finalizando com a década de 1990-atual, definiu diferentes paisagens e seus cenários respectivos, conforme discutido detalhadamente no Capítulo I.

Na leitura dessas cartas temáticas identificaram-se ciclos econômicos sucessivos, iniciados com a exploração madeireira, em especial da araucária e imbuia, sobrepondo-se, em escala menor, a erva-mate, seguida da expansão da população que vivia da agricultura e pecuária de subsistência, na grande maioria pequenos produtores, e

gradativamente e em maior escala, a atividade madeireira das grandes indústrias, por meio do plantio comercial de pinus. Todos esses ciclos tiveram grande importância na fixação do homem e no desenvolvimento inicial da região e contribuíram para a formação da heterogeneidade ambiental da paisagem.

A princípio, a região do Planalto Norte Catarinense não havia sido intensamente explorada até a chegada da ferrovia e das empresas que exportavam grande parte das florestas, notadamente o pinheiro brasileiro e a imbuia. O cenário era de um território praticamente inexplorado, com a dominância populacional do caboclo, e que tinha por atividade econômica apenas a criação de gado bovino e a extração da erva-mate em ambiente natural, além de pequenos cultivos agrícolas, poucas criações de suínos, alguns engenhos de serrar madeira e beneficiar erva-mate, a caça de animais selvagens e a coleta de frutos silvestres. Estes elementos de extrativismos e nomadismo se mantiveram presentes no início do século XX (Kormann, 1980; Thomé, 1981, 1983, 1995; Piazza, 1983; Lago, 1978, 1988; Governo do Estado de Santa Catarina, 2001).

Entretanto, um novo cenário se inicia com a chegada das grandes companhias internacionais, no começo do século XIX. Estas cuidavam dos negócios com estradas-de-ferro no Brasil e recebiam autorização do governo federal para explorar madeira na chamada zona privilegiada de até 15 km para cada lado do eixo da linha principal. Esta exploração tinha como objetivo inicial fornecer tábuas serradas e dormentes para o assentamento dos trilhos. Posteriormente, com o avanço das serrarias e com o enorme estoque de pinheiros e imbuias, a finalidade era também fornecer matéria-prima para exportação. A encarregada da maior parte desta exploração/devastação era a *Lumber - Southern Brazil Lumber and Colonization Company*, Companhia Estrada de Ferro São Paulo-Rio Grande, a qual dispunha de um alto grau de mecanização de serrarias, o que conferiu à companhia o maior empreendimento madeireiro da América do Sul.

Entre as décadas de 1920 e 1990, a Floresta Ombrófila Mista foi intensivamente explorada, conforme relatos de vários autores regionais (Kormann, 1980; Thomé, 1981, 1983, 1995; Valentini, 2003). Os três grandes expoentes econômicos da região Norte, já explorados no século XVIII, eram o pinheiro, a imbuia e a erva-mate.

O impacto da ação humana sobre a Floresta da Araucária para o sustento da economia regional e estadual teve pico nas décadas de 1950 e 1960 em Santa Catarina, época que corresponde ao primeiro mapeamento de uso e cobertura da terra, elaborado para este estudo (1957).

Informações obtidas por meio de literatura e arquivo histórico da região relatam alguns fatos que sustentam a hipótese de que as áreas abertas na década de 1950, época do levantamento aerofotogramétrico, correspondem aos locais que já haviam sido explorados pelo corte seletivo da floresta primária e de seus principais recursos madeiráveis.

Na carta temática de uso e cobertura da terra de 1957 estas áreas correspondem à classe de cultivo da paisagem, ou seja, às áreas com atividades de agricultura e/ou pecuária de subsistência e pousio. O pousio consistia num sistema tradicional de rotação de terras, tornando agricultáveis muitas áreas com declividade acentuada e, por conseguinte, não aráveis (Yu, 1988). Caracterizou um momento da história em que as áreas destinadas à produção agrícola variavam no tempo e no espaço, sendo que em determinado período estas áreas eram utilizadas para o cultivo de lavouras de subsistência e em outros para regeneração natural visando à recuperação da fertilidade do solo.

O indício da exploração madeireira também pode ser reforçado pela identificação da classe de vegetação em estágio inicial, área esta que, possivelmente, já havia sofrido, antes do período investigado, exploração florestal.

Como à *Lumber* foi mantido o direito de lotear os terrenos marginais aos trilhos e vendê-los obrigatoriamente para os imigrantes europeus que se dedicassem à agricultura e pecuária (Thomé, 1983), é bem provável que estas áreas tinham como proprietários estes colonizadores, em detrimento dos caboclos que já as habitavam. Estas áreas eram originárias da divisão das propriedades, algumas vinculadas à Estrada de Ferro, a grande maioria repassada à subsidiária *Brazil Development and Colonization Company*, e outras vendidas inteiras a empresas colonizadoras particulares. Todas obedeciam às mesmas diretrizes nacionais que determinavam a venda dos lotes a imigrantes europeus.

A partir de 1960 a produção madeireira entrou em declínio devido à escassez dos pinheiros e outras madeiras de interesse comercial. O ano

de 1978 é marcado por um novo cenário madeireiro no Sul do Brasil e que de certa forma encerra a fase da exploração do pinheiro. Era o início da era do pínus, caracterizada pelo surgimento das grandes empresas reflorestadoras na região do Planalto Norte Catarinense, que se dedicaram ao plantio de pínus para suprimento de matéria prima de suas indústrias (Thomé, 1983, 1995). A carta temática de uso e cobertura da terra para o ano de 1978 mostra essas modificações na paisagem após um período de 21 anos na região.

A atividade silvícola no Brasil foi incentivada através da criação da Lei nº. 5106 de 1966, que permitiu às pessoas físicas e jurídicas a aplicação de parte do imposto de renda devido em programas de reflorestamentos incentivados. Empresas privadas iniciaram o plantio de pínus em larga escala, lideradas pelas indústrias de celulose, papel e papelão, particularmente interessadas em aumentar o suprimento da matéria-prima.

Na carta de uso e cobertura da terra pode-se identificar a substituição das áreas naturais pelo reflorestamento de eucalipto e a crescente matriz de cultivo que começava a marcar a paisagem. As áreas de cultivo, nesta época, correspondem às áreas da paisagem que estavam sendo preparadas para o plantio de florestas exóticas. Outra evidência é a diminuição da vegetação em estágio inicial, que possivelmente foi ocupada pelo plantio comercial de pínus.

Pelo mapeamento de uso e cobertura da terra, elaborado para o ano de 1957, observa-se que as fazendas ainda não haviam sido criadas, consistindo em várias propriedades rurais pertencentes a diferentes proprietários. Em 1963, a então empresa madeireira Modo Battistella de Reflorestamento (MOBASA), atualmente denominada Battistella Florestal, adquiriu várias propriedades rurais e constituiu as atuais fazendas para produção de madeira de florestas exóticas.

Vinte e sete anos depois, a paisagem encontra-se bastante modificada, uma vez que onze classes de uso e cobertura da terra puderam ser identificadas e um novo cenário é construído, baseado na integração das unidades cultiváveis e naturais. Essa integração é marcada pela constatação de que, praticamente, 50% da paisagem é formada por unidades naturais (fragmentos remanescentes) e 50% por unidades de cultivo (talhões de pínus). Ou seja, atualmente a paisagem é reflexo da ação da heterogeneidade natural própria das áreas

conservadas remanescentes e a heterogeneidade transformada gerada em função da cultura de pinus.

Quais as implicações que esse conjunto de fatos históricos teve sobre a formação da paisagem atual e a conectividade ambiental? Acredita-se que a interação entre as diferentes formas de heterogeneidade – a natural e a transformada – produzirá qualidades emergentes que criarão uma nova heterogeneidade na paisagem.

### **Interpretando os aspectos físicos da paisagem**

Um fator que contribuiu para o cenário atual desta paisagem foi a heterogeneidade intrínseca das áreas naturais, que situadas em topografias mais íngremes, bem drenadas e de solo raso, passaram por um processo seletivo ao longo da história de uso e ocupação da terra. Nessas áreas, devido a maior dificuldade de manejo do solo, tornaram-se as áreas potenciais para a conservação, ou seja, áreas com maiores chances de manutenção de fragmentos de vegetação nativa, os “fragmentos-fonte”, importantes para a conectividade ambiental.

Um tipo de seletividade também foi automaticamente potencializada pelo fato dos fragmentos estarem em sua maioria sobre as áreas mais íngremes. Possivelmente houve uma seletividade de espécies dentro dessas unidades naturais da paisagem estudada, sujeita às interferências peculiares da geomorfologia e pedologia locais. A paisagem hoje e, conseqüentemente nos cenários futuros, vai refletir estas tendências dos fragmentos conservados.

Convém considerar que a silvicultura desenvolveu-se em áreas com topografias mais irregulares, onde não foi possível o desenvolvimento da atividade agrícola ou de pecuária extensiva. As áreas destinadas ao cultivo de florestas exóticas nas fazendas em estudo situam-se, atualmente, em locais sobre declividades onde é possível o manejo mecanizado.

O que representa, em termos de sustentabilidade ambiental, uma paisagem formada por 50% de unidades naturais preservadas e 50% de unidades cultiváveis de produção de pinus? Equilíbrio entre conservação e produção? Possibilidades de construção de um cenário futuro baseado na sustentabilidade da paisagem?

Considerando que um dos aspectos de grande importância para planejamentos ambientais é analisar, em tempos futuros, a capacidade

de manejo da matriz da paisagem, podemos estimar, pelos dados levantados neste estudo que, aproximadamente, um terço da matriz de pínus, durante os próximos 25 anos, se manterá como matriz de pínus. E possivelmente, nos dias atuais, aproximadamente, 20% da paisagem será drasticamente modificada em função da derrubada dos talhões de pínus adulto.

Dessa forma, é evidente a dinâmica da matriz de pínus nesta paisagem, que anualmente se modifica em função de um sistema de manejo. Não só a paisagem como um todo é modificada, mas localmente cada talhão de pínus sofre uma alteração a partir do terceiro ano de vida com a poda em 100% das árvores e 50% dos galhos. No quinto ano é realizada a segunda poda, onde são removidos os galhos inferiores para produção de madeira livre de nós. O primeiro desbaste é realizado aos 10 anos em 60% das árvores, o que corresponde a 35% de volume de madeira. O corte raso, que nos últimos planos de manejo estava previsto para os 25 anos de idade, atualmente é realizado aos 18 anos (Langa, R., comunicação pessoal).

É clara a existência de mudanças temporais nas manchas remanescentes, uma sucessão induzida dentro dos fragmentos conservados ao longo do tempo, e uma sucessão na matriz que muda, que sofre manejo, que altera a sua permeabilidade. Essa heterogeneidade temporal e espacial das unidades naturais e de cultivo influencia a dinâmica da paisagem, os fluxos ecológicos e a conectividade ambiental. Nesse sentido, a tendência é aumentar as possibilidades de uma paisagem permeável aos fluxos ecológicos, já que a matriz de pínus não se mantém homogênea no espaço e no tempo?

É evidente que o sistema silvicultural de plantio de pínus gera heterogeneidade na paisagem, pois provoca novas situações no espaço e no tempo. Um fato que sustenta esta afirmação é quando se considera o sistema viário das fazendas produtoras de madeira. Neste tipo de cultura é exigida uma excessiva malha viária, o que representa em uma escala espacial, sub-divisões entre os talhões formando várias quadriculações na paisagem. Estes pedaços geram várias áreas de contato entre as unidades na paisagem. Aumentam o contato das bordas de pínus com as áreas de floresta e capoeira e modificam a permeabilidade entre os talhões de pínus. A partir desta concepção, as estradas, dependendo do

eixo considerado, geram maiores possibilidades de conectividade e permeabilidade.

Considerando a escala das fazendas, existem dois tipos de estradas. As estradas que, em função do processo de mecanização das fazendas, são abertas entre os talhões, buscando facilitar o plantio, o manejo de poda e desbaste e a posterior colheita das árvores. Esses eixos causam, em período de intenso uso, impactos violentos, porém temporários. Veículos pesados compactam o solo, alteram o subsolo, removem materiais, causam barulho.

Com o tempo essas estradas assumem funções diferentes, devido ao uso para fins de cultivo ser transitório. Como eixos secundários passam a ter estrutura herbácea arbustiva e servem de corredores para a fauna silvestre, favorecendo animais que se deslocam pela paisagem. Essas estradas que separam os talhões representam heterogeneidade e tornam-se um tipo de habitat muito peculiar durante o desenvolvimento do pínus. Após a colheita este ambiente é perdido.

Do ponto de vista da conectividade da paisagem, estes eixos estão sendo investigados como áreas potenciais de fluxos ecológicos, pois exercendo a função de corredores, alteram a permeabilidade da matriz de pínus (ver Capítulo IV).

Outro tipo de estrada, caracterizada pelo eixo central das fazendas possui função de rodagem diária e com frequência de uso humano menor, especialmente após a colheita de pínus. Utilizado por veículos pequenos que atravessam a fazenda para chegar às propriedades rurais vizinhas, é um eixo que serve de passagem para animais de médio e grande porte, que se expõem em áreas mais abertas.

Num sentido amplo, a ecologia das estradas (Baker et al., 2007; Grilo et al., 2008; McGregor et al., 2008) mostra a importância de separar as diferentes estradas e suas funções. Um exemplo são as estradas de maior rodagem que causam efeitos espaciais na estrutura da paisagem como: fragmentação de habitats; exposição de animais ao perigo; age como barreira aos movimentos da fauna, limitando o deslocamento entre áreas de habitat.

Características naturais do relevo, a alta densidade de drenagem e a legislação ambiental atual contribuíram para a heterogeneidade da paisagem, aumentando as possibilidades de conservação das unidades naturais, por proteger manchas de florestas, especialmente aquelas às

margens de rios e nascentes, impedindo o cultivo nesses locais. Essas características associadas implicam numa melhor permeabilidade da paisagem? Mais intensidade de fluxos ecológicos? Esse tipo de atividade florestal vem somar no contexto da paisagem?

Observa-se que grande parte das nascentes dos rios principais da paisagem surge nas maiores cotas de altimetria e estão protegidas por áreas de vegetação nativa situadas em terrenos mais íngremes. As classes hipsométricas da paisagem, desde a menor cota de 780m até a maior cota de 1040m no nível do mar, deixam evidente a movimentação do relevo e a heterogeneidade espacial, influenciado pela presença de vales. Este componente do sistema paisagem está muito associado a rede hidrográfica e a variação das classes de declividade.

Ao se analisar cada fazenda em separado, identifica-se para a fazenda Rio Feio as maiores altitudes, que ocupam 52,5% da paisagem. Diferente da fazenda Santa Alice que possui altitudes mais bem distribuídas no espaço, o que faz com que esta “amostra” da paisagem possua características de uso e ocupação da terra, de hidrografia, de declividade e de vegetação mais diversos.

A rica densidade de drenagem da paisagem resultou numa rica densidade de corredores de vegetação ciliar que conectam estruturalmente a paisagem. Os corpos hídricos localizados ao norte e centro da Fazenda Santa Alice e na porção central da Fazenda Rio Feio, regiões onde se concentra a maior parte das áreas de cultivo, formam uma rede de corredores naturais que conectam estruturalmente os demais fragmentos de vegetação nativa distribuídos na paisagem.

A conservação dessas áreas permite a conservação da conectividade da paisagem, uma vez que elas constituem estruturas que ligam as manchas de habitats naturais isoladas na matriz de cultivo (Soulé & Gilpin, 1991; Beier & Noss, 1998; Metzger, 1999, 2001; Damschem et al., 2006) e facilitam os fluxos ecológicos, evitando a extinção de espécies em habitats fragmentados (Metzger et al., 1999).

No entanto, entende-se que a efetividade dos corredores como estruturas de conectividade depende da complexidade desta rede de corredores, ou seja, uma área com densidade de drenagem rica e bem distribuída funciona como estrutura de conectividade. Henein & Merriam (1990) citam que uma complexa rede de corredores naturais ou

uma paisagem com alta densidade e ampla distribuição de corredores, é fundamental para o deslocamento e a sobrevivência da fauna.

Com a sobreposição das cartas temáticas da hidrografia, hipsometria e declividade constata-se a existência de um divisor de água entre os rios Verde e dos Saltos e seus respectivos afluentes, ao sul da Fazenda Santa Alice. Isso torna a propriedade uma região de fundamental importância para a conservação. Outra região importante da paisagem em termos de conservação encontra-se na porção central da paisagem entre as fazendas estudadas. A variação hipsométrica de 832 a 1040m a nível do mar e a classe clinográfica de 20 a 100% deixam evidente o relevo íngreme e a heterogeneidade ambiental nesta região, influenciada pela presença de vales cobertos por vegetação nativa.

Vale destacar que a conservação da vegetação sob um divisor de águas possibilita a manutenção das nascentes e recursos hídricos locais, bem como contribui para conservação da biodiversidade regional. Discutindo a perspectiva de um corredor ideal, Forman (1995), defende que este deve abranger todo um gradiente topográfico e um espectro de habitats que contemple desde o curso d'água até o divisor da bacia hidrográfica. Nesse sentido, possibilitaria uma razão interior/borda alta, permitindo o fluxo de espécies menos plásticas e/ou de interior de habitat.

É importante notar que o conjunto de aspectos físicos interagiu para formar esta paisagem heterogênea. Desta forma, cada elemento natural, como a declividade, a hidrografia, a altitude, os fragmentos remanescentes e cada elemento transformado pelo homem, como as unidades de cultivo, devem ser analisados como partes integradas a uma totalidade chamada paisagem.

### **Interpretando os aspectos legais da paisagem**

A legislação ambiental e a exigência de certificadoras florestais foram elementos determinantes para a proteção das florestas e na formação da heterogeneidade da paisagem em estudo.

A criação do Código Florestal em 1965 e suas alterações em 1986 e 1989 estabeleceram modificações na largura das áreas de preservação permanente em margens de rio, que passaram de 5 para 30 metros em rios com menos de dez metros de largura.

Somado a isso, uma nova necessidade, a partir da década de 1990, veio em forma de exigência de certificadoras florestais, que avaliavam a possibilidade destas fazendas tornarem-se fontes de madeira certificada, pelo cumprimento de algumas diretrizes, entre elas, a preservação das margens de rios e nascentes.

A legislação e o processo de certificação florestal impuseram um ritmo de construção de uma paisagem espacial e fisicamente em equilíbrio, uma vez que praticamente 50% das unidades são naturais e 50% são cultiváveis.

É importante lembrar que esta é uma paisagem típica do Planalto Norte Catarinense onde predomina na base econômica a atividade florestal. Entretanto, este quadro não ilustra a realidade de todas as empresas florestais da região, que não possuem esse modelo de paisagem no seu cenário ambiental, conforme já discutido no Capítulo I.

Scariot (2008) reforça os dados em estudo realizado na fazenda Santa Alice, por meio da elaboração da carta temática de conflitos ambientais, baseada em ortofotocartas de 2006, registrando que apenas 6,86ha, ou seja, 2,68% da área total da fazenda estavam em desacordo com a legislação vigente.

Em atualizações de campo, a autora verifica que as áreas de preservação permanente com cultivo de pínus adulto já estavam sendo readequadas à legislação após do corte dos talhões. Estas não foram consideradas conflitos ambientais “legais”, pois foram áreas submetidas ao plantio antes de 1989, ou seja, antes das alterações do Código Florestal.

As áreas com eucalipto foram retiradas e, portanto, readequadas às exigências legais estabelecidas às margens de rios e nascentes. Já as áreas de preservação permanente com infra-estrutura rural, identificadas também como conflito ambiental pela autora, correspondem a áreas de extração de cascalho (pedreiras) que estão desativadas e em processo de regeneração natural.

Entretanto, pela questão legal, a paisagem estudada não está ainda consolidada, ou seja, é provável que localmente cada fazenda sofra modificação, uma vez que, apesar das alterações na legislação datarem da década de 1980, a aplicação é recente. Apesar do fato de que 50% das unidades são naturais e preservadas, essas áreas estão em processo de sucessão e regeneração natural. Da mesma forma, pela questão da

certificação florestal existe anualmente uma contínua melhoria ambiental exigida pelas agências internacionais.

O contexto das regulamentações implica em uma heterogeneidade que será construída ao longo do tempo, sendo imprevisível, está sujeita a ação dos elementos internos desta paisagem – corredores ciliares, fragmentos remanescentes, cultivo de pinus – e externos – aplicação das leis e normas atuais e criação de novas políticas de conservação e restauração ambiental.

### **Interpretando os aspectos espaciais da paisagem**

É necessário incorporar nos estudos da conectividade ambiental a heterogeneidade e a complexidade do mosaico da paisagem, mostrando a importância do arranjo espacial dos fragmentos e da matriz inter-habitat. Nesse sentido, a interpretação da heterogeneidade ambiental da paisagem deve contemplar aspectos da estrutura, da função e das mudanças. Portanto, é importante levar em conta todo o interativo mosaico da paisagem estudada, buscando revelar as relações ou processos ativos entre as suas unidades.

Na paisagem em estudo pode-se observar essa variação no mosaico composto por seus elementos básicos: mancha (fragmento), corredor e matriz (Forman & Godron, 1986).

As manchas encontram-se situadas nos topos de morro e nas áreas mais íngremes da paisagem e foram originadas pela fragmentação, ou seja, pela sub-divisão provocada por ações antrópicas, conforme se observa na cronosequência histórica por meio das cartas de uso e cobertura da terra para os anos de 1957, 1978 e 2005.

As manchas que compõem a paisagem estudada variam em forma, tamanho, tipo e características de borda. São áreas com vegetação de Floresta Ombrófila Mista em diferentes estádios sucessionais. Já os corredores correspondem também às áreas com vegetação em distintos estádios sucessionais, ao longo da faixa legal de proteção dos fluxos de água. Apresentam-se como elementos lineares que ligam pelo menos dois fragmentos de habitat. Na paisagem os corredores limitam a Fazenda Santa Alice ao norte, ao sul e drenam a sua porção central, bem como drenam a porção central da Fazenda Rio Feio. É importante pensar que, caso existissem apenas as áreas ciliares formando corredores, quais

as maiores distâncias que os animais teriam que atravessar para chegar a outro ambiente com vegetação nativa?

O arranjo de núcleos de tamanho variável (fragmentos remanescentes) + pequenos núcleos (nascentes) + bordas de 30m (margens de rios) sugere que a paisagem estudada teve sua heterogeneidade natural transformada pela ação de fatores abióticos (altitude, declividade, hidrografia) e aspectos legais.

Os fragmentos formam uma rede de manchas e corredores ciliares imersos na matriz de cultivo que contribui para conectividade estrutural e funcional desta paisagem. Esse arranjo aumenta as possibilidades de conectividade da paisagem por ter em sua composição áreas de tamanho e funções variadas que podem abrigar tanto espécies de borda, como espécies de interior, funcionando em alguns casos como trampolins ecológicos.

Considerando a paisagem em estudo, a matriz pode ser entendida como o conjunto de áreas cultiváveis formada pelas unidades de agricultura, pastagem, eucalipto, pínus jovem e pínus adulto, ou seja, todas as unidades que se diferenciam das áreas de vegetação nativa.

Entretanto, sob uma visão de que a matriz refere-se ao conjunto de elementos com maior extensão espacial e caracterizada por possuir um papel preponderante no funcionamento e na dinâmica da paisagem, a matriz da área estudada corresponde aos talhões de pínus em diferentes idades.

O cultivo de pínus, dentro do padrão geomorfológico e pedológico local, forma uma paisagem altamente entrecortada por talhões, corredores, manchas, formando um desenho variável, irregular, com muitas bordas.

Em uma área de aproximadamente 6.400 ha, o conjunto de unidades distintas comporta manchas de fragmentos, corredores e matriz. As unidades de matriz são em número significativamente maior que as unidades naturais. Soma-se a todas estas unidades uma quantidade significativa de área ocupada por estradas e aceiros, o que aumenta os contatos entre as distintas unidades dentro da paisagem. Esta condição gera maiores sub-divisões dentro das manchas da matriz e entre elas, mostrando que matriz é fragmentada por outros elementos, apesar de possuir aproximadamente o mesmo tamanho das áreas preservadas, não

é uniforme, formando manchas menores de pinus e alterando as distâncias entre e dentro das áreas naturais e das áreas de cultivo.

Este cenário construído por aspectos heterogêneos naturais e pelas transformações geradas pela atividade humana implica em uma estrutura desta paisagem, heterogênea, caracterizada por um conjunto de áreas de tamanho, forma, número e níveis de conectividade variados.

Por meio da representação cartográfica de manchas, corredores e matriz pode-se analisar a estrutura de uma paisagem, usando-se um conjunto de descritores ou parâmetros (Forman & Godron, 1986; Gardner et al., 1987). Uma estimativa das conectividades estrutural e funcional desta paisagem pelo uso de métricas e também da avaliação dos fluxos ecológicos serão temas abordados nos Capítulos III e IV desta tese.

### **Interpretando o conjunto de elementos formadores da heterogeneidade da paisagem**

Entende-se que as distintas fontes de heterogeneidade (históricas, físicas, legais, ambientais) interagem nesta paisagem, no sentido de produzirem um processo dinâmico de formação do meio ambiente. Hipoteticamente a complexa heterogeneidade ambiental da paisagem em estudo deve influenciar positivamente, aumentando a diversidade de habitats e a conectividade numa escala de contexto.

Cerqueira et al. (2003) defendem que, dependendo de quão heterogêneo é o ambiente, maior ou menor variedade de habitats existirá em uma paisagem. Desta forma, observar as diferenças na estrutura desta paisagem relacionadas a cada fazenda é uma forma de levantar a diversidade de habitats e as condições ambientais existentes para a ocupação de muitas espécies em certas manchas, o que implica diretamente na conectividade ambiental.

Considerando que a proposta da elaboração das cartas temáticas e as informações geradas por meio delas possam servir como elementos para o diagnóstico das diferentes fontes e formas da heterogeneidade da paisagem estudada, propõe-se uma análise sistêmica que possa incorporar todos os aspectos levantados e como estes contribuíram e ainda contribuem na formação da heterogeneidade e complexidade desta paisagem. Estes aspectos caracterizam um novo tipo de paisagem, fruto da emergência das heterogeneidades natural e transformada.

A Figura 12 ilustra, por meio de um diagrama esquemático, o conjunto de subsistemas que reforçam a manutenção da heterogeneidade emergente desta paisagem, vista como um sistema maior, e a relação circular destas fontes no espaço e no tempo.

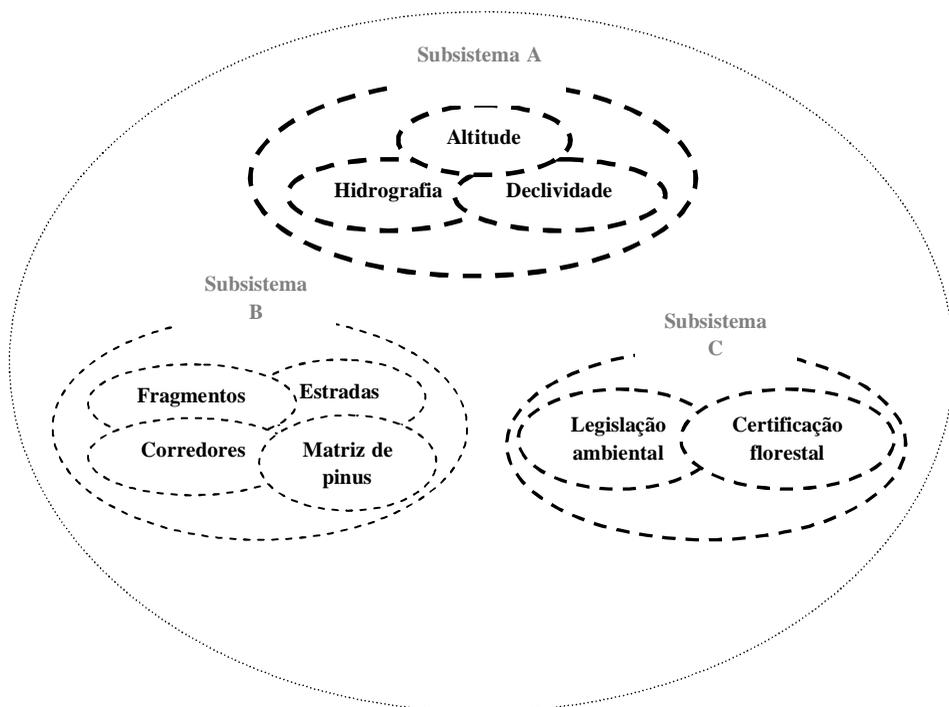
As diferentes fontes da heterogeneidade natural – hidrografia, altitude e declividade – (subsistema A) foram determinantes na formação da paisagem em estudo, pois definiram o arranjo espacial das diferentes classes e os usos da terra.

As atividades humanas potencializaram os usos de seu interesse, reforçando um ciclo com as unidades da paisagem constituídas por um mosaico heterogêneo – uma matriz dinâmica de pinus em diferentes idades, pequenas áreas agricultáveis e de pastagem e fragmentos em forma de manchas e corredores em diferentes estádios de regeneração natural (subsistema B).

Mudanças externas, como por exemplo, a criação do Código Florestal e suas alterações, e a Certificação Florestal reforçaram a manutenção do mosaico desta paisagem, constituído por manchas protegidas, consideradas áreas de preservação permanente, compostas por margens de rios e nascentes e o manejo das florestas plantadas visando a produção de madeira (subsistema C).

A análise dos elementos formadores da nova heterogeneidade da paisagem pelo entendimento de que estes formam um conjunto de subsistemas e baseada em informações obtidas por meio de cartas temáticas, por exemplo, é uma forma de entender a paisagem estudada sob o ponto de vista da sua totalidade, enxergando não só aspectos físicos e estáticos do espaço, mas as relações dinâmicas das diferentes formas da sua heterogeneidade.

A leitura desta paisagem como um sistema composto por subsistemas permite o entendimento de que o cenário atual do ambiente não é um produto de impactos individuais independentes, desconectados do passado e do futuro. Pelo contrário, é consequência das ações e efeitos combinados entre si, que acabaram por determinar o quadro de conservação e produção observado no período estudado. Portanto, é de extrema importância o entendimento de que o mosaico da paisagem em estudo é um reflexo histórico, espacial e temporal da dinâmica de fontes intrínsecas naturais; complexo, é formado por unidades heterogêneas no espaço e no tempo.



**Figura 12.** Diagrama esquemático identificando os principais elementos componentes da heterogeneidade da paisagem estudada. As setas representam o sentido das interações entre os subsistemas do sistema **PAISAGEM**. A intensidade das linhas dos subsistemas indica a influência destes na composição da heterogeneidade da paisagem. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interpretação dos fenômenos naturais da paisagem em escala temporal não pode ser realizada pela leitura estática do ambiente. Há necessidade de se compreender os processos continuados que resultaram na apropriação dos recursos naturais, na perspectiva de desenvolvimento humano e na história natural regional.

Nesse sentido, o uso das geotecnologias por meio da coleta, tratamento e análise de informações espaciais, associadas a mapas digitais georreferenciados e a utilização de um sistema de informação geográfica permitiram a geração e organização de dados, tornando possível a caracterização e análise dos aspectos estruturais da paisagem com foco em fazendas produtoras de madeira em três diferentes épocas. Esses indicadores temporais mostraram a dinâmica das diferentes unidades da paisagem em estudo e as mudanças provocadas no mosaico e arranjo espacial, representando importantes elementos para a elaboração de diferentes cenários.

Os cenários gerados passaram por uma época de intensa exploração madeireira, facilitada pela entrada de companhias internacionais na região norte catarinense na década de 1950, saltando para uma fase de substituição das já esgotadas reservas naturais para o crescimento de florestas plantadas, promovida por lei de incentivos fiscais na década de 1970, chegando à estagnação do processo de exploração florestal nativa para a compatibilização dos usos da terra, exigidas pela certificação ambiental na atualidade.

As diferentes fontes da heterogeneidade interagiram ao longo do tempo e formaram uma paisagem complexa. É evidente que além das características históricas, físicas e espaciais do ambiente (hidrografia, altitude e declividade), a atividade desenvolvida que determinou a dinâmica da matriz da paisagem (produção de madeira) foi a grande geradora do mosaico da paisagem atual. Associada as atividades de produção de madeira está a certificação das florestas plantadas das fazendas da paisagem em estudo. A necessidade de constante adequação à legislação e certificação ambiental das fazendas permitiu a compatibilização das atividades produtivas com a conservação de áreas naturais nesta paisagem.

Neste estudo, o dado que revela esta compatibilização, pelo menos em termos de quantidade de áreas de uso e cobertura, mostra que a matriz de cultivo e a matriz florestal praticamente estão em equilíbrio dinâmico na paisagem, sob uma ótica estrutural. Este é um quadro determinante para os proprietários, a região induz a uma silvicultura de pinus, onde praticamente 50% da propriedade estão disponíveis para a produção, conciliando a preservação das florestas e de seus ambientes associados. Ou seja, o espaço ocupado para produção e conservação revela uma paisagem estável dentro de um cenário sustentável.

Por outro lado, esta estabilidade precisa ser acompanhada, pois está sujeita a uma dinâmica natural. Áreas ciliares, por exemplo, encontram-se em um processo recente de regeneração natural nesta paisagem e os sistemas de manejo de pinus estão constantemente passando por melhorias buscando a qualidade ambiental.

Estudos que possam monitorar essas mudanças são necessários, uma vez que o processo de heterogeneidade temporal e espacial ainda é pouco conhecido pela ciência, especialmente em um cenário de uma paisagem produtora de pinus e sob esta nova concepção das variadas heterogeneidades.

É importante ressaltar que apenas a análise dos aspectos estruturais não responde as questões relacionadas à funcionalidade efetiva desta paisagem. As respostas biológicas dos organismos em relação ao arranjo e heterogeneidade espacial devem ser analisadas em estudos que tratem da conectividade funcional da paisagem em redes de interações complexas (ver Capítulo IV desta tese).

É essencial que todos os aspectos de um diagnóstico ambiental estejam associados na sua totalidade, e possam ser relacionados por meio de uma leitura sistêmica das mudanças dos ambientes. Isso implica em entender que as paisagens estão submetidas a transformações no tempo e no espaço em função das atividades desenvolvidas pelo homem e são fruto de emergências imprevisíveis deste com os sistemas naturais e sua heterogeneidade própria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina. 1997. **Governo de Santa Catarina**. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, SDM; Secretaria de Desenvolvimento Rural e da Agricultura, DAS; Secretaria de Recursos Hídricos, MMA.

Baker, P. J.; Dowding, C. V.; Molony, S. E.; White, P. C. L.; Harris, S. 2007. Activity patterns of urban red foxes (*Vulpes vulpes*) reduce the risk of traffic-induced mortality. **Behavioral Ecology** 18:716:724.

Beier, P. & Noss, R. F. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? **Conservation Biology** 12 (6): 1241-1252.

BRASIL. **Resolução nº 303 de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 13 abr. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302>> Acesso em 08 de set. de 2007.

Campbell, J. B. 1997. Land use and cover inventory. In: **Manual of Photographic Interpretation**. 2ª. ed. USA: ASPRS. p. 335-350.

Christofoletti, A. 1980. **Geomorfologia**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher. 188p.

Damschen, E. I.; Haddad, N. M.; Orrock, J. L.; Tewksbury, J. J.; Levey, D. J. 2006. Corridors increase plant species richness at large scales. **Science** 313: 1284-1286.

Davies, K. F.; Melbourne, B. A.; Margules, C. R. 2001. Effects of within- and between-patch processes on community dynamics in a fragmentation experiment. **Ecology** 82: 1830-1846.

DNAEE-EESC. 1980. **Bacia experimental Rio Jacaré-Guaçu**. São Carlos: EESC-USP. 114p.

DSG (Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro). 1979. **Cartas Topográficas**. Porto Alegre: DSG.

EMBRAPA. 1995. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3ª. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS. 65p.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2008. **Geographic information system software**. Versão 9.2. ESRI, Redlands, California.

Ferro, M. I. T. 2004. **Percursos e patrimônio na percepção da paisagem**. 92p. Relatório de trabalho de fim de curso de Arquitectura Paisagística. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.

Forman, R. T. T. 1995. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge University Press, Cambridge.

Forman, R. T. T.; Godron, M. 1986. **Landscape Ecology**. USA: John Wiley & Sons, Inc. 640p.

Gardner, R. H.; Milne, B. T.; Turner, M. G.; O'Neill, R. V. 1987. Neutral models for the analysis of broad-scale landscape patterns. **Landscape Ecology** 1: 19-28.

Governo do Estado de Santa Catarina. 2001. **Contestado**. Florianópolis: IOESC.

Grilo, C.; Bissonette, J. A.; Santos-Reis, M. 2008. Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: implication for road planning and mitigation. **Biodiver. Conserv.** 17: 1685-1699.

Henein, K. & Merriam, G. 1990. The elements of connectivity where corridor quality is variable. **Landscape Ecology** 4: 157-170.

Hobbs, R. 1997. Future landscapes and the future of landscape ecology. **Landscape and Urban Planning** 37: 1-9.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Banco de dados – Mapeamento Sistemático Brasileiro 2005**. Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/topograficos/topo50/vetor> Acesso em 18 de fev. de 2008.

Kormann, J. 1980. **Rio Negrinho que eu conheci**. Curitiba: Tipo West Ltda, 195p.

Lago, P. F. 1978. **Santa Catarina: dimensões e perspectivas**. Florianópolis: UFSC.

Lago, P. F. 1988. **Gente da terra Catarinense**. Florianópolis: UFSC.

Lindenmayer, D. B. & Franklin, J. F. 2002. **Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscale approach**. Island Press, Washington.

Loch, C. A. 2008. **Interpretação de imagens aéreas. Noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. 5<sup>a</sup>. ed. Florianópolis: Editora da UFSC. 103p.

McGregor, R. L.; Bender, D. L.; Fahrig, L. 2008. Do small mammals avoid roads because of the traffic? **Journal of Applied Ecology** 45: 117-123.

Metzger, J. P. 2001. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica** 1 (1): 1-9.

Metzger, J. P. 1999. Estrutura da Paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 71: 445-463.

Metzger, J. P.; Goldenberg, R.; Bernacci, L. C. 1999. Caminhos da biodiversidade. **Ciência Hoje** 25 (146): 62-64.

Paese, A.; Santos, J. E. 2004. Ecologia da paisagem: abordando a complexidade dos processos ecológicos. In: Santos, J. E.; Cavalheiro, F.; Pires, J. S. R.; Oliveira, C. H.; Pires, A. M. Z. C. (Org.). **Faces da**

**polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção.** São Carlos: RiMA, v. 1. p. 1-21.

Piazza, W. F. 1983. **Santa Catarina: sua história.** Florianópolis: UFSC/Lunardelli.

Schlundwein, S. L. 2004. Por que a análise sistêmica não pode refletir a realidade? **Redes** 9 (2): 117-132.

Pickett, S. T. A.; Cadenasso, M. L.; Jones, C. G. 2000. Generation of heterogeneity by organisms: creation, maintenance and transformation. In: Hutchings, M. J.; John, E. A.; Stewart, A. J. A. (Ed.). **The ecological consequences of environmental heterogeneity.** United Kingdom: Cambridge University Press, p. 33-52.

Reis, A.; Bechara, F. C.; Espindola, M. B.; Vieira, N. K.; Lopes, L. 2003. Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. **Natureza & Conservação** 1: 85-92.

Reis, A.; Tres, D. R. 2007. Nucleação: integração das comunidades naturais com a paisagem. In: Fundação Cargill (Ed.). **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas.** Cargill, São Paulo. p. 28-55.

Rosenzweig, M. L. 1995. **Species diversity in space and time.** United Kingdom: Cambridge University Press. 436p.

Santos, R. F. 2004. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** Oficina de textos, São Paulo. 184p.

Soulé, M. E. & Gilpin, M. E. 1991. The theory of wildlife corridor capability. In: Saunders, D. A. & Hobbs, R. J. (Ed.) **Nature conservation 2: the role of corridors.** Chipping Norton, Surrey Beatty & Sons. p. 3-8.

Stewart, A. J. A.; John, E. A.; Hutchings, M. J. 2000. The world is heterogeneous: ecological consequences of living in a patchy environment. In: Hutchings, M. J.; John, E. A.; Stewart, A. J. A. (Ed.).

**The ecological consequences of environmental heterogeneity.** United Kingdom: Cambridge University Press. p.1-8.

Thomé, N. 1981. **Civilizações primitivas do Contestado.** Caçador: Universal.

Thomé, N. 1983. **Trem de ferro: história da ferrovia no Contestado.** Florianópolis: Lunardelli.

Thomé, N. 1995. **Ciclo da madeira: história da devastação da Floresta da Araucária e do desenvolvimento da indústria madeireira em Caçador e na região do Contestado no século XX.** Caçador: Universal, 212p.

Valentini, D. J. 2003. **Da cidade santa à corte celeste: memórias de sertanejos e a Guerra do Contestado.** Caçador, Universidade do Contestado, 3ª edição. 191p.

Wiens, J. A. 2000. Ecological heterogeneity: an ontogeny of concepts and approaches. In: Hutchings, M. J.; John, E. A.; Stewart, A. J. A. (Ed.). **The ecological consequences of environmental heterogeneity.** United Kingdom: Cambridge University Press. p. 9-31.

Wilson, S. D. 2000. Heterogeneity, diversity and scale in plant communities. In: Hutchings, M. J.; John, E. A.; Stewart, A. J. A. (Ed.). **The ecological consequences of environmental heterogeneity.** United Kingdom: Cambridge University Press. p. 52-69.

## CAPÍTULO III

### **A estrutura da paisagem e a dinâmica da fragmentação em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense**

#### **INTRODUÇÃO**

O homem, como ser social, interfere no ambiente, criando novas situações na paisagem. A necessidade do ser humano de sobreviver ultrapassa limites de situações naturais, gerando desproporção entre a maneira de viver e ocupar o espaço. Tal ocupação, feita, em grande parte das vezes, de forma desordenada, gerou inúmeros e variados desequilíbrios na paisagem. A perda e a fragmentação de habitats, relacionadas principalmente à substituição da vegetação natural original por diferentes tipos de uso e cobertura da terra, como áreas destinadas à urbanização, ao reflorestamento de espécies exóticas ou à agricultura, são conseqüências diretas da transformação das paisagens.

Dentro desta concepção, Naveh (1991) afirma que, o homem não representa apenas um fator de perturbação externa aos ecossistemas naturais, mas sim um componente interativo e co-evolucionário. Desta maneira, fatores antropogênicos devem ser incluídos no reconhecimento potencial do homem em influenciar a estrutura e função da paisagem, considerando não somente dimensões físicas e biológicas de um ambiente, mas aspectos históricos, culturais, sócio-econômicos da ecologia humana, que se encontram conectados aos diferentes usos da terra.

Neste sentido a ecologia de paisagem contribui, pois se propõe a lidar com mosaicos antropizados, na escala na qual o homem está modificando o seu ambiente. Metzger (2001) defende que esta abordagem procura responder aos principais problemas ambientais, em especial à fragmentação de habitats, buscando entender as modificações estruturais e funcionais trazidas pelo homem no mosaico como um todo, incorporando toda a complexidade de inter-relações espaciais de seus componentes, tanto naturais como culturais.

Ao ocorrer um processo de fragmentação, ou seja, uma ruptura na continuidade da ou das unidades da paisagem (Lord & Norton, 1990), a estrutura da paisagem é modificada, resultando em mudanças na

composição e diversidade das comunidades e interferindo na dinâmica de populações naturais, aumentando os riscos de extinção e as possibilidades de deslocamento das populações pela paisagem (Soulé et al., 1992; Andrén, 1994). Portanto, estudar a paisagem tendo como enfoque sua heterogeneidade estrutural traz a possibilidade de identificar os padrões de distribuição e as interações dos elementos por ela constituídos e as mudanças do mosaico ao longo do tempo (Cavallini, 2001; McGarigal & Marks, 1995), buscando entender as implicações desses processos em termos de funcionamento da paisagem.

A literatura sobre fragmentação traz diversos pontos de vista, tanto empíricos como teóricos, os quais vêm testando a influência do arranjo espacial dos fragmentos e da matriz inter-habitat sobre a dinâmica das populações em paisagens fragmentadas (Taylor et al., 1993; Fahrig & Merriam, 1994; Metzger, 1997; Bélisle, 2005; Castellón & Sieving, 2005). Vários autores alertam para a importância de se levar em consideração outros parâmetros espaciais para análise da fragmentação, além da área e grau de isolamento dos fragmentos (Burgess, 1988; Fahrig & Merriam, 1994; Metzger, 1997).

Por outro lado, uma forte tendência tem apresentado a necessidade de incorporar nos estudos a conectividade e a complexidade do mosaico da paisagem, mostrando o arranjo espacial dos fragmentos e da matriz inter-habitat. Nessa perspectiva, os estudos avaliam a paisagem como um “modelo de mosaico funcional”, integrando os fragmentos de habitat dentro de um contexto mais realista formado por uma paisagem heterogênea, composta por elementos que influenciam o movimento e o fluxo de organismos (Fahrig, 2001; Metzger, 2001; Forman, 2002; Murphy & Lovett-Doust, 2004).

Considerando uma escala regional, o Planalto Norte Catarinense, ilustra um cenário de fragmentação, onde seu histórico de uso e ocupação territorial foi baseado na redução em larga escala de áreas de Floresta Ombrófila Mista. Este cenário, resultado da herança das sucessivas modificações dentro de habitats contínuos, apresenta remanescentes de vegetação natural sob diversas condições físicas e ambientais, com distintos estádios sucessionais de vegetação e variações quanto ao tamanho, forma, graus de isolamento e conectividade e, tipos de entorno.

A dinâmica espacial e temporal das comunidades dentro dos remanescentes é influenciada pelas atividades silvícolas, onde a matriz de pinus assume o papel preponderante no funcionamento da paisagem, já que exerce significativa influência na resposta das espécies à fragmentação. Caracterizada pelo conjunto de talhões de pinus em diferentes idades e sob diversas condições de manejo, cultivados em fazendas produtoras de madeira, a matriz representa o elemento de forte caráter produtivo na paisagem.

Considerando o cenário da paisagem em estudo, como interpretar essa nova realidade de estrutura de mosaico com uma matriz produtiva de pinus? Como diminuir a resistência da matriz produtiva aos fluxos ecológicos, buscando potencializar sua função de conservação?

É evidente que inúmeras abordagens, teorias e metodologias têm sido usadas na tentativa de compreender paisagens fragmentadas, formulando uma variedade de regras básicas para avaliar e diagnosticar diferentes cenários, porém em condições de paisagens com funções exclusivas de conservação. No contexto da paisagem em estudo, onde sua função principal está concentrada na produção silvicultural, entende-se como básico direcionar os estudos para uma avaliação da estrutura do mosaico que leve em consideração a complexa e dinâmica matriz de pinus e suas diferentes permeabilidades.

Dentro desta perspectiva, o objetivo deste capítulo é caracterizar estruturalmente a paisagem, em relação a sua composição e disposição espacial ao longo do tempo, buscando entender os efeitos do padrão espacial sobre o movimento das espécies e a conectividade ambiental através de métricas ou índices de paisagem. Para tanto, as avaliações são direcionadas à interpretação de parâmetros que leve em consideração, tanto as atividades conservativas, quanto as atividades produtivas da paisagem, reconhecendo a importância deste conjunto como potencial modificador dos fluxos ecológicos e da conectividade como um todo.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A área de estudo é a paisagem formada pelas áreas de duas fazendas produtoras de madeira mais um raio de 1 km. A Fazenda Santa Alice

encontra-se totalmente inserida no município de Rio Negrinho, enquanto que a Fazenda Rio Feio encontra-se também dentro dos limites do município de Rio dos Cedros. Ambas as fazendas são propriedade da Empresa Battistella Florestal, região do Planalto Norte Catarinense (para mais detalhes ver Área de Estudo na Apresentação).

### **Materiais e métodos**

Os procedimentos adotados envolveram a obtenção de dados vetoriais primários, o georreferenciamento de fotografias aéreas, a fotointerpretação, a definição das classes de uso e cobertura da terra, a verdade terrestre ou reambulação, a elaboração de cartas de uso e cobertura da terra e dos fragmentos de vegetação nativa por meio de aerofotografias datadas de 1957, 1978 e 2005. Estes procedimentos estão descritos detalhadamente no Capítulo II.

A análise da estrutura da paisagem nos três anos foi realizada no programa de processamento de informações geográficas ArcGis 9.2 (ESRI, 2008). Para o cálculo das métricas foi utilizado o programa Fragstats 3.3 (McGarigal & Marks, 1995). O Fragstats é um programa de análise de padrões espaciais que quantifica a extensão e a configuração espacial de manchas dentro de uma paisagem.

#### **a) Conversão de dados vetoriais para dados raster**

A estrutura da paisagem nos três anos foi analisada por meio das suas respectivas cartas de uso e cobertura da terra, as quais foram reeditadas com o objetivo de redefinir e agrupar algumas classes de interesse. Os dados dessas cartas estavam representados por vetores e foram convertidos para o formato matricial.

Na representação vetorial, os objetos são representados por pontos, linhas, áreas ou polígonos. Portanto, quando se utiliza a expressão vetorial, está se referindo a alguma combinação de pontos, linhas poligonais e polígonos, conforme descrito em Moreira (2005). A localização e a aparência gráfica de cada objeto estão representadas por um ou mais pares de coordenadas. Na estrutura matricial, o espaço é representado por uma matriz, composta por colunas e linhas. Cada célula possui um número de linhas (eixo y), um número de colunas (eixo x) e um valor (z) correspondente ao atributo investigado. O valor z refere-se ao número digital médio dos alvos dentro do *pixel* (elemento

de imagem com um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente).

Na tabela de atributos das cartas foi criada uma coluna com Códigos (valores). Para cada ano foram redefinidas as classes de uso e cobertura da terra. Para o ano de 2005 foram atribuídos valores de 1 a 6, correspondendo as classes de áreas antropizadas, eucalipto, pínus adulto, pínus jovem, vegetação em estágio avançado e vegetação em estágio inicial. Para os anos de 1957 e 1978 foram atribuídos valores de 1 a 4 correspondendo as classes de área de cultivo, áreas antropizadas, vegetação em estágio avançado e vegetação em estágio inicial.

Posteriormente, estes arquivos com dados vetoriais foram convertidos para dados raster através do módulo Conversion Tool, ferramenta Feature to Raster do ArcToolbox.

As classes de uso e cobertura da terra para cada período foram redefinidas, correspondendo às seguintes denominações:

#### **1957 e 1978:**

- Classe área de cultivo: áreas abertas para o uso como pastagem, agricultura e reflorestamento de pínus;
- Classe áreas antropizadas: estradas e construções;
- Classe vegetação em estágio avançado: floresta;
- Classe vegetação em estágio inicial: capoeira e lâmina d'água.

#### **2005:**

- Classe áreas antropizadas: agricultura, pastagem, estradas e construções;
- Classe vegetação em estágio avançado: floresta;
- Classe vegetação em estágio inicial: capoeira e lâmina d'água;
- Classe eucalipto: reflorestamento de eucalipto;
- Classe pínus adulto: talhões de pínus com idade superior a 5 anos;
- Classe pínus jovem: talhões de pínus com idade inferior a 5 anos.

### **b) Cálculo de métricas da paisagem**

Para quantificar com precisão os padrões espaciais da paisagem em estudo, utilizou-se de métricas ou índices. Estes permitem também determinar a relação entre padrões da paisagem e os processos ecológicos. Todos os índices foram calculados por meio de mapas categóricos, ou seja, formados por classes ou unidades descontínuas. Neste estudo, as classes de uso e cobertura da terra.

As métricas foram calculadas nas escalas de mancha e classe e estão agrupadas nas categorias de disposição e de composição. Foram utilizados neste estudo índices de composição, os quais indicam quais unidades estão presentes na paisagem, a riqueza dessas unidades e a área ocupada por elas; e de disposição que quantificam o arranjo espacial dessas unidades em termos de grau de fragmentação e frequência de contato entre elas, grau de isolamento e conectividade de manchas e área, formato e complexidade de formas das manchas que compõem o mosaico da paisagem, conforme Metzger (2003).

Quando citada no texto, a palavra MANCHA corresponde aos polígonos de qualquer classe, seja classe de FLORESTA, CAPOEIRA ou PÍNUS.

A palavra FRAGMENTO corresponde aos polígonos das MANCHAS DE VEGETAÇÃO NATIVA, sejam elas, FLORESTA ou CAPOEIRA, originados pela sub-divisão ou fragmentação de vegetação local ou mesmo por sucessão secundária de áreas não mais utilizadas para fins agrícolas ou silviculturais.

Para o cálculo das métricas da paisagem no programa Fragstats 3.3 foi necessário converter o arquivo raster para o formato Asc por meio do módulo Conversion Tool, ferramenta Raster to Asc II do ArcToolbox. O Asc II é um arquivo matricial, onde cada célula (*pixel*) corresponde a um valor da classe correspondente. As classes para cada ano foram redefinidas com um valor correspondente (código), descrito na etapa anterior.

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.

Foram calculadas métricas para todas as classes da paisagem nos três períodos.

No Quadro 1 são apresentadas as métricas selecionadas e calculadas neste estudo e breve explicação sobre cada uma delas, segundo Forman & Godron (1986); Turner & Gardner (1991); McGarigal & Marks (1995); e Primack & Rodrigues (2001) e outros detalhes descritos na Tabela 1, conforme McGarigal & Marks (1995).

Optou-se por calcular algumas métricas para cada classe de vegetação (floresta e capoeira) separadamente, uma vez que cada classe deve apresentar processos ecológicos diferentes em função do estágio sucessional. Da mesma forma, foram calculadas métricas para cada classe de pinus (adulto e jovem), buscando entender se há diferenças na estrutura espacial destas áreas de cultivo em função do estágio de crescimento dos talhões (até 5 anos e > 5 anos).

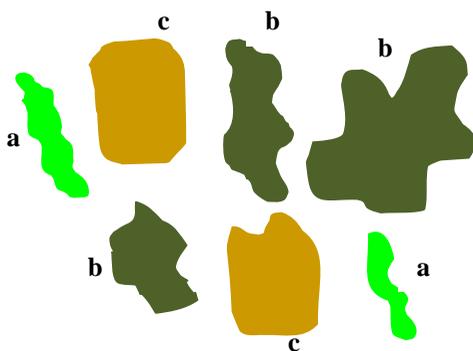
**Quadro 1.** Métricas de paisagem utilizadas neste estudo e breve descrição.

Elaborado por Tres, D. R. (2010)

**Métricas de Composição:**

Quantificam as unidades presentes, a riqueza e a área ocupada por elas na paisagem, o que permite inferir sobre o grau de dominância espacial.

Métricas calculadas: área da classe na paisagem (CA); dominância de manchas da classe na paisagem (LPI).



a=capoeira; 2 unidades

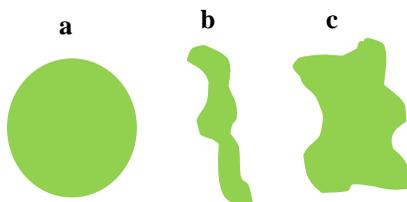
b=floresta; 3 unidades

c=pínus; 2 unidades

**Métricas de Forma:**

Medem a complexidade da forma comparada a um círculo (versão vetorial) ou a um quadrado (versão matricial). Esse índice possibilita verificar o quanto a forma de uma área se aproxima de uma circunferência. Na literatura, este índice indica que áreas circulares minimizam a relação borda-área e o centro encontra-se mais distante das bordas do que qualquer outra forma. Como os dados deste trabalho foram gerados no formato *raster*, a forma quadrada terá  $SHAPE=1$ . A forma das manchas está diretamente ligada à relação entre o perímetro e a área, sendo que, quanto menor for essa relação, menor também será a borda e vice-versa.

Métrica calculada: índice de forma (SHAPE).



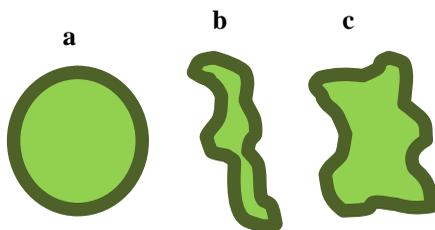
fragmento a=forma circular ou regular (se aproxima de uma circunferência)

fragmento b e c=forma complexa ou irregular (maximiza a relação borda-centro)

**Métricas de Borda:**

Quantificam a borda, ou seja, a zona de transição entre matriz e floresta interior em torno do perímetro.

Métricas calculadas: área total de bordas da classe (TE); densidade total de bordas da classe (ED).

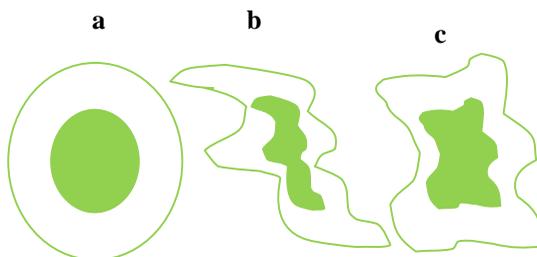


Nos fragmentos a, b, c a borda representa a linha mais espessa dos polígonos.

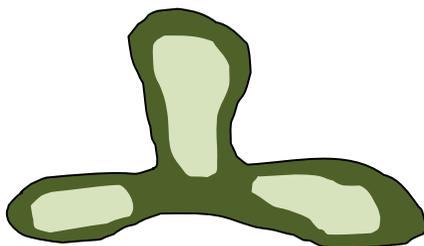
### Métricas de Interior:

Quantificam a área central (*core*), ou seja, a área dentro de um fragmento separada da borda por uma distância pré-definida; e o número de áreas de interior disjuntas como manchas separadas (*ncore*), pois uma única mancha pode conter diversas manchas disjuntas de habitat interior.

Métricas calculadas: área de interior de manchas (CORE); número de área de interior de manchas (NCORE); índice de área de interior de manchas (CAI). Para o cálculo desta métrica foi determinada uma profundidade de borda de 30 metros.



Nos fragmentos a, b, c a área central é representada pelos polígonos preenchidos e a área de borda pelos polígonos transparentes, considerando uma profundidade hipotética de borda de 30m.

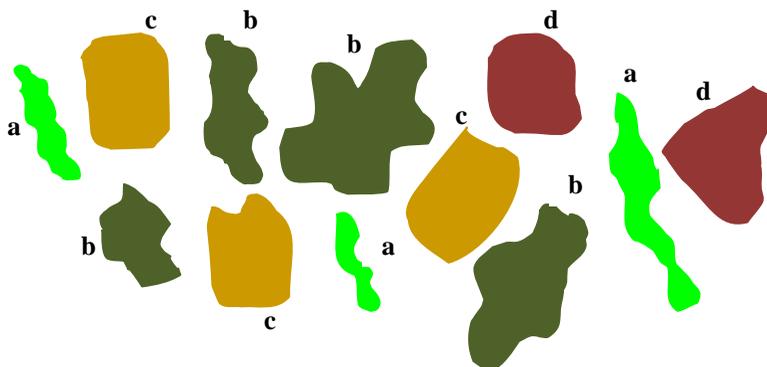


Os polígonos claros representam as manchas disjuntas dentro de uma única mancha que corresponde ao polígono mais escuro, considerando uma profundidade hipotética de borda de 30m.

### Métricas de Fragmentação:

Quantificam as manchas quanto ao número, densidade e variação. O número de manchas determina o número de sub-populações que compõem uma população espacialmente dispersa, associada com aquele tipo de habitat.

Métricas calculadas: número de manchas das classes na paisagem (NP) e densidade de manchas das classes na paisagem (DP).

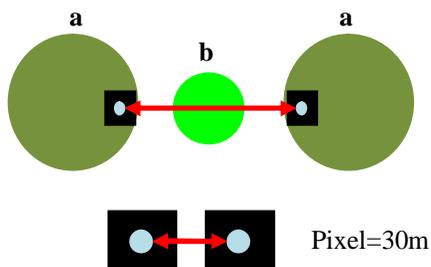


a=classe capoeira (3 manchas); b= classe floresta (4 manchas); c=classe pínus (3 manchas); d=classe área antropizada (2 manchas).

**Métricas de Isolamento:**

Quantifica o isolamento de uma mancha em relação a outras manchas da mesma classe, definida usando a geometria euclidiana como uma linha reta entre a mancha focal e seu vizinho mais próximo da mesma classe.

Métrica calculada: isolamento de manchas (ENN).



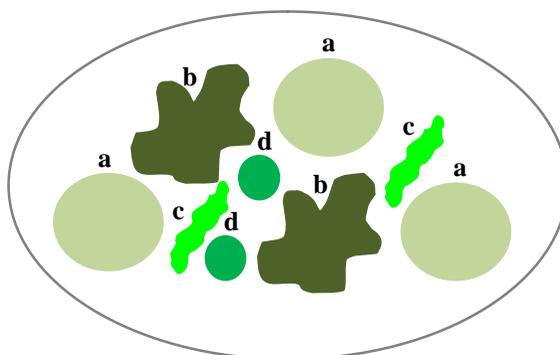
a= fragmento de igual tamanho; b= fragmento de menor tamanho diferente de a

Distância mais curta de borda a borda (do centro do pixel ao centro do outro pixel)

### Métricas de Proximidade:

Calcula a soma de cada área das manchas de mesma classe dividida pela distância euclidiana borda-a-borda respectiva, considerando somente as manchas dentro do raio de busca. Esta métrica adota a perspectiva de biogeografia de ilhas no isolamento da mancha, pois considera o tamanho e a proximidade de todas as manchas cujas bordas estão dentro de um raio especificado. É um índice adimensional, portanto só tem valor comparativo, e varia de zero ao infinito. O índice de proximidade será zero quando todas as manchas de determinada classe não tiverem vizinhos mais próximos, dentro do raio pré-estabelecido.

Métrica calculada: proximidade de manchas (PROX). Para o cálculo do índice de proximidade foram determinados raios de busca de 100, 500 e 1000 metros, a partir da borda do fragmento.



Raio de busca=100m

Os fragmentos a, b, c, d representam as classes de tamanho das manchas que estão distribuídas na paisagem a diferentes distâncias, considerando um raio de busca hipotético de 100m.

**Tabela 1.** Métricas geradas pelo Fragstats 3.3 na escala de classe e mancha utilizadas neste trabalho. representam as classes de tamanho das manchas.

Elaborada por Tres, D. R. (2010).

<b>MÉTRICAS DE ÁREA</b>			
<b>Métrica</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Intervalo</b>
<b>Área dos fragmentos</b>	AREA	Igual a área da mancha em m <sup>2</sup> , dividido por 10.000	$AREA \geq 0$ , sem limite
<b>Índice da Maior Mancha</b>	LPI	A área da maior mancha do tipo de mancha correspondente dividida pela área da paisagem, multiplicada por 100.	$0 < LPI \leq 100$
<b>Densidade de mancha</b>	PD	Número de manchas do tipo de mancha correspondente dividido pela área total da paisagem, multiplicado por 10.000 e 100.	$PD > 0$
<b>Área da Classe</b>	CA	A soma da área de todas as manchas do tipo de mancha correspondente dividido por 10.000.	
<b>Porcentagem da paisagem</b>	PLAND	A soma da área de todas as manchas do tipo de mancha correspondente, dividido pela área total da paisagem, multiplicada por 100.	$0 < PLAND \leq 100$

<b>MÉTRICAS DE FORMA</b>			
<b>Métrica</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Intervalo</b>
<b>Complexidade de forma</b>	SHAPE	Igual ao perímetro da mancha dividido pelo mínimo perímetro possível para uma mancha de máxima compactação (num formato raster quadrado) do tipo de mancha correspondente.	$SHAPE \geq 1$ , sem limite
<b>MÉTRICAS DE BORDA</b>			
<b>Métrica</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Intervalo</b>
<b>Borda Total</b>	TE	Igual a soma dos comprimentos de todos os segmentos de bordas que envolvem as manchas correspondentes.	$TE \geq 0$ , sem limite
<b>Densidade de Borda</b>	ED	Igual a soma dos comprimentos de todos os segmentos de bordas que envolvem as manchas correspondentes, dividido pela área total da paisagem em $m^2$ , dividido por 10.000.	$ED \geq 0$ , sem limite

<b>MÉTRICAS DE INTERIOR</b>			
<b>Métrica</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Intervalo</b>
<b>Área Core</b>	CORE	Área dentro da mancha que está compreendida pela distância de borda especificada, dividida por 10.000.	$CORE > 0$ , sem limite
<b>Número de Área Core</b>	NCORE	Número de áreas core disjuntas contidas dentro do limite da mancha.	$NCORE > 0$ , sem limite
<b>Índice de Área Core</b>	CAI	Área core da mancha dividida pela área total da mancha multiplicada por 100.	$0 \leq CAI < 100$
<b>Área Núcleo Total</b>	TCA	Igual a soma das áreas de interior de cada mancha em $m^2$ do tipo de mancha correspondente, dividido por 10.000. Considera uma profundidade de borda específica em metros.	$TCA \geq 1$ , sem limite

<b>MÉTRICAS DE ISOLAMENTO/PROXIMIDADE</b>			
<b>Métrica</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Intervalo</b>
<b>Índice de Proximidade</b>	PROX	Soma da área dividida pelo quadrado da distância do vizinho mais próximo entre a mancha foco e todas as manchas cujas bordas estão dentro da distância especificada. Considera a distância e o tamanho das manchas.	$PROX \geq 0$
<b>Distância euclidiana do vizinho mais próximo</b>	ENN	Igual à distância em metros da mancha vizinha mais próxima da mesma classe, baseada na distância mais curta borda-a-borda (do centro de uma célula ao centro da outra célula). O valor mínimo de ENN será duas vezes o valor do pixel (neste caso tamanho da célula = 30), portanto, 60m. Considera somente a distância.	$ENN > 0$ , sem limite ENN se aproximará de zero conforme a distância do vizinho mais próximo diminui.

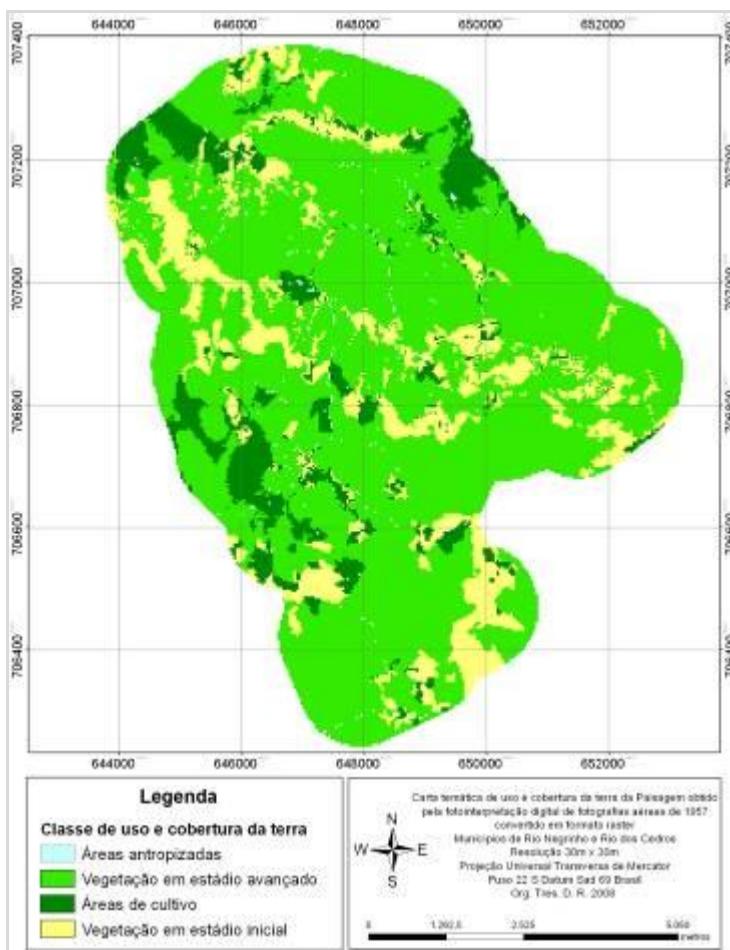
## RESULTADOS

As Figuras 1, 2 e 3 em formato raster apresentam a paisagem em estudo nos três períodos analisados e a modificação das áreas naturais para um mosaico heterogêneo com seus elementos subdivididos e dispersos numa matriz de produção silvícola.

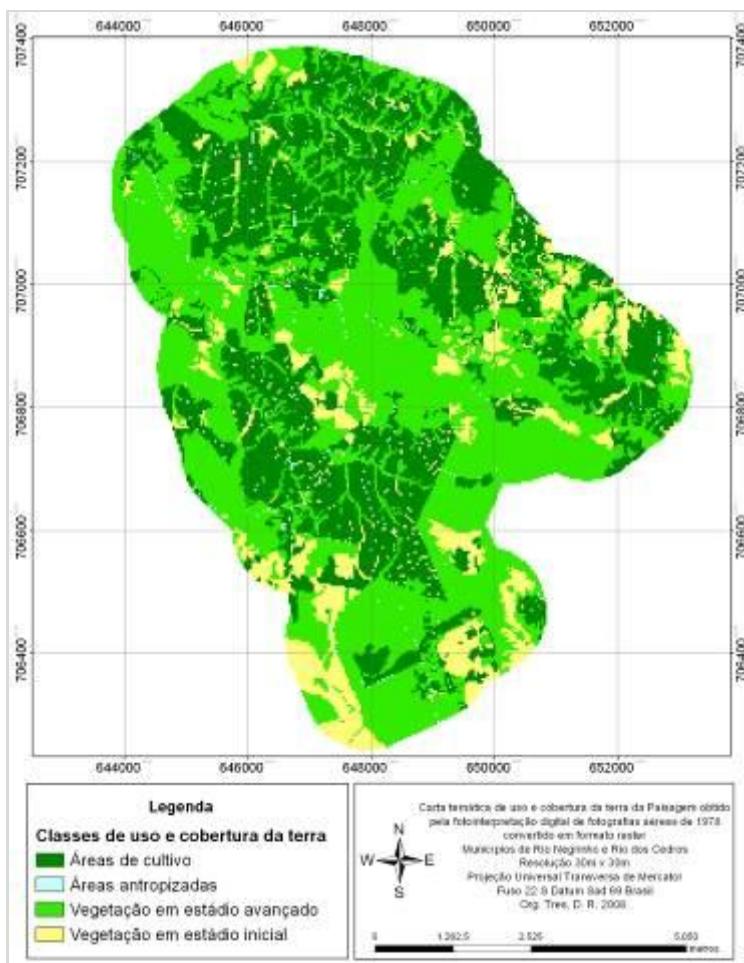
Em seguida são apresentados os resultados do cálculo das métricas de área, de forma, de borda, de interior, de fragmentação e de isolamento/proximidade para os períodos de 1957, 1978 e 2005.

Posteriormente são apresentados os resultados de todas as métricas citadas acima, considerando somente o período de 2005, já que este representa o cenário atual da paisagem em estudo.

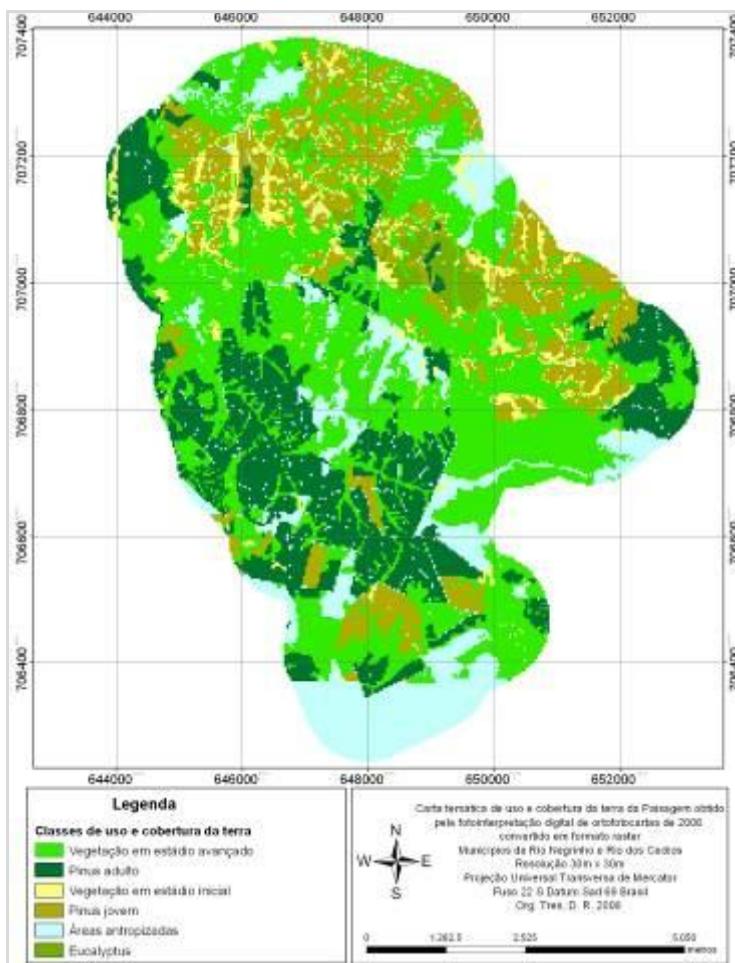
Para o cenário atual são apresentados os resultados do cálculo das métricas para as manchas de vegetação nativa e para a matriz de pinus.



**Figura 1.** Carta temática da paisagem com dados convertidos para o formato raster para o cálculo das métricas no nível de mancha e classe para o período de 1957. Onde: áreas antropizadas = construções + estradas; áreas de cultivo = agricultura + pastagem + reflorestamento; vegetação em estágio avançado = floresta; vegetação em estágio inicial = capoeira + lâmina d'água. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km de entorno, Planalto Norte Catarinense.



**Figura 2.** Carta temática da paisagem com dados convertidos para o formato raster para o cálculo das métricas no nível de mancha e classe para o período de 1978. Onde: áreas antropizadas = construções + estradas; áreas de cultivo = agricultura + pastagem + reflorestamento; vegetação em estágio avançado = floresta; vegetação em estágio inicial = capoeira + lâmina d'água. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km de entorno, Planalto Norte Catarinense.



**Figura 3.** Carta temática da paisagem com dados convertidos para o formato raster para o cálculo das métricas no nível de mancha e classe para o período de 2005. Onde: áreas antropizadas = construções + estradas + agricultura + pastagem + área sem imagem; vegetação em estágio avançado = floresta; vegetação em estágio inicial = capoeira + lâmina d'água. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km de entorno, Planalto Norte Catarinense.

## I. Análise das métricas para os períodos de 1957, 1978 e 2005

### 1. Métricas de Composição

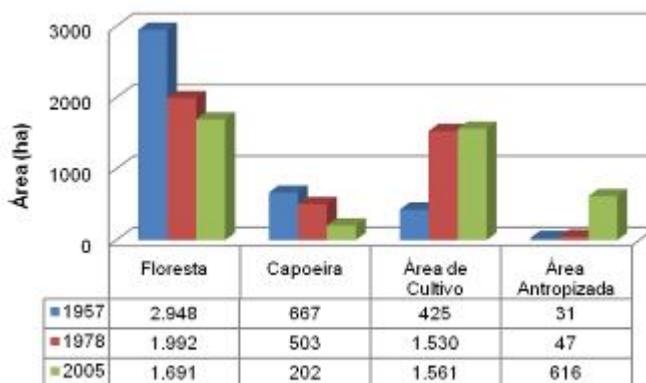
#### ❖ Área das Classes na Paisagem (CA):

A paisagem em estudo apresentou diferenças em relação à área ocupada pelas manchas das classes de uso e cobertura da terra no intervalo de tempo estudado, conforme Figura 4.

Índices de área de cada classe mostraram que no intervalo de quarenta e oito anos a classe floresta e capoeira diminuíram, apresentando uma perda de 43% e 70% de área, respectivamente, entre 1957 e 2005.

Por outro lado, as áreas de cultivo e antropizada aumentaram sua área em 267% (3,67 vezes maior que 1957) e 1887% (19,87 vezes maior que 1957), respectivamente, num intervalo de quarenta e oito anos.

A área antropizada em 2005 apresentou um valor alto, pois estão inclusas nesta classe as áreas de agricultura, pastagem, construções e estradas.



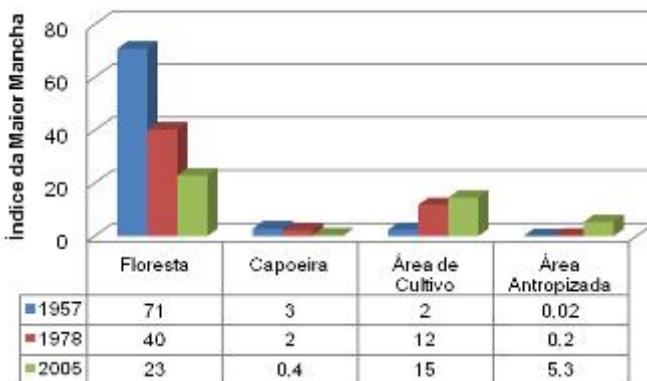
**Figura 4.** Área em hectares de cada classe da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

#### ❖ **Dominância de Manchas das Classes na Paisagem (LPI):**

O índice da maior mancha, considerada como o maior polígono, de qualquer classe, apresenta a dominância da classe floresta na paisagem seguida pelas áreas de cultivo (pínus, eucalipto, agricultura e pastagem). Para a classe floresta o índice de dominância decresceu (Figura 5), considerando os três períodos, apesar de ainda ser a classe dominante, representando 42% da paisagem no cenário atual (ver Tabela 18).

Um fato que pode ter contribuído para a dominância da classe floresta na paisagem atual (2005), é que a maior mancha desta classe possui 932,58 ha, representando 55% da classe na paisagem (ver Tabela 18).

É evidente o crescente aumento da dominância de manchas de pínus adulto e jovem na paisagem ao longo do tempo e da evidente modificação da matriz produtiva de floresta natural para a da floresta “plantada”, que no período de 2005 representa 95% (1480,32 ha) das áreas de cultivo da paisagem (ver Tabela 18).



**Figura 5.** Índice da maior mancha (dominância) da paisagem considerando cada classe para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

## 2. Métricas de Forma

As Tabelas 2 e 3 apresentam as frequências absolutas e os valores médios de área e perímetro para cada classe de vegetação e para os três períodos, considerando as classes de SHAPE.

**Tabela 2.** Frequência absoluta, área média (ha) e perímetro médio (ha) das **Manchas de Floresta** distribuídas nas classes de valores de **Forma (SHAPE)**, para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. N=número de manchas da classe. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes SHAPE	CLASSE FLORESTA								
	1957			1978			2005		
	N	Área Média (ha)	Perímetro Médio (m)	N	Área Média (ha)	Perímetro Médio (m)	N	Área Média (ha)	Perímetro Médio (m)
<b>1</b>	9	0,11	133,33	92	0,14	153,26	94	0,14	150,00
<b>1,1 a 2</b>	7	1,54	771,43	57	0,93	558,95	69	1,04	568,69
<b>2,1 a 3</b>	1	54,18	7.080,00	11	6,73	2.236,36	14	6,06	2.322,86
<b>3,1 a 4</b>	-	-	-	8	12,00	4.612,50	4	12,11	4.965,00
<b>4,1 a 5</b>	-	-	-	2	8,73	5.490,00	4	83,61	16.605,00
<b>&gt; 5,1</b>	1	2882,43	259.440,00	2	869,04	142.740,00	3	379,53	717.40,00
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>2948</b>		<b>172</b>	<b>1992</b>		<b>188</b>	<b>1691</b>	

**Tabela 3.** Frequência absoluta, área média (ha) e perímetro médio (ha) das **Manchas de Capoeira** distribuídas nas classes de valores de **Forma (SHAPE)**, para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. N=número de manchas da classe. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes SHAPE	CLASSE CAPOEIRA								
	1957			1978			2005		
	N	Área Média (ha)	Perímetro Médio (m)	N	Área Média (ha)	Perímetro Médio (m)	N	Área Média (ha)	Perímetro Médio (m)
<b>1</b>	63	0,19	167,62	213	0,13	151,55	174	0,16	164,14
<b>1,1 a 2</b>	73	1,69	770,96	114	0,82	586,31	107	0,85	557,94
<b>2,1 a 3</b>	14	8,2	2622,86	20	7,11	2.391,00	18	1,94	1.273,33
<b>3,1 a 4</b>	9	26,53	6.826,67	5	23,54	6192,00	3	6,54	3.480,00
<b>4,1 a 5</b>	3	59,25	15.900,00	2	61,29	12.870,00	2	9,08	6.600,00
<b>&gt; 5,1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>162</b>	<b>667</b>		<b>354</b>	<b>503</b>		<b>304</b>	<b>202</b>	

Os valores de SHAPE variaram de 1 a 5 para as classes de floresta e capoeira e >5,1 somente para a classe floresta.

Considerando os três períodos investigados e as duas classes de vegetação, há uma tendência similar quanto à forma das manchas, onde o maior número delas está concentrado na classe SHAPE=1, ou seja, com geometria regular, o que não significa que estão isentos do efeito de borda, uma vez que apresentam áreas e perímetros pequenos.

Por outro lado, o conjunto de manchas que ocupa maior área está concentrado nas geometrias mais complexas de SHAPE, porém estas manchas se apresentam em menor número.

### 3. Métricas de Borda

#### ❖ Área e Densidade Total de Bordas da Classe (TE) e (ED):

A Tabela 4 apresenta para os três períodos investigados a borda total e a densidade de bordas para as classes floresta e capoeira.

**Tabela 4.** Borda total (TE) e densidade de bordas (ED) da **Classe de Floresta e Capoeira** da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010)

Classes de Cobertura	1957		1978		2005	
	TE (m)	ED (m/ha)	TE (m)	ED (m/ha)	TE (m)	ED (m/ha)
Floresta	248.340	61	385.500	95	375.630	92
Capoeira	207.600	51	196.890	48	133.920	33

Para a classe floresta observou-se um aumento de borda entre os dois últimos períodos, o que conseqüentemente aumentou a densidade das mesmas, com uma leve diminuição desses valores entre 1978 e 2005.

Por outro lado, quando se observam os valores para a classe capoeira, há uma diminuição das bordas entre os três períodos, sendo bastante significativo entre os anos de 1978 e 2005.

#### 4. Métricas de Área de Interior

##### ❖ Área de Interior de Manchas (CORE):

Os valores de CORE variaram de 0 a 2000 ha e >2000 ha para a classe floresta e de 0 a 100 ha para a classe capoeira, considerando uma profundidade de borda de 30m (Tabela 5 e 6).

**Tabela 5.** Frequência absoluta e área média (ha) das **Manchas de Floresta** distribuídas nas classes de valores de **Área de Interior de Mancha (CORE)** em ha, para os períodos de 1957, 1978 e 2005, considerando uma profundidade de borda de **30m**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes CORE (ha)	CLASSE FLORESTA					
	1957		1978		2005	
	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)
<b>0</b>	14	0,32	147	0,72	159	0,5
<b>0,1 a 1</b>	1	2,34	13	2,91	12	3,53
<b>1,1 a 2</b>	1	4,95	1	3,6	2	10,03
<b>2,1 a 3</b>	-	-	2	3,64	1	16,56
<b>3,1 a 4</b>	-	-	-	-	2	4,27
<b>4,1 a 5</b>	-	-	1	5,04	1	105,84
<b>5,1 a 10</b>	-	-	4	18,9	5	10,08
<b>10,1 a 50</b>	1	54,18	3	38,64	1	94,77
<b>50,1 a 100</b>	-	-	-	-	4	84,96
<b>100,1 a 1000</b>	-	-	-	-	1	932,58
<b>1000,1 a 2000</b>	-	-	1	1639,62	-	-
<b>&gt;2000,1</b>	1	2882,43	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>18</b>		<b>172</b>		<b>188</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 6.** Frequência absoluta e área média (ha) das **Manchas de Capoeira** distribuídas nas classes de valores de **Área de Interior de Manchas (CORE)** em ha, para os períodos de 1957, 1978 e 2005, considerando uma profundidade de borda de **30m**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes CORE (ha)	CLASSE CAPOEIRA					
	1957		1978		2005	
	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)
<b>0</b>	101	0,4	307	0,27	278	0,41
<b>0,1 a 1</b>	36	2,28	22	2,00	20	2,35
<b>1,1 a 2</b>	6	5,07	9	5,06	4	3,24
<b>2,1 a 3</b>	4	6,37	-	-	1	13,77
<b>3,1 a 4</b>	2	7,56	3	9,03	1	4,38
<b>4,1 a 5</b>	1	10,71	4	8,91	-	-
<b>5,1 a 10</b>	3	18,42	3	14,37	-	-
<b>10,1 a 50</b>	7	28,12	5	27,58	-	-
<b>50,1 a 100</b>	2	105,52	1	86,58	-	-
<b>Total</b>	<b>162</b>		<b>354</b>		<b>304</b>	

❖ **Número de Área de Interior de Manchas (NCORE):**

Os valores de NCORE variaram de 0 a 100 para a classe floresta e de 0 a 10 para a classe capoeira, considerando uma profundidade de borda de 30m (Tabela 7 e 8).

**Tabela 7.** Frequência absoluta e área média (ha) das **Manchas de Floresta** distribuídas nas classes de valores de **Número de Áreas de Interior (NCORE)**, para os períodos de 1957, 1978 e 2005, considerando uma profundidade de borda de **30m**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes de NCORE	CLASSE FLORESTA					
	1957		1978		2005	
	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)
<b>0</b>	13	0,22	143	0,72	155	0,48
<b>1</b>	2	27,9	15	3,93	16	8,85
<b>2</b>	1	2,34	6	4,53	5	6,28
<b>3</b>	1	4,95	1	10,26	1	18,18
<b>4</b>	-	-	1	26,91	3	9,48
<b>5</b>	-	-	4	6,95	2	65,29
<b>6 a 10</b>	-	-	-	-	4	37,8
<b>11 a 50</b>	1	2882,43	1	98,46	2	557,59
<b>51 a 100</b>	-	-	1	1639,62	-	-
<b>Total</b>	<b>18</b>		<b>172</b>		<b>188</b>	

**Tabela 8.** Frequência absoluta e área média (ha) das **Manchas de Capoeira** distribuídas nas classes de valores de **Número de Áreas de Interior (NCORE)**, para os períodos de 1957, 1978 e 2005, considerando uma profundidade de borda de **30m**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes de NCORE	CLASSE CAPOEIRA					
	1957		1978		2005	
	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)
<b>0</b>	91	0,29	298	0,24	262	0,36
<b>1</b>	46	3,16	36	2,77	26	1,63
<b>2</b>	11	4,23	9	7,3	8	1,8
<b>3</b>	6	13,2	1	5,04	3	2,43
<b>4</b>	1	25,83	4	11,93	3	4,83
<b>5</b>	1	98,28	-	-	-	-
<b>6 a 10</b>	6	40,8	6	35,6	2	9,08
<b>Total</b>	<b>162</b>		<b>354</b>		<b>304</b>	

❖ **Índice de Área de Interior de Manchas (CAI):**

Os valores de CAI variaram de 0 a 100 para a classe floresta e capoeira, considerando uma profundidade de borda de 30m (Tabela 9 e 10).

**Tabela 9.** Frequência absoluta e área média (ha) das **Manchas de Floresta** distribuídas nas classes de valores de **Índices de Áreas de Interior (CAI)** em %, para os períodos de 1957, 1978 e 2005, considerando uma profundidade de borda de **30m**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes de CAI (%)	CLASSE FLORESTA					
	1957		1978		2005	
	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)
<b>0</b>	13	0,22	142	0,71	155	0,48
<b>0,1 a 10</b>	1	5,56	7	2,4	5	6,82
<b>10,1 a 50</b>	2	3,64	19	9,93	22	17,52
<b>50,1 a 100</b>	2	1468,3	4	421,1	6	199,51
<b>Total</b>	<b>18</b>		<b>172</b>		<b>188</b>	

**Tabela 10.** Frequência absoluta e área média (ha) das **Manchas de Capoeira** distribuídas nas classes de valores de **Índices de Áreas de Interior (CAI)** em %, para os períodos de 1957, 1978 e 2005, considerando uma profundidade de borda de **30m**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classe de CAI (%)	CLASSE CAPOEIRA					
	1957		1978		2005	
	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)	Frequência Absoluta	Área Média (ha)
<b>0</b>	91	0,29	299	0,24	262	0,36
<b>0,1 a 10</b>	10	1,92	7	1,92	15	1,61
<b>10,1 a 50</b>	55	5,96	42	5,96	27	2,69
<b>50,1 a 100</b>	6	48,88	6	27,92	-	-
<b>Total</b>	<b>162</b>		<b>354</b>		<b>304</b>	

Analisando os resultados das métricas CORE, N CORE e CAI observa-se a mesma tendência, considerando os três períodos investigados e as duas classes de vegetação.

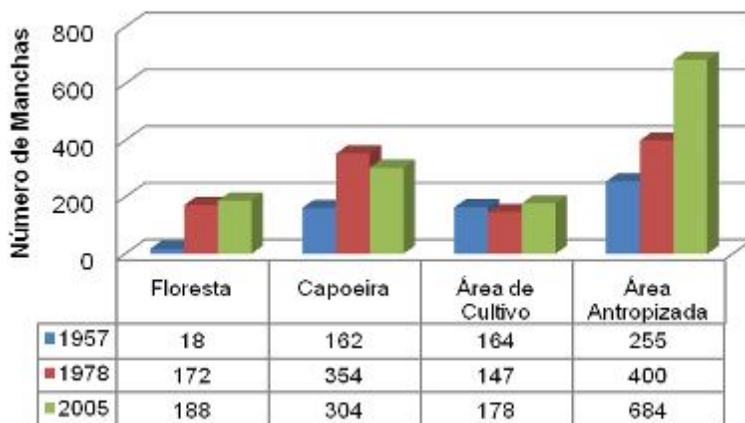
Manchas com CORE, N CORE e CAI=0 se apresentam em maior número, porém com áreas de tamanho reduzido.

Por outro lado, manchas que apresentam área de interior e que possuem manchas disjuntas de interior se caracterizam por possuírem as maiores áreas, porém em menor número.

## 5. Métricas de Fragmentação

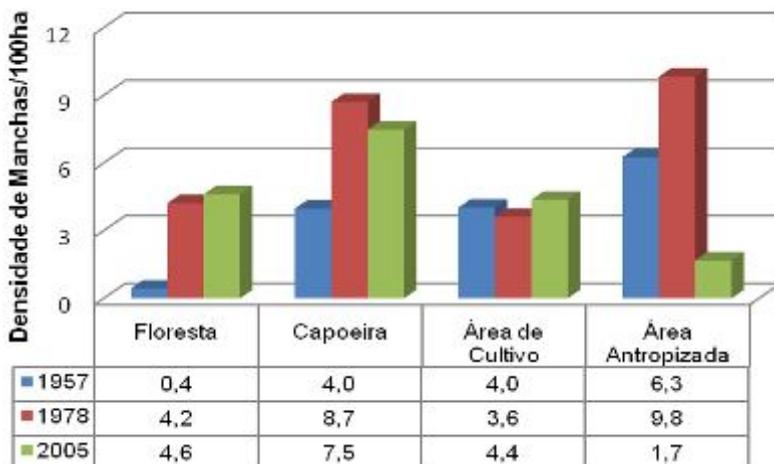
### ❖ Número e Densidade de Manchas das Classes na Paisagem:

Analisando isoladamente os dados do número de manchas por unidades de paisagem, observa-se uma diversidade na composição espacial da paisagem, que apresenta manchas de floresta, capoeira, áreas de cultivo (representadas por pínus adulto, pínus jovem, agricultura e pastagem) e áreas antropizadas (Figura 6).



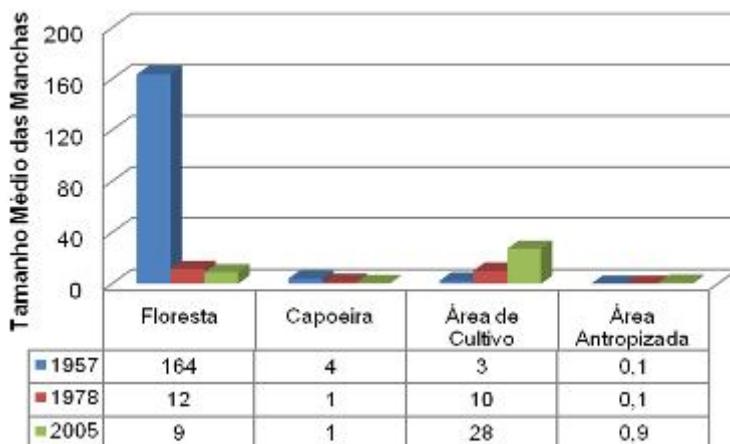
**Figura 6.** Número de manchas de cada classe da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Considerando a escala temporal e as unidades naturais da paisagem, verifica-se que para as manchas de floresta e capoeira houve um aumento no número de fragmentos, o que indica o processo de fragmentação atuando ao longo dos quarenta e oito anos investigados. Para a classe floresta e capoeira, o número de fragmentos aumentou 10 e 1,9 vezes, respectivamente, entre 1957 e 2005.



**Figura 7.** Densidade de manchas/100ha de cada classe da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Houve um aumento na densidade de manchas por hectare para as duas unidades naturais da paisagem (Figura 7), com uma diminuição de 1978 para 2005 para a classe capoeira.



**Figura 8.** Tamanho médio das manchas da paisagem em ha considerando cada classe para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

De 1957 para 2005, o tamanho médio das manchas de floresta e capoeira reduziu de forma considerável, uma vez que ambas as classes perderam cerca de 40% e 70% de área, respectivamente, e suas manchas sofreram o efeito da fragmentação.

Por outro lado, apesar das unidades cultiváveis e antropizadas também sentirem o efeito da fragmentação, suas áreas tiveram um aumento expressivo ao longo dos quarenta e oito anos de investigação, o que conseqüentemente elevou o tamanho médio de suas manchas (Figura 8) em 9 vezes comparado a 1957.

#### ❖ **Número de Manchas por Classe de Vegetação:**

As Tabelas 11 e 12 mostram a distribuição das freqüências em dez classes de tamanho dos fragmentos de floresta e capoeira para os três períodos.

Em relação ao número total de manchas quantificadas na área de estudo, a maior frequência se encontra na classe de 0 a 1 ha, para os três períodos e para as duas classes de vegetação.

A partir de 1978 até 2005 as manchas de floresta começam a se distribuir em classes de tamanho variadas (Tabela 11). Especialmente em 2005, todas as classes de tamanho possuem manchas com uma frequência representativa.

Por outro lado, apesar da maior frequência de manchas estar compreendida entre os fragmentos de 0 a 10 ha (92%), em termos de área, estes fragmentos representam apenas 6%.

Analisando os fragmentos entre 10,1 a 200 ha e >200 ha, há uma menor frequência (8%), mas uma maior ocupação em área, representando quase 94% na classe floresta.

Conforme já discutido, a área fonte contribui muito para esta porcentagem, pois corresponde na classe a 55% com área maior de 900 ha (Tabela 18).

Considerando as manchas da classe capoeira, de 1957 a 2005, o processo de fragmentação agiu intensamente nas manchas >20 ha, pois já em 1978 os maiores tamanhos de manchas (de 100 a 200 e >200 ha) não mais existiam.

Em 2005 as manchas de capoeira existentes se concentram nas classes de tamanho entre 0 e 20 ha (Tabela 12). Estas representam 85% de área na classe. As duas manchas de capoeira entre 10 e 20 ha correspondem em área apenas 15% na classe.

**Tabela 11.** Distribuição das freqüências nas classes de tamanho das **Manchas de Floresta** da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. N=número de manchas da classe. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

FLORESTA Classes de Tamanho (ha)	1957			1978			2005		
	N	N (%)	Área Total (ha)	N	N (%)	Área Total (ha)	N	N (%)	Área Total (ha)
<b>0 a 1</b>	13	72	2,88	139	81	38,52	149	79	41,67
<b>1,1 a 2</b>	1	5	1,62	10	6	15,48	15	8	23,76
<b>2,1 a 3</b>	1	5	2,34	4	2	9,63	4	2	10,08
<b>3,1 a 4</b>	-	-	-	4	2	14,13	2	1	6,93
<b>4,1 a 5</b>	1	5	4,95	-	-	-	2	1	9,27
<b>5,1 a 10</b>	-	-	-	6	3	44,55	2	1	14,04
<b>10,1 a 20</b>	-	-	-	5	3	75,15	7	4	106,74
<b>20,1 a 100</b>	1	5	54,18	3	2	154,53	3	2	141,03
<b>100,1 a 200</b>	-	-	-	-	-	-	3	2	405,09
<b>&gt; 200</b>	1	5	2.882,43	1	0,6	1.639,62	1	0,5	932,58
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	<b>2.948,40</b>	<b>172</b>	<b>100</b>	<b>1.991,61</b>	<b>188</b>	<b>100</b>	<b>1.691,19</b>

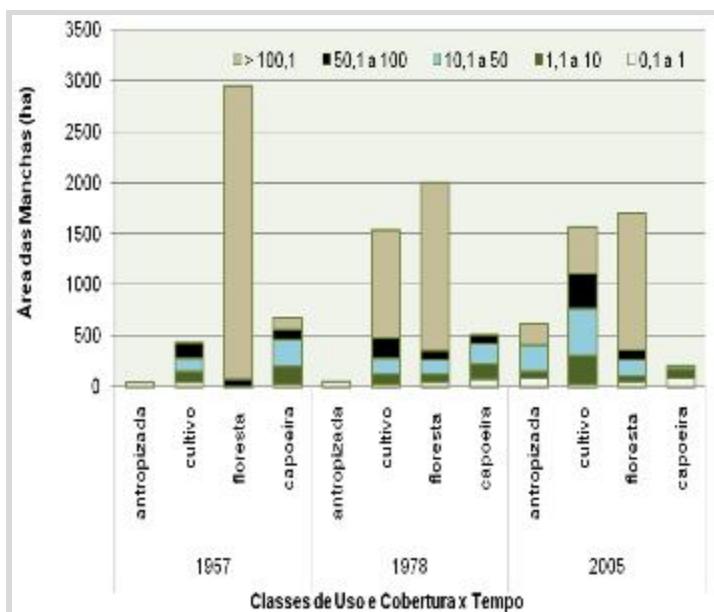
**Tabela 12.** Distribuição das frequências nas classes de tamanho das **Manchas de Capoeira** da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. N=número de manchas da classe. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

CAPOEIRA	1957			1978			2005		
	Classes de Tamanho (ha)	N	N (%)	Área Total (ha)	N	N (%)	Área Total (ha)	N	N (%)
0 a 1	95	57	27,54	302	85	71,01	269	88	74,70
1,1 a 2	25	15	39,06	16	4	26,55	14	5	23,22
2,1 a 3	12	7	30,24	7	2	16,65	6	2	14,49
3,1 a 4	5	3	18,09	7	2	24,03	5	2	17,01
4,1 a 5	1	0,6	4,77	3	0,8	13,50	3	1	14,22
5,1 a 10	11	7	73,35	10	3	83,70	5	2	30,15
10,1 a 20	3	2	45,27	4	1	63,09	2	0,7	28,62
20,1 a 100	9	5	315,81	5	1	204,48	-	-	-
100,1 a 200	1	0,6	112,77	-	-	-	-	-	-
> 200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>162</b>	<b>100</b>	<b>666,90</b>	<b>354</b>	<b>100</b>	<b>503,01</b>	<b>304</b>	<b>100</b>	<b>202,41</b>

#### ❖ Número de Manchas por Classe de Uso e Cobertura da Terra:

As Figuras 9 (leitura vertical dos dados) e 10 (leitura horizontal dos dados) apresentam as quatro classes de uso e cobertura da terra e as cinco categorias de tamanho das manchas, considerando os três períodos de investigação.

Esta leitura também pode ser realizada por meio das cartas de uso e cobertura da terra (Figuras 1, 2 e 3) que ilustram a dinâmica da fragmentação ao longo dos quarenta e oito anos.



**Figura 9.** Classes de uso e cobertura da terra e categorias de tamanho das manchas (ha), considerando os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

É interessante notar na Figura 9 a perda de área das classes floresta e capoeira e o aumento de área das classes de cultivo e antropozada de 1957 a 2005.

Na leitura destes dados fica evidente a fragmentação das manchas das unidades naturais da paisagem, em especial da classe floresta, que em 1957 possuía uma grande mancha na classe de tamanho >100 ha (n=1; área=2882 ha) e outras pequenas manchas distribuídas nas classes de 0,1 a 1 ha (n=1; área total=2,88 ha), 1,1 a 10 ha (n=3; área total=8,91 ha) e 50,1 a 100 ha (n=1; área total=54,18 ha).

Vinte e um anos depois esta mancha que ocupava 98% de área da classe já havia sido fragmentada em manchas de tamanhos variados e parte da sua área substituída por outras classes de uso e cobertura, como

cultivo e áreas antropizadas que apresentaram um aumento nas suas áreas.

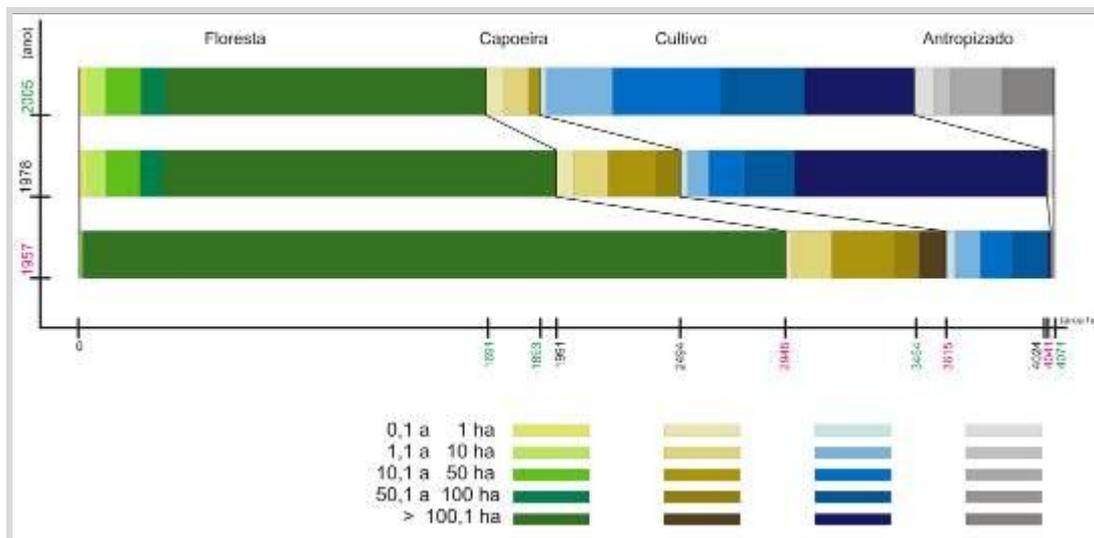
Considerando as unidades naturais da paisagem, a capoeira foi a classe que mais perdeu área, cerca de 70% comparado à 43% de perda de área de floresta. Em relação à fragmentação das suas manchas, de 1957 a 1978, a classe de tamanho  $>100$  ha foi perdida ( $n=1$ ; área=112,77 ha) e substituída por outras classes de uso. Já em 2005, as classes de tamanho ficaram concentradas em manchas de 0,1 a 50 ha ( $n=304$ ; área total=202,41 ha).

Numa leitura horizontal dos dados, a Figura 10 ilustra a substituição das unidades naturais da paisagem para as unidades cultiváveis e antropizadas. A leitura do eixo x (área em hectares) deve ser feita de forma a somar os valores das classes para cada ano, os quais estão representados por cores diferentes, verde, preto e rosa, respectivamente para 2005, 1978 e 1957.

Especialmente para as áreas de cultivo o período de 1957 para 1978 ilustra as maiores mudanças em termos de aumento de área, o que representou mais de 260%, ou seja, as áreas de cultivo aumentaram 3 vezes em vinte e um anos.

No intervalo de vinte e sete anos, de 1978 a 2005 esse aumento foi de apenas 2%. Entretanto, as manchas de cultivo se mantiveram nas mesmas classes de tamanho, porém com uma diminuição de área da classe  $>100$  ha, de 1055 ha para 458 ha e um aumento das classes 1,1 a 10 ha (de 89 ha para 273 ha); de 10,1 a 50 ha (de 146 ha para 254 ha) e de 50,1 a 100 ha (de 210 ha para 347 ha).

As maiores mudanças apresentadas pela classe área antropizada foi de 1978 (área total=46,98 ha) para 2005 (área total=616,32 ha), que até então possuía manchas concentradas somente na classe de tamanho de 0,1 a 10 ha (área total=30,51 ha). Em 2005 estas manchas já estavam distribuídas em diferentes classes de tamanho, com predomínio da classe de 10,1 a 50 ha (área total=247 ha). É importante lembrar que nesta classe está incluída a mancha que corresponde a área sem imagem, valor  $>200$  ha, o qual foi somada as demais manchas na classificação da classe antropizada. É evidente a substituição das manchas da classe floresta e capoeira pela manchas da classe cultivo e antropizada, uma vez que a dinâmica destas quatro classes está associada à diminuição das duas primeiras pelo aumento das duas últimas.



**Figura 10:** Esquema ilustrando as classes de uso e cobertura da terra e categorias de tamanho das manchas (ha), considerando os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Área total da Paisagem=4071 ha. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

## 6. Métrica de Isolamento

### ❖ Isolamento de Manchas (ENN):

A Tabela 13 mostra a distribuição das distâncias médias dos fragmentos de floresta e capoeira da paisagem nos três períodos.

**Tabela 13.** Distribuição das distâncias médias por classe de tamanho das **Manchas de Floresta e Capoeira** da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. ENN: *Euclidean Nearest Neighbor-Distance* – distância euclidiana do vizinho mais próximo. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes de Tamanho (ha)	1957		1978		2005	
	ENN (floresta)	ENN (capoeira)	ENN (floresta)	ENN (capoeira)	ENN (floresta)	ENN (capoeira)
0 a 1	66,45 (13)	93,02 (95)	69,89 (139)	98,76 (302)	74,76 (149)	100,70 (269)
1,1 a 2	-	90,23 (25)	71,36 (10)	82,52 (16)	66,76 (15)	109,91 (14)
2,1 a 3	-	82,66 (12)	60,00 (4)	75,89 (7)	60,00 (4)	115,00 (6)
3,1 a 4	-	114,00 (5)	66,21 (4)	82,13 (7)	60,00 (2)	64,25 (5)
4,1 a 5	-	-	-	62,36 (3)	60,00 (2)	60,00 (3)
5,1 a 10	-	62,90 (11)	60,00 (6)	67,29 (10)	60,00 (2)	66,39 (5)
10,1 a 20	-	60,00 (3)	62,36 (5)	65,81 (4)	62,02 (7)	60,00 (2)
20,1 a 100	-	68,65 (9)	62,36 (3)	69,63 (5)	60,00 (3)	-
100,1 a 200	-	-	-	-	60,00 (3)	-
> 200	-	-	-	-	-	-

Entre parênteses a frequência de manchas para cada classe de tamanho.

As distâncias médias variaram de 60 a 115 metros. É observada uma tendência similar para os três anos e para as duas classes de vegetação.

Os menores fragmentos tendem a estar isolados dos demais por maiores distâncias. Os fragmentos na classe de tamanho de 0,1 a 1 ha

para as duas classes de vegetação tiveram suas distâncias médias aumentadas no intervalo de 1957 para 2005.

## **7. Métrica de Proximidade**

### **❖ Proximidade de Manchas (PROX):**

As Tabelas 14 e 15 apresentam os resultados do cálculo do índice de proximidade médio, considerando raios de busca de 100, 500 e 1000 metros, os três períodos de estudo e as duas classes de cobertura de vegetação.

É importante lembrar que esta métrica está considerando o tamanho e a proximidade de todas as manchas cujas bordas estão dentro dos raios de busca.

O índice de proximidade zero representa todas as manchas de determinada classe que não apresentam vizinhos mais próximos, dentro do raio pré-estabelecido.

**Tabela 14.** Frequência absoluta e área média (ha) das **Manchas de Floresta** da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005 distribuídos nas classes de valores de **Índices de Proximidade (PROX)** com raios de busca de 100, 500 e 1000 metros. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. N=número de manchas da classe. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

1957								
100m			500m			1000m		
PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)
0	2	28,26	0	-	-	0	-	-
0,1 a 3000	2	2882,43	0,1 a 3000	4	979,65	0,1 a 3000	4	979,65
>3000,1	14	3,28	>3000,1	14	3,28	>3000,1	14	3,28
1978								
100m			500m			1000m		
PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)
0	9	1,17	0	-	-	0	-	-
0,1 a 3000	103	81,75	0,1 a 3000	112	78,09	0,1 a 3000	112	78,09
>3000,1	60	17,04	>3000,1	60	17,04	>3000,1	60	17,04
2005								
100m			500m			1000m		
PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)
0	13	0,47	0	-	-	0	-	-
0,1 a 3000	175	9,63	0,1 a 3000	188	8,99	0,1 a 3000	188	8,99
>3000,1	-	-	>3000,1	-	-	>3000,1	-	-

O índice de proximidade para a classe floresta encontra-se no intervalo de  $0 \leq \text{PROX} \leq 3000$ .

Considerando os raios de busca, observa-se que num alcance de 100m, para os três períodos, há um maior número de manchas isoladas quando comparados com raios de busca de 500 e 1000m. Ou seja, existem poucas e pequenas manchas a distâncias grandes umas das outras, uma vez que os valores de N e área média são menores para  $\text{PROX}=0$ .

As manchas da mesma classe de tamanho que não possuem vizinhos próximos, para um raio de busca de 100m, correspondem a uma frequência de 11% (n=2), 5% (n=9), 7% (n=13) para 1957, 1978 e 2005, respectivamente.

Manchas maiores e em maior número encontram-se menos isoladas, para os três períodos e para os raios de busca 500 e 1000m. Estas manchas apresentam valores de N e área média maiores para  $\text{PROX}>0$ .

**Tabela 15.** Frequência absoluta e área média (ha) das **Manchas de Capoeira** da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005 distribuídos nas classes de valores de **Índices de Proximidade (PROX)** com raios de busca de 100, 500 e 1000 metros. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. N=número de manchas da classe. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

1957								
100m			500m			1000m		
PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)
0	21	4,98	0	-	-	0	-	-
0,1 a 100	132	10,81	0,1 a 100	151	9,21	0,1 a 100	151	9,21
>100,1	9	6,33	>100,1	11	11,96	>100,1	11	11,96
1978								
100m			500m			1000m		
PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)
0	102	6,29	0	2	0,58	0	2	0,58
0,1 a 100	250	8,15	0,1 a 100	350	7,91	0,1 a 100	350	7,91
>100,1	2	1,26	>100,1	2	1,26	>100,1	2	1,26
2005								
100m			500m			1000m		
PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)	PROX	N	Área Média (ha)
0	55	0,41	0	10	0,58	0	7	0,7
0,1 a 100	249	0,72	0,1 a 100	294	0,67	0,1 a 100	297	0,66
>100,1	-	-	>100,1	-	-	>100,1	-	-

O índice de proximidade para a classe capoeira encontra-se no intervalo de  $0 \leq \text{PROX} \leq 100,1$ .

Considerando os raios de busca, observa-se que num alcance de 100m, para os três períodos, há um maior número de manchas isoladas quando comparados com raios de busca de 500 e 1000m. Ou seja, existem poucas e pequenas manchas a distâncias grandes umas das outras, uma vez que os valores de N e área média são menores para  $\text{PROX}=0$ .

As manchas da mesma classe de tamanho que não possuem vizinhos próximos, para um raio de busca de 100m, correspondem a uma frequência de 13% (n=21), 29% (n=102), 18% (n=55) para 1957, 1978 e 2005, respectivamente.

Manchas maiores e em maior número encontram-se menos isoladas, para os três períodos e para os raios de busca 500 e 1000m. Estas manchas apresentam valores de N e área média maiores para  $\text{PROX}>0$ .

## **8. Métricas**

A Tabela 16 apresenta a distribuição das métricas de composição e disposição e valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação, considerando os três períodos de estudo e as duas classes de cobertura vegetal.

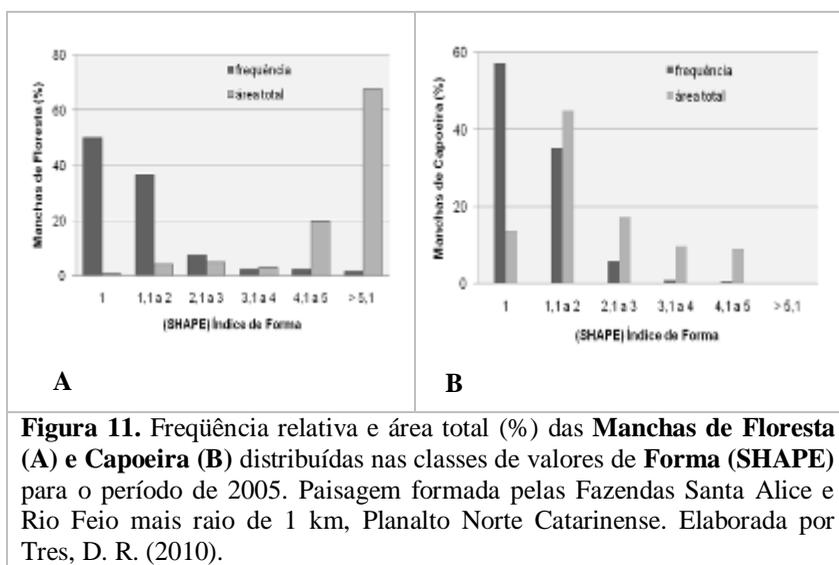
**Tabela 16.** Distribuição das métricas de composição e disposição considerando todos os fragmentos da classe floresta (**FLO**) e capoeira (**CAP**) da paisagem para os períodos de 1957, 1978 e 2005, onde **MN=média; SD=desvio padrão; CV=coeficiente de variação**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Métrica	Distribuição	1957		1978		2005	
		FLO	CAP	FLO	CAP	FLO	CAP
AREA (ha)	MN	163,80	4,12	11,58	1,42	8,90	0,67
	SD	659,48	12,95	124,78	5,90	70,13	1,52
	CV	402,61	314,61	1077,66	415,50	779,59	228,52
SHAPE	MN	1,90	1,57	1,54	1,30	1,55	1,30
	SD	2,50	0,85	1,37	0,53	1,29	0,52
	CV	131,73	54,07	89,17	41,10	83,22	40,43
CORE (m)	MN	133,06	1,85	7,43	0,54	5,30	0,07
	SD	538,48	7,73	87,54	3,36	47,72	0,31
	CV	404,69	417,40	1177,55	617,67	899,54	435,19
DCORE (m)	MN	50,96	2,21	7,57	1,75	6,01	0,29
	SD	305,10	7,07	57,41	4,29	32,56	0,36
	CV	598,72	320,36	758,72	245,08	542,04	122,71
CAI	MN	11,42	12,04	4,70	4,49	5,31	2,08
	SD	24,77	17,22	13,20	12,14	14,21	5,95
	CV	216,89	143,01	280,56	270,48	267,17	285,45
ENN (m)	MN	76,95	87,60	68,94	95,25	72,31	99,57
	SD	24,15	35,17	17,07	53,25	28,58	105,01
	CV	31,39	40,15	24,77	55,90	39,52	105,46
PROX_100 (m)	MN	5448,06	24,27	1774,73	6,53	509,10	4,09
	SD	3238,57	42,61	1930,80	18,53	853,17	8,14
	CV	59,44	175,55	108,79	283,71	167,58	199,24
PROX_500 (m)	MN	5619,27	34,46	1993,85	9,13	614,96	5,80
	SD	2964,94	42,73	1758,90	19,43	817,37	8,65
	CV	52,76	123,99	88,21	212,74	132,91	149,17
PROX_1000 (m)	MN	5619,27	35,64	1997,20	9,75	620,77	6,20
	SD	2964,95	42,60	1755,82	19,43	814,40	8,72
	CV	52,76	119,50	87,91	199,25	131,19	140,59

## II. Análise das métricas para as manchas de floresta e capoeira no período de 2005

### 1. Métrica de Forma

A Figura 11 A e B apresenta a frequência relativa e área total das manchas na classe de floresta e capoeira distribuídas nas classes de valores de SHAPE.



**Figura 11.** Frequência relativa e área total (%) das **Manchas de Floresta (A) e Capoeira (B)** distribuídas nas classes de valores de **Forma (SHAPE)** para o período de 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Metade do número de manchas de floresta ( $n=94$ ) está concentrada nas formas circulares com  $SHAPE=1$  e a outra metade com formas mais complexas  $SHAPE>1$ . Entretanto, as manchas que possuem formas mais circulares ocupam uma área média de 0,14 ha, ou seja, 0,78% da área total.

Manchas de floresta com áreas maiores tendem a ter formas mais irregulares e complexas com  $SHAPE>1$ . As 3 manchas concentradas na

classe de  $SHAPE > 5,1$  possuem áreas médias de 380 ha, o corresponde a uma ocupação de 67% em relação à área total.

Na classe capoeira, 92% das manchas ( $n=281$ ) estão concentradas nas formas mais circulares com valores de  $SHAPE$  entre 1 e 2 e ocupam uma área média de 0,5 ha. Entretanto, estas manchas representam quase 60% da área total da classe.

Comparando ambas as classes de cobertura vegetal, as manchas com as melhores geometrias que ocupam uma área maior são da classe capoeira. Porém, apesar destas também apresentarem a maior frequência, em relação ao tamanho são manchas com menos de 1 ha.

## 2. Métrica de Borda

Optou-se por calcular a área central e área sob efeito de borda por meio de diferentes profundidades de borda, conforme descrito na Tabela 17 e Figura 12 A e B.

Sendo assim, a análise espacial consistiu na simulação do efeito borda pela geração de *buffers* internos a 30, 60, 90, 120, 150, 180, 300 e 350 metros no entorno das manchas. Esses valores foram selecionados pelo valor do *pixel* que é de 30 metros (resolução da imagem *raster* 30x30m).

Para analisar a área central das manchas de floresta e capoeira utilizou-se a métrica de área central total (TCA) descrita na Tabela 17, com diferentes profundidades de borda para ambas as classes de cobertura vegetal.

**Tabela 17.** Área de interior e de borda da **Classe de Floresta e Capoeira** para o período de 2005, considerando diferentes profundidades de borda. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Profundidade de Borda (m)	Classe Floresta		Classe Capoeira	
	Área de Interior (ha)	Área sob Efeito de Borda (ha)	Área de Interior (ha)	Área sob Efeito de Borda (ha)
<b>0</b>	1691,19	0,00	202,41	0,00
<b>30</b>	997,29	693,90	22,05	191,52
<b>60</b>	628,29	1062,90	0,63	202,10
<b>90</b>	352,08	1339,11	0,00	202,41
<b>120</b>	201,24	1489,95	0,00	202,41
<b>150</b>	100,98	1590,21	0,00	202,41
<b>180</b>	62,64	1628,55	0,00	202,41
<b>300</b>	5,58	1685,61	0,00	202,41
<b>350</b>	0,00	1691,19	0,00	202,41
<b>Total</b>	<b>1691,19</b>		<b>202,41</b>	

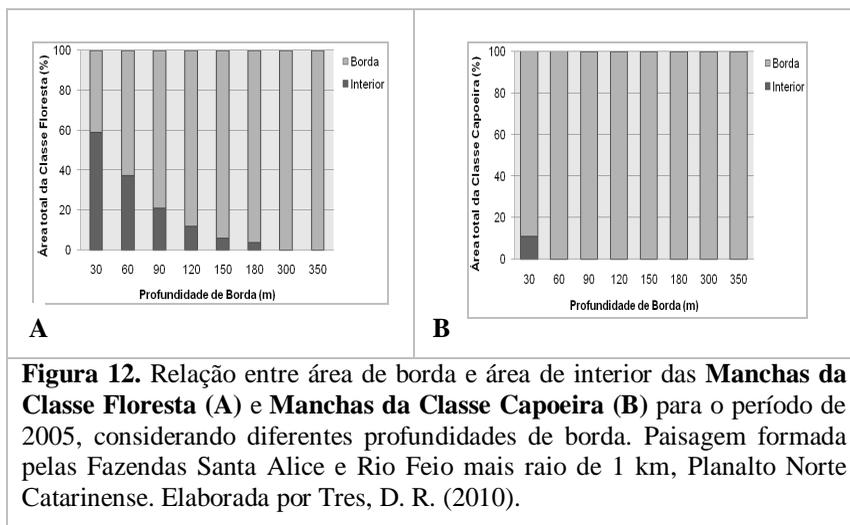
Para a classe floresta, 350m de profundidade de borda eliminariam totalmente as áreas centrais e as suas populações, sendo que já a partir dos 30m de borda, tem-se uma perda de mais de 40% de área interior de floresta (Figura 12A).

A distância média que os organismos precisam se deslocar dentro de uma mancha de floresta até alcançar outra mancha da mesma classe de vegetação é de 600m, considerando a distância do centro à borda de 300m (efeito de borda).

Para a classe capoeira, os efeitos de borda a partir dos 30m de profundidade já seriam sentidos com uma perda de 94% de área interior, eliminando-se totalmente as suas populações a partir dos 90m (Figura 12B).

É importante lembrar que as manchas da classe capoeira são compostas por faixas de vegetação de 30 metros de largura, ou seja, essa extensão já seria considerada borda.

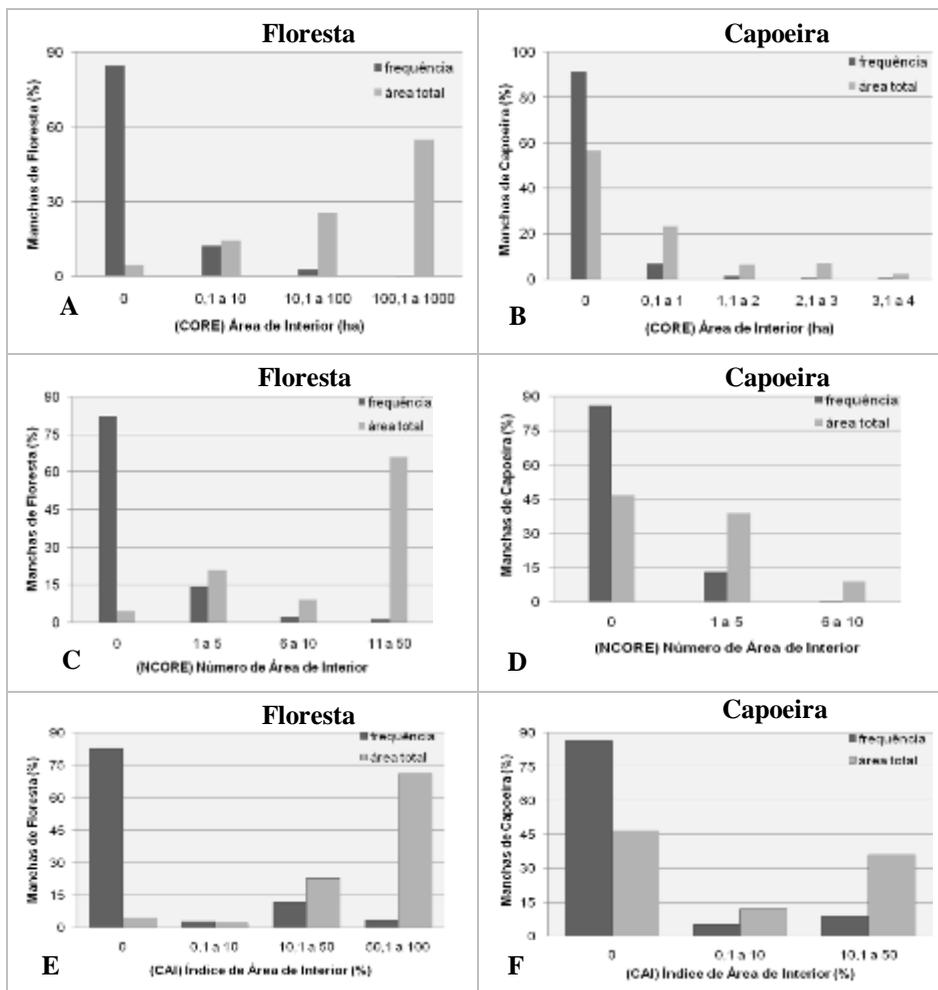
O fato de quase 50% da área da classe capoeira estar representada por pequenos fragmentos, de 0 a 3 ha ( $n=289$ ), pode ter contribuído para o efeito de borda ser sentido a partir dos 30m, já que a relação interior/borda é diminuído também conforme aumenta-se a profundidade.



### 3. Métrica de Interior

A frequência relativa e a área total das manchas de floresta e capoeira em relação as classes de CORE, N CORE e CAI estão representadas na Figura 13 (A a F).

Para o cálculo destas métricas foi considerada uma profundidade de 30 metros de borda. É importante lembrar que as classes que apresentarem valores iguais a 0 de CORE e N CORE representam as manchas que não possuem áreas centrais e que não possuem áreas disjuntas, respectivamente. A classe que apresentar um valor de CAI próximo a 100 terá manchas com áreas centrais maiores em função da sua área, forma e profundidade de borda. Portanto, estas três variáveis devem ser consideradas na avaliação dos resultados.



**Figura 13.** Frequência relativa e área total (%) das **Manchas de Floresta** e **Capoeira** distribuídas nas classes de valores de **Área de Interior de Manchas (CORE)** (A) (B); **Número de Área de Interior de Manchas (NCORE)** (C) (D) e **Índice de Área de Interior de Manchas (CAI)** (E) (F) em %, para o período de 2005, considerando uma profundidade de borda de **30m**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Para ambas as classes de cobertura vegetal, há um maior número de manchas sem área de interior, o que corresponde a 84% e 91% das classes de floresta e capoeira, respectivamente. Isso se explica pelo fato das manchas de floresta e capoeira apresentarem área média de 0,5 ha e 0,4 ha, respectivamente.

Entretanto, na classe floresta as manchas com  $CORE=0$  ( $n=159$ ) ocupam 5% da área total. Por outro lado, as manchas da classe capoeira com  $CORE=0$  ( $n=278$ ) ocupam uma área que corresponde a 56% em relação à área total. Neste caso, a classe capoeira na paisagem parece sofrer muito mais o efeito de borda comparado a classe floresta.

Na análise dos resultados de  $NCORE$  para ambas as classes de cobertura vegetal, observa-se a mesma tendência. Floresta e capoeira apresentam 82% e 86% de manchas sem áreas disjuntas, respectivamente. Isto se explica pelo fato destas manchas possuírem áreas médias pequenas, 0,48 ha para floresta e 0,36 ha para capoeira, e apresentarem uma geometria favorável.

Porém quando se analisa a ocupação destas manchas em relação a área total, verifica-se que elas ocupam quase 50% comparado à floresta que ocupa 4% do total.

Quando se analise o índice  $CAI$  próximo a 100, observa-se que as manchas de floresta, apesar de serem em menor quantidade, são as que maior área ocupam na paisagem, o que corresponde a 70%. Já as manchas de capoeira com  $CAI=0$  ocupam uma área maior (47%) do que as manchas com  $CAI >0$  (36%).

#### **4. Métrica de Fragmentação**

A Tabela 18 apresenta o número de manchas de todas as classes de uso e cobertura da terra distribuídas em classes de tamanho em hectares.

**Tabela 18.** Número de manchas das **Classes de Uso e Cobertura da Terra** para o período de 2005, distribuídas por classes de tamanho. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Área (ha)	Veg. estágio avançado	Veg. estágio inicial	Pínus adulto	Pínus jovem	Eucalipto	Área Antrop.	Total
0 a 10	174	302	45	95	12	675	1303
11 a 50	9	2	5	14	2	8	40
51 a 100	1	0	2	2	0	0	5
101 a 150	2	0	0	0	0	0	2
151 a 200	1	0	0	0	0	1	2
> 200*	1	0	1	0	0	0	2
<b>Mancha total</b>	188	304	53	111	14	684	1354
<b>Área total</b>	1691,19	202,41	849,96	630,36	80,91	616,32	4071,15
<b>Maior mancha*</b>	932,58	14,85	458,28	91,08	41,67	216,09	-

Considerando todas as classes de uso e cobertura da terra, se observa uma maior concentração de manchas no intervalo de 0,1 a 10 ha. Estas representam 96% do total das manchas (n=1354) da paisagem.

Comparando as classes de vegetação, as manchas de capoeira encontram-se mais fragmentadas (n=304) do que as manchas de floresta (n=188).

Já para as classes de cultivo, as manchas de pínus jovem (n=111) são em maior número, comparadas com as manchas de pínus adulto (53) e eucalipto (n=14).

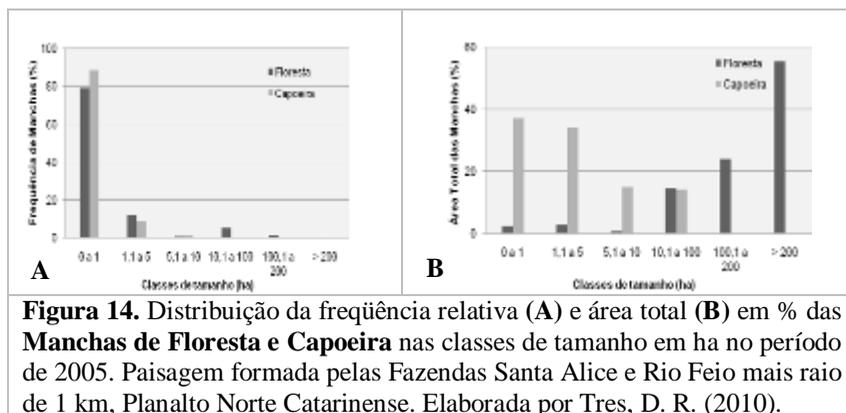
Entretanto, a classe área antropizada possui o maior número de manchas de todas as classes (n=684), correspondendo a 50% das manchas da paisagem. Esse alto valor se deve ao grande número de fragmentos (polígonos) da classe estrada que compõe as áreas antropizadas.

Em comparação com as manchas naturais (floresta e capoeira) que ocupam uma área correspondente a 46%, as manchas cultiváveis (pínus

adulto+pínus jovem+eucalipto) ocupam uma área menor na paisagem, 38% da área total.

Por outro lado, quando se considera a dominância espacial, a maior mancha da paisagem é ocupada pela floresta (23%), seguida de pínus adulto (21%).

A Figura 14 apresenta os valores de frequência (A) e área total (B) das manchas de floresta e capoeira distribuídas em classes de tamanho.



Considerando as frequências das manchas nas classes de tamanho (Figura 14), observa-se que tanto a classe floresta quanto a classe capoeira apresentam uma maior frequência de manchas na classe de 0,1 a 1 ha (ambas com área média=0,28 ha), com 149 e 269 manchas, respectivamente.

Entretanto, em termos de área ocupada, as manchas menores de capoeira ocupam quase 40% da área total, contra 2% da classe floresta.

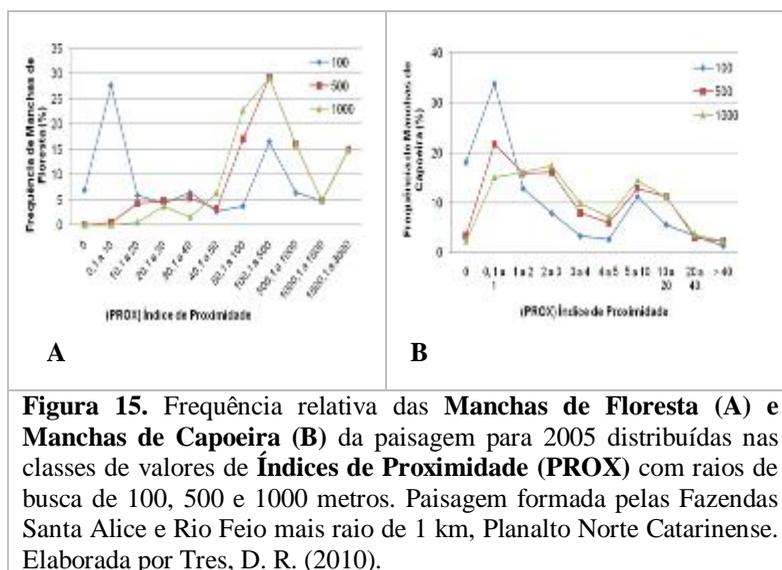
As maiores manchas de vegetação da paisagem, no intervalo de 100,1 a 200 ha e >200 ha, estão representadas pela classe floresta. Estas correspondem apenas a 2% (n=4) de todas as manchas desta classe na paisagem, mas ocupam quase 80% da área total, o que representa 1338 ha.

## 5. Métrica de Proximidade

As frequências das manchas nas classes de proximidade, considerando os três raios de busca e as duas classes de vegetação são apresentadas na Figura 15.

É importante lembrar que esta métrica está considerando o tamanho e a proximidade de todas as manchas cujas bordas estão dentro dos raios de busca.

O índice de proximidade zero representa todas as manchas de determinada classe que não apresentam vizinhos mais próximos, dentro do raio pré-estabelecido.



**Figura 15.** Frequência relativa das **Manchas de Floresta (A)** e **Manchas de Capoeira (B)** da paisagem para 2005 distribuídas nas classes de valores de **Índices de Proximidade (PROX)** com raios de busca de 100, 500 e 1000 metros. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

O índice de proximidade para a classe floresta encontra-se no intervalo de  $0 \leq \text{PROX} \leq 3000$  e para a classe capoeira no intervalo de  $0 \leq \text{PROX} \leq 40$ .

As Tabelas 14 e 15 já apresentaram os valores de N e área média para 2005.

Apenas 7% das manchas de floresta (n=13) e 18% das manchas de capoeira (n=55) não possuem vizinhos próximos num raio de 100m, ou seja, encontram-se isoladas entre si.

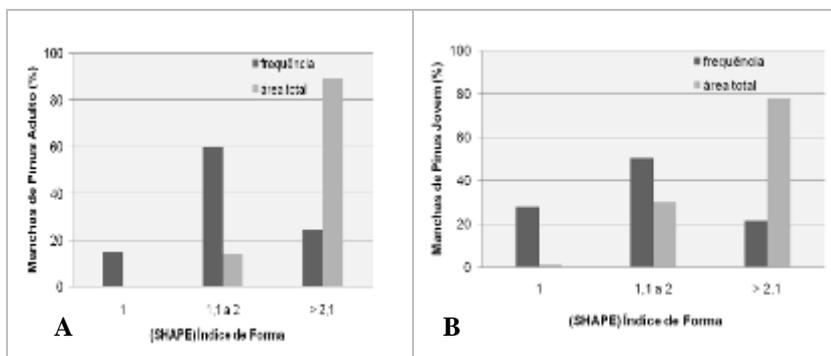
Considerando os raios de busca de 500 e 1000m, 100% das manchas de floresta (n=188) possuem algum vizinho próximo da mesma classe de tamanho. Ou seja, estas manchas encontram-se menos isoladas entre si.

Para a classe capoeira, esta porcentagem é um pouco menor. Num alcance de 500 e 1000m, 3% (n=10) e 2% (n=7) das manchas encontram-se isoladas entre si, respectivamente.

### III. Análise das métricas para as manchas de pínus adulto e jovem no período de 2005

#### 1. Métrica de Forma

A Figura 16 apresenta a frequência relativa e área total das manchas de pínus adulto e pínus jovem distribuídas nas classes de valores de SHAPE.



**Figura 16.** Frequência relativa e área total (%) das **Manchas de Pínus Adulto (A)** e **Pínus Jovem (B)** distribuídas nas classes de valores de **Forma (SHAPE)** para o período de 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Mais de 80% das manchas de pínus adulto ( $n=45$ ) e mais de 70% das manchas de pínus jovem ( $n=80$ ) tendem a ter formas mais complexas, uma vez que apresentaram valores de  $SHAPE > 1,1$ . Estas manchas ocupam quase 100% da área total.

O valor de  $SHAPE > 2,1$  concentra as maiores áreas médias, com manchas de pínus adulto (área média=58 ha) e pínus jovem (área média=20 ha) ocupando uma área de 90% e 80% respectivamente, em relação à área total da classe.

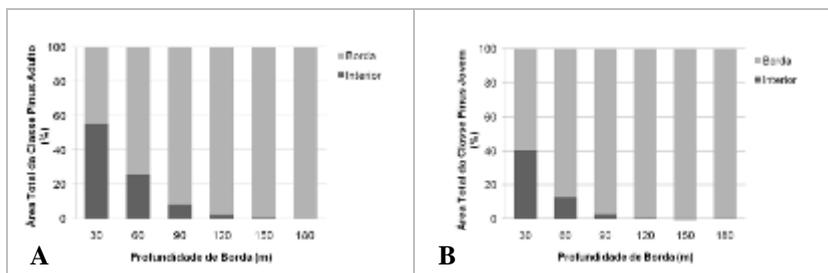
As menores áreas médias (0,2 ha), para ambas as classes de uso, estão concentradas em  $SHAPE = 1$ . Em pínus adulto estas 8 manchas ocupam apenas 0,2% da área total e em pínus jovem as 31 manchas ocupam 1% da área total.

Manchas com formas mais circulares com  $SHAPE = 1$  representam 15% e 28% das manchas de pínus adulto e jovem, respectivamente.

## 2. Métrica de Borda

Simulou-se um efeito borda para as classes de pínus adulto e jovem, pela geração de *buffers* internos a, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 metros no entorno das manchas. Utilizou-se a métrica de área central total (TCA) com diferentes profundidades de borda para ambas as classes de pínus (Figura 17 A e B).

A métrica TE e ED, borda total e densidade de borda respectivamente, foi calculada para as classes, uma vez que representam o perímetro das manchas.



**Figura 17.** Relação entre área de borda e área de interior das **Manchas da Classe Pínus Adulto (A)** e **Manchas da Classe Pínus Jovem (B)** para o período de 2005, considerando diferentes profundidades de borda. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

As 53 manchas da classe pínus adulto apresentaram uma extensão de 199.230 metros de borda com uma densidade de 49 m/ha. Já as 111 manchas da classe pínus jovem apresentaram 181.650 metros de extensão de borda e uma densidade de 45 m/ha.

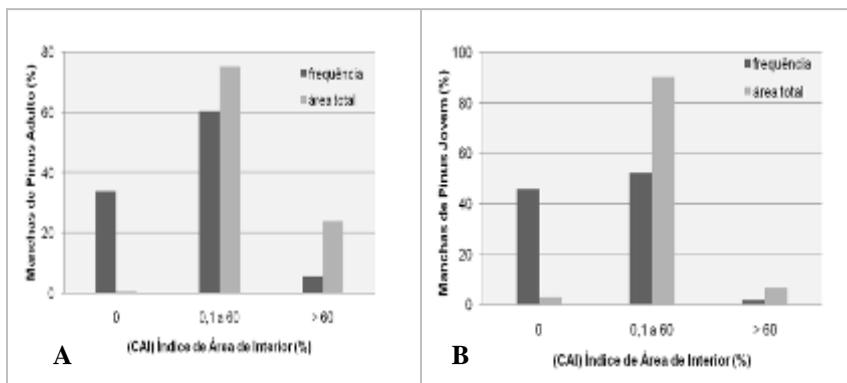
O efeito de borda é maior na classe pínus jovem, já que nesta, quase 50% das manchas está representada por fragmentos pequenos, entre 0 e 1 ha (n=53). Neste caso a relação interior/borda é diminuída também conforme se aumenta a profundidade.

Apesar de apresentar somente 4 manchas na classe de tamanho >50 ha, estas correspondem a quase 80% da área de todas as manchas da classe pínus adulto, o que pode ter contribuído para o efeito de borda ser sentido totalmente a partir dos 180 metros.

A distância média que os organismos precisam se deslocar dentro de uma mancha tanto de pínus jovem quanto adulto, até alcançar outra mancha da mesma classe de uso é de 330m. Esse valor está baseado na média das distâncias de manchas de pínus adulto (efeito a partir dos 180m, ou seja, 360m de uma mancha para outra) e manchas de pínus jovem (efeito a partir dos 150m, ou seja, 300m de uma mancha para outra).

### 3. Métrica de Interior

Na Figura 18 (A e B) o índice CAI está distribuído nas classes de pínus adulto e jovem num intervalo de 0 a 60 e >60.



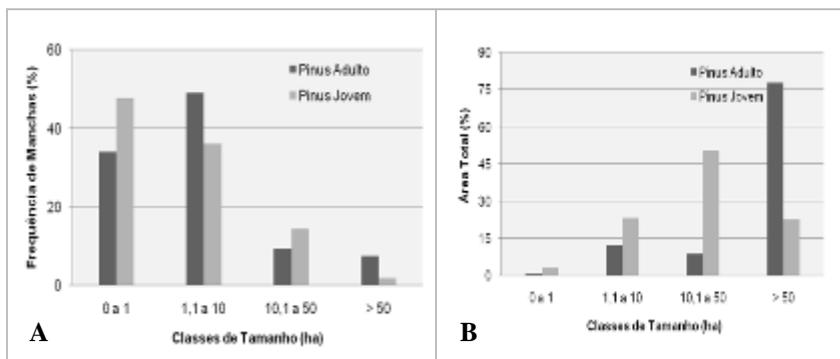
**Figura 18.** Frequência relativa e área total (%) das **Manchas de Pínus Adulto (A)** e **Pínus Jovem (B)** distribuídas nas classes de valores de **Índice de Área de Interior de Manchas (CAI)** em %, para o período de 2005, considerando uma profundidade de borda de **30m**. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Para ambas as classes de uso, há maior número de manchas concentradas em  $CAI > 0$ , ou seja, que apresentam área de interior. Estas ocupam mais de 99% e 97% da área total da classe de pínus adulto e pínus jovem, respectivamente.

É importante associar estes resultados aos do SHAPE, uma vez que este índice está relacionado à complexidade de forma das manchas e a relação interior/borda. Nesse sentido, a mesma tendência se observa, manchas mais complexas tendem a ocupar uma maior área e a ter uma maior frequência em cada classe de uso.

#### 4. Métrica de Fragmentação

A Figura 19 apresenta os valores de frequência (A) e área total (B) das manchas de Pínus adulto e Pínus Jovem distribuídas em classes de tamanho.



**Figura 19.** Distribuição da frequência relativa (A) e área total (B) em % das **Manchas de Pínus Adulto e Pínus Jovem** nas classes de tamanho em ha no período de 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

A maior frequência de manchas de pínus adulto está concentrada na classe de tamanho de 0,1 a 1 ha (n=18) e 1,1 a 10 ha (n=26), representando 83% da classe. Estas manchas ocupam pouco mais de 13% da área total. Por outro lado, apenas 4 manchas com área média de 165 ha (classe >50 ha), ocupam 78% da área total.

A classe pínus jovem mostra a mesma tendência quanto à frequência de manchas. São 93 manchas concentradas nas classes de tamanho de 0,1 a 1 ha (n=53) e 1,1 a 10 ha (n=40) representando 84% da classe. Entretanto, quanto à ocupação das manchas em relação à área total, as manchas entre 1,1 e 50 ha (n=56) são as que maior área ocupam, chegando a 74%.

## 5. Métrica de Isolamento

A Tabela 19 mostra a distribuição das distâncias das manchas de pínus adulto e pínus jovem da paisagem para o período de 2005.

**Tabela 19.** Distribuição das distâncias por classe de tamanho das **Manchas de Pínus Adulto e Pínus Jovem** da paisagem para o período de 2005. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. ENN: *Euclidean Nearest Neighbor-Distance* – distância euclidiana do vizinho mais próximo. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Classes de Tamanho (ha)	Pínus Adulto			Pínus Jovem		
	ENN (média)	ENN (máxima)	ENN (mínima)	ENN (média)	ENN (máxima)	ENN (mínima)
0 a 1	155 (18)	1036	60	79 (53)	330	60
1,1 a 10	135 (26)	735	60	100 (40)	931	60
10,1 a 50	115 (5)	331	60	148 (16)	660	60
> 50	60 (4)	60	60	60 (2)	60	60

*Entre parênteses a freqüência de manchas para cada classe de tamanho.*

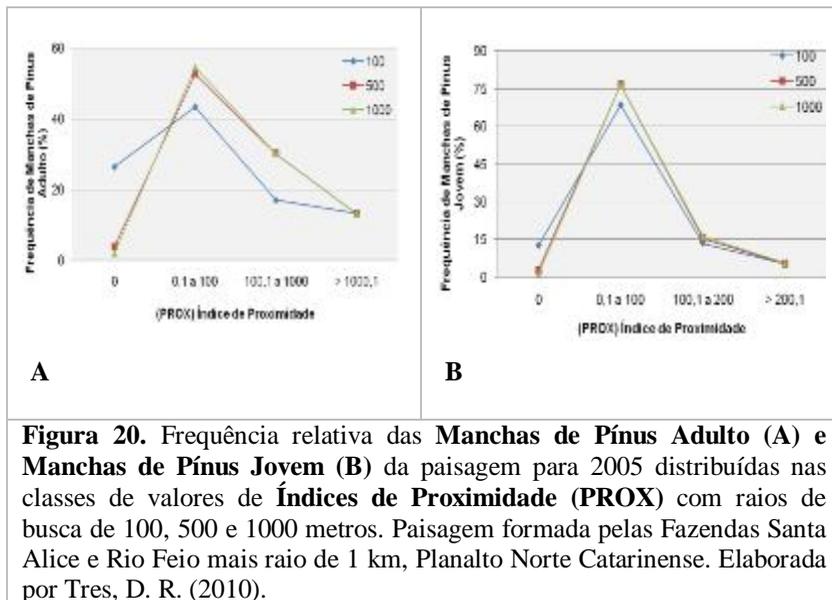
As distâncias médias variaram de 60 a 155 metros. A classe de tamanho >50 ha apresentou as menores distâncias.

As manchas de pínus adulto na classe de tamanho de 0,1 a 1 ha (n=18) apresentaram a maior distância de 1036 metros, com média de 155 metros. Nesta classe de uso há uma tendência de quanto maiores as manchas, menores as distâncias entre elas.

Já para a classe pínus jovem, as maiores distâncias se concentraram nas manchas de 1,1 a 50 ha (n=56).

## 6. Métrica de Proximidade:

As freqüências das manchas nas classes de proximidade, considerando os três raios de busca e as duas classes de uso são apresentadas na Figura 20.



O índice de proximidade para a classe pínus adulto encontra-se no intervalo de  $0 \leq \text{PROX} \leq 1000,1$  e para a classe pínus jovem no intervalo de  $0 \leq \text{PROX} \leq 200,1$ .

Apenas 13% das manchas de pínus jovem ( $n=14$ ) e 26% das manchas de pínus adulto ( $n=14$ ) não possuem vizinhos próximos num raio de 100m, ou seja, encontram-se isoladas entre si. Em relação à ocupação destas manchas na área total, observa-se que 6% das manchas de pínus adulto e 10% de pínus jovem possuem valor de  $\text{PROX}=0$ .

Considerando os raios de busca de 500 e 1000m, a grande maioria das manchas, tanto de pínus adulto como de pínus jovem possuem algum vizinho próximo da mesma classe de tamanho. Ou seja, estas manchas encontram-se menos isoladas entre si.

## DISCUSSÃO

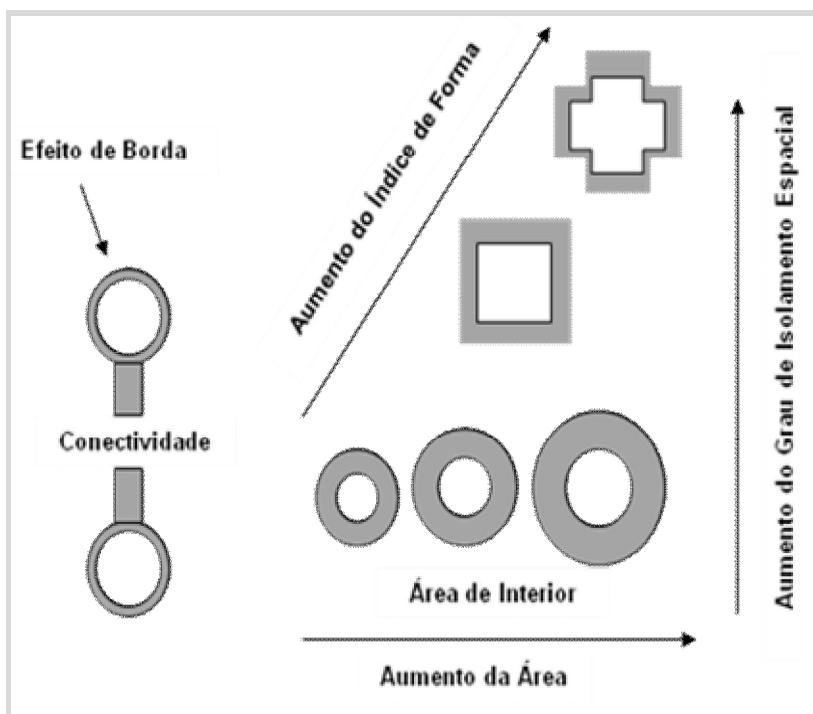
A paisagem em estudo representa um cenário com conectividade influenciada pelo seu duplo aspecto funcional conservativo e produtivo e pela sua estrutura de mosaico. As funções conservativas da paisagem estão associadas às atividades dos ecossistemas e às características de diversidade e de heterogeneidade dos habitats naturais. Por outro lado, entende-se a artificialidade e uniformização do sistema de cultivo de pínus para madeira como funções de carácter produtivo silvicultural (Figura 21).

As interpretações das métricas de paisagem neste estudo são direccionadas a detectar esta dicotomia na paisagem no sentido de incluir a heterogeneidade da matriz e os efeitos do contexto espacial sobre os processos ecológicos. Defende-se na análise dos índices, a heterogeneidade estrutural como característica potencial para a heterogeneidade funcional. Ou seja, a diversidade do arranjo estrutural da paisagem em estudo potencializa a diversidade funcional da paisagem.



**Figura 21.** Representação do duplo aspecto estrutural e funcional da paisagem em estudo, considerando o conjunto de elementos que compõe as unidades naturais (fragmentos e corredores) e as unidades produtivas (matriz de pínus jovem e adulto). Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Foto: Deisy Regina Tres (2008).

Nesse sentido, métricas de área, de complexidade de forma, de borda, de isolamento e de conectividade são interpretadas de forma a compatibilizar espacialmente e funcionalmente as unidades produtivas da matriz de pínus e as unidades naturais dos fragmentos e corredores, adequando a paisagem a partir de uma nova realidade de estrutura de mosaico duplamente funcional (Figura 22).



**Figura 22.** Representação dos potenciais parâmetros que operam sobre os processos ecológicos na paisagem: *efeito da área*, medida pela área total dos fragmentos ou pela área interior; *efeito de borda*, *efeito de forma*; *isolamento*; e *conectividade*. Adaptado de Didham (1997).

A questão fundamental para discussão das métricas está apoiada na evidência de que a paisagem em estudo é na sua essência um sistema de unidades em inter-relações mútuas, e como tal, complexa. Essa complexidade condiciona a uma heterogeneidade estrutural e espacial que emerge devido aos processos interativos entre todos os sub-sistemas relacionados dentro do contexto da paisagem, e que assumimos como os sub-sistemas de ordem produtiva + conservativa.

Discute-se que, uma forma de decodificar todos estes processos interativos é analisar sistemicamente os atributos estruturais da

paisagem que operam sobre os processos ecológicos de forma a não hierarquizar os seus componentes, mas mantê-los no mesmo nível e grau de importância, uma vez que se trata de um sistema complexo e heterogêneo onde ambas as unidades têm influência sobre os fluxos ecológicos.

### **Interpretando as transformações na estrutura da paisagem num período de 48 anos**

As transformações na estrutura da paisagem estudada, reveladas pelas mudanças temporais ocorridas ao longo de quarenta e oito anos, são interpretadas por meio de uma sucessão de eventos históricos que influenciaram a paisagem regional. Estes fatos foram detalhadamente discutidos no Capítulo I desta tese.

A década de 1950, ponto inicial de investigação deste estudo, revela uma paisagem predominantemente florestal, com um arranjo privilegiado por um conjunto de manchas de Floresta Ombrófila Mista em formação secundária, com significativas alterações, provavelmente por cortes seletivos para produção de madeira, que mesmo em número reduzido, se apresentavam como dominantes espacialmente. Possivelmente estas manchas de formas geométricas complexas e irregulares, favorecidas pela presença de área de interior e por menores proporções de borda, permitiam a manutenção e sobrevivência de populações naturais distribuídas em um mosaico de habitats, dentro dos padrões muito próximos das condições originais.

Na composição desta paisagem, um conjunto de pequenas manchas em estágio inicial de sucessão secundária, divididas em variados tamanhos, ocupava uma área representativa na paisagem. Estes fragmentos, reflexo de exploração florestal anterior ao período estudado, representavam as capoeiras originadas pelo sistema de pousio, característico da região. É importante lembrar que as capoeiras constituíam uma fase passageira na paisagem, sendo substituídas ao longo do tempo por outras formações florestais ou por outros usos da terra. É provável que este arranjo com manchas em condições sucessionais diversificadas criava situações diferenciadas para a biodiversidade local e para a manutenção da heterogeneidade na paisagem.

Associado a este conjunto de manchas de floresta e capoeira estavam distribuídas as manchas de cultivo nas pequenas propriedades agrícolas e agropastoris, que em tamanhos variados ocupavam uma área pouco significativa comparada às unidades naturais da paisagem. Embora o ano de 1957 seja o marco inicial de acompanhamento da dinâmica do uso e cobertura da terra para a paisagem em estudo, deve ser destacado que grandes alterações na paisagem também ocorreram em períodos que antecederam essa data, conforme já discutido no Capítulo I.

A redução da cobertura vegetal natural em mais da metade da paisagem no período de 1957 a 2005 induziu o processo de fragmentação e a perda de áreas de habitats disponíveis, diminuindo as populações e isolando-as em remanescentes cada vez menores. A partir de 1978 as manchas de floresta começam a se distribuir em classes de tamanho diferenciadas, as manchas de capoeira são reduzidas a pequenos fragmentos ciliares em faixas diminutas e as áreas de cultivo crescem significativamente, assumindo a atual dinâmica da paisagem.

Neste período de vinte e um anos, a paisagem assume um novo caráter produtivo: do florestal para o silvicultural. E esse processo histórico impõe características estruturais novas para a paisagem. As atividades silvícolas ganham espaço territorial e substituem áreas antes ocupadas pelo mosaico das grandes manchas de Floresta Ombrófila Mista em diferentes estádios sucessionais, ocupando também áreas de capoeira, distribuídas em pequenas propriedades rurais, e mantendo apenas estreitas faixas ciliares de cinco metros de largura, condicionadas à legislação florestal da época (Código Florestal – Lei n<sup>o</sup> 4771/1965).

No período de 1978 a 2005 as transformações estruturais da paisagem seguem um ritmo gradual de mudanças. Após um período de vinte e sete anos, as alterações das atividades produtivas, principalmente pela introdução dos sistemas silviculturais, formam a base da atual composição do mosaico. Somado a essa composição, incluem-se as grandes manchas de vegetação em estágio avançado de sucessão secundária que se concentram em áreas íngremes, nas maiores cotas de declividade (conforme discutido no Capítulo II) e manchas de vegetação em estágio inicial, distribuídas ao longo dos cursos d'água, atualmente, concentradas em faixas de vegetação de trinta metros de largura (Código Florestal – Lei n<sup>o</sup> 4771/1965 e alterações em 1986 e 1989). As unidades

de cultivo da paisagem atualmente são compostas por manchas de pínus em diferentes idades, com tamanhos, formas e distâncias variadas.

Este modelo de ocupação que manteve as áreas mais íngremes e de difícil mecanização como as reservas legais e as faixas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água resultou num cenário composto, praticamente de 50% de manchas naturais e 50% manchas de cultivo de pínus.

A questão básica no manejo desta paisagem está nas implicações geradas por este padrão espacial, que interfere diretamente sobre os processos ecológicos e a conectividade ambiental.

*Diante deste cenário, a questão axial é como restaurar a conectividade ambiental, levando em consideração o atual padrão espacial da paisagem?*

### **Interpretando o padrão espacial x processos ecológicos da paisagem**

O quadro atual mostra uma paisagem composta por unidades de floresta e capoeira distribuídas em manchas de diferentes tamanhos, dentro de uma matriz de pínus. Considerando a relação de tamanho e forma das manchas, a paisagem possui uma composição variada. O conjunto das maiores manchas de floresta ocupa maior área e forma uma estrutura geometricamente mais irregular e complexa, comparada ao conjunto de manchas pequenas desta classe. Por outro lado, as unidades capoeira distribuem-se em manchas de tamanhos mais reduzidos, que ocupam maior área, e se concentram predominantemente nas formas mais circulares.

De uma forma geral, quando se considera as condições de forma e borda, entende-se que a paisagem é formada por grandes manchas complexas e irregulares e pequenas manchas regulares, mais próximas da geometria circular, refletindo um cenário de diversidade de formas e heterogeneidade espacial. Essa heterogeneidade associada aos processos ecológicos ora favorece algumas espécies, ora favorece outras.

Nesse contexto, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões e formas dos fragmentos da paisagem para existir, uma maior diversidade de tamanhos e formas aumenta a

probabilidade de um maior número de organismos encontrarem condições mais favoráveis ao seu estabelecimento e sobrevivência. Manchas com formas mais alongadas tendem a servir como corredores para as espécies, facilitando os fluxos ecológicos e atuando como áreas de suplemento de habitat na paisagem. Já as manchas com formas mais circulares tendem a apresentar uma diversidade de espécies e forrageamento no interior maior (Forman & Godron, 1986).

Na paisagem em estudo, os fragmentos de vegetação nativa, embora em menor frequência, possuem áreas significativas e são responsáveis pela maior cobertura florestal na paisagem. Considerando as manchas de floresta com área até 10 hectares, que são interessantes para a manutenção de algumas espécies de pequeno porte (aves e pequenos mamíferos), a maioria delas possuem forma relativamente circular. As manchas com tamanho entre 10 e 1000 hectares apresentam formas geometricamente mais complexas. Estas manchas são as que possuem maior área e devem permitir a manutenção de espécies com capacidade de dispersão, sensibilidade e mobilidade variadas, características importantes para a conectividade ambiental. O fato de serem manchas de vegetação em estágio avançado de regeneração também contribuiria para a conservação de espécies do topo da cadeia alimentar que necessitam de áreas de habitat de maior qualidade e recursos para sua sobrevivência.

Atualmente, uma grande mancha florestal na paisagem, localizada entre as fazendas de pinus, pode ser considerada uma área fonte por representar o maior polígono componente da paisagem. Este fragmento fonte é de fundamental importância para a conectividade da paisagem por criar condições favoráveis para a manutenção da biodiversidade local por meio de processos-chave como a dispersão, recrutamento de espécies, polinização e fluxo gênico. De acordo com Forman & Godron (1986), os grandes fragmentos são responsáveis pela manutenção da biodiversidade, especialmente de mamíferos de grande porte (Pereira, 1999) e de processos ecológicos em larga escala.

Por ser uma mancha florestal adjacente às fazendas de pinus, na prática não está inserida no contexto dos planos de manejo da empresa, uma vez que pertence a outros proprietários vizinhos. Entretanto, é fato que este fragmento foi o que contribuiu de forma positiva no arranjo e composição espacial da paisagem em estudo, influenciando em medidas

como área, forma, borda e aumentando a proximidade do conjunto de manchas da paisagem como um todo. Nesse sentido, é fundamental que esta área tenha um manejo diferenciado, de forma que possa manter a sua função de conservação na paisagem. A questão é: qual a melhor forma de manejo da paisagem, tendo em vista que é um fragmento inserido em várias propriedades vizinhas?

Considerando que a permeabilidade da matriz como um todo pode ser estimada pela densidade de pontos de ligação (trampolins ecológicos) e pelo grau de resistência das unidades da paisagem aos fluxos biológicos (Metzger, 2003), a presença de pequenos remanescentes com funções bem definidas devem provocar mudanças nesta paisagem, especialmente aumentando a capacidade de algumas espécies usarem a matriz. Neste caso, a matriz estudada atuaria como um habitat secundário para as espécies.

Os fragmentos de capoeira, por exemplo, representam habitats distintos e em fase de transformações sucessionais. Apesar de reduzida área, entende-se que esse conjunto de manchas tende a funcionar como trampolins ecológicos entre os remanescentes desta paisagem e da região, aumentando a permeabilidade da paisagem estudada e a conectividade local, o que favorece o fluxo de espécies e material genético (Figura 23).

Por exemplo, aves granívoras, que são menos exigentes por recursos por basicamente se alimentar de grãos; herbívoros que possuem uma baixa especialização em micro-habitats, os fragmentos com área reduzida e suas bordas tendem a ser ambientes favoráveis para permanência destas espécies nesta paisagem.

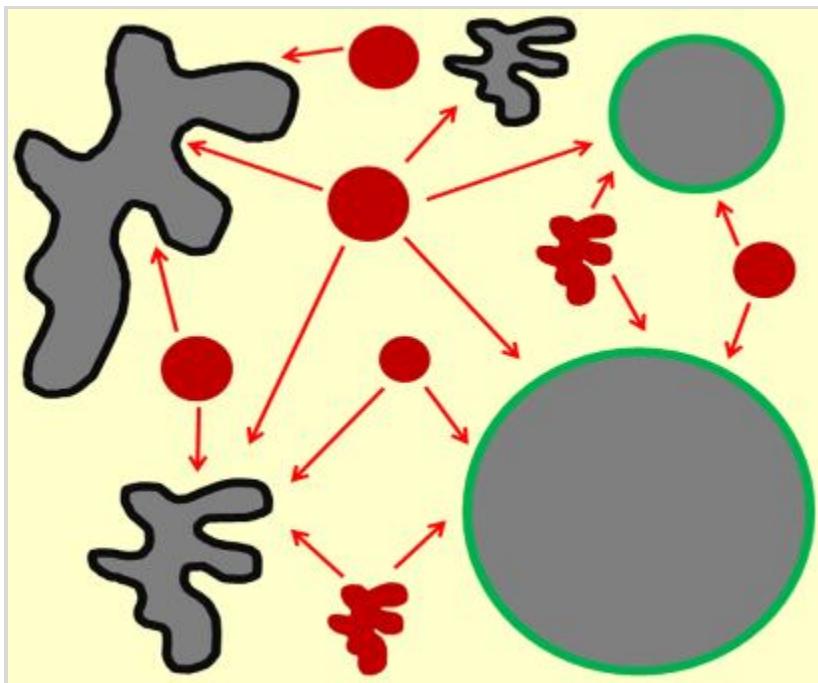
Ao cumprir a função de trampolins ecológicos entre os grandes remanescentes, estes também promovem um aumento no nível da heterogeneidade da matriz. Para alguns grupos de espécies menos exigentes, que além de terem uma grande capacidade de dispersão, tendem a tolerar ou cruzar ambientes alterados com facilidade, a capacidade de se dispersar pela matriz de pínus estudada pode compensar a demanda por grandes áreas, por exemplo.

Guevara et al.(1992) e Guevara & Laborde (1993) mostraram que o movimento de espécies de aves frugívoras em pradarias é governado pela presença e arranjo espacial de elementos florestais de áreas relativamente reduzidas, como florestas ripárias, ou mesmo árvores

isoladas. Estas aves favorecem ainda a disseminação de espécies lenhosas pela deposição de sementes nos pontos de ligação, propiciando o estabelecimento destas espécies na matriz.

Tais elementos com alto poder funcional tendem a aumentar a médio e longo prazo a permeabilidade da matriz aos fluxos biológicos, uma vez que tendem a reduzir a distância efetiva de dispersão das espécies, favorecendo a conectividade das unidades da paisagem. Esses elementos funcionariam como pontos de ligação encurtando distâncias entre fragmentos e matriz.

Nesse sentido, é importante analisar os fragmentos em conjunto nesta paisagem, visto que os menores podem servir de conexão entre os fragmentos maiores ou áreas contínuas, além de poderem apresentar alguma heterogeneidade interna. Estes pequenos fragmentos representam uma amostra da vegetação da região em estudo, o que os torna importantes para a conservação da biodiversidade regional uma vez que podem servir como centros ou núcleos de regeneração.



**Figura 23.** Representação do arranjo espacial da paisagem com pequenos fragmentos (formas em vermelho) atuando como trampolins ecológicos facilitadores para o movimento entre os fragmentos e para o aumento no nível da heterogeneidade da matriz (fundo bege claro). Quanto maior a heterogeneidade de formas maior a diversidade do arranjo espacial, o que tende a tornar a matriz de pinus mais porosa aos fluxos ecológicos. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

O processo de fragmentação impôs a criação de uma borda de floresta (zona de transição entre matriz e floresta interior em torno do perímetro) onde esta não existia anteriormente, conferindo à paisagem em estudo, manchas sob diferentes condições de borda. Neste cenário de diversidade espacial, é importante considerar que além da diversidade de

tamanho das manchas de habitats da paisagem ser um fator essencial para a dinâmica populacional, o efeito de borda, que é determinada pela forma da mancha, é tão importante quanto a área da mancha.

Quanto maior a proporção de bordas de uma mancha, menor será a área central, que é a área efetivamente conservada e mais similar à vegetação original da região. Esta condição influencia processos ecológicos entre fragmentos, como a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte, endocruzamento e processo de degradação gênica, levando a diminuição da biodiversidade e pode influenciar as estratégias de fuga de certos animais (Kapos, 1989; Viana, 1990; Forman, 1995; Pires, 1995; Volotão, 1998). As menores proporções de bordas das manchas em uma paisagem diminuiriam os efeitos negativos como alterações nos fluxos ecológicos, nutrientes, matéria orgânica, entrada de luz e organismos (Wiens et al., 1985).

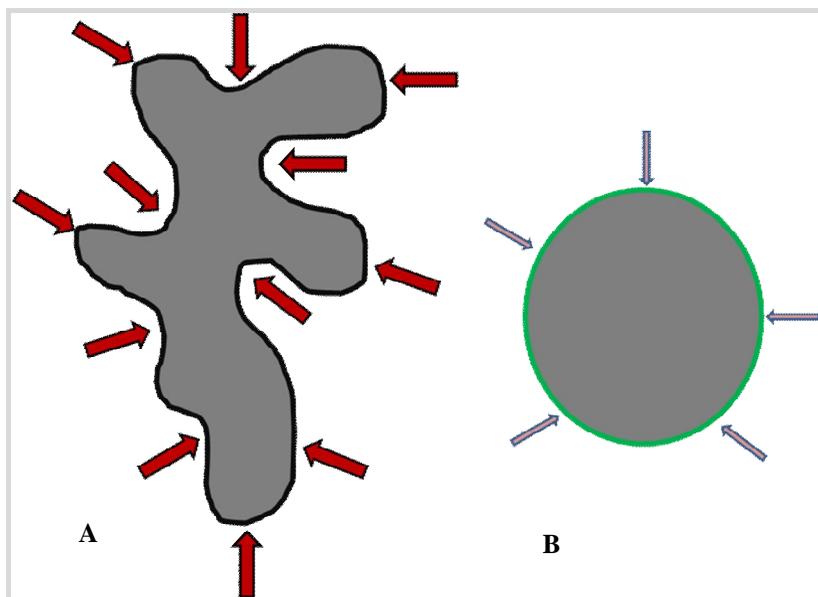
É importante reconhecer que pelo fato de não considerar o grau de contraste borda-vizinhança e o fato de não ser sensível às diferenças de morfologia das manchas, o índice de forma/borda tem suas limitações (Macgarigal & Marks 1994). O tipo de entorno do fragmento está entre os principais fatores analisados na recente literatura (Lovejoy et al., 1986; Alverson et al., 1988; Camargo & Kapos, 1995; Murcia 1995; Pivello et al, 1999).

Dessa forma, entende-se, geralmente, dentro de uma visão somente conservativa, que os efeitos de borda sobre as manchas tendem a limitar os processos ecológicos e os fluxos de organismos. No entanto, no manejo de paisagens produtivas e conservativas, lança-se uma hipótese um pouco distinta e algumas questões são levantadas para a discussão deste aspecto funcional.

*No caso deste tipo de paisagem com um duplo aspecto funcional, conservativo e produtivo, será a complexidade de forma negativa ou positiva? Por exemplo, quanto maior a irregularidade das manchas mais comunicação com a matriz pínus? Quanto maior a borda mais comunicação com a matriz? Uma mancha estrelada e uma redonda do mesmo tamanho, como seria a sua funcionalidade? Como é o efeito de borda em uma mancha de pínus? Age de forma inversa? Quanto maior o efeito de borda mais conectividade?*

Dentro de uma nova hipótese, assume-se que a irregularidade de formas das manchas de pínus tende a aumentar o contato entre a matriz e as manchas, potencializando a permeabilidade desta paisagem, uma vez a probabilidade dos organismos terem mais pontos de acesso aumenta, quando comparado as manchas mais regulares (Figura 24).

No caso das manchas de pínus a maior densidade de manchas complexas que ocupam a maior área da classe na paisagem é uma condição que tende a favorecer o acesso da fauna às áreas nativas desta paisagem, pois torna o mosaico dos talhões mais permeável ao deslocamento entre os remanescentes. Nesse caso, o fato do pínus estar mais próximo de corredores e fragmentos de vegetação nativa tende a aproximar os talhões das áreas de habitat.

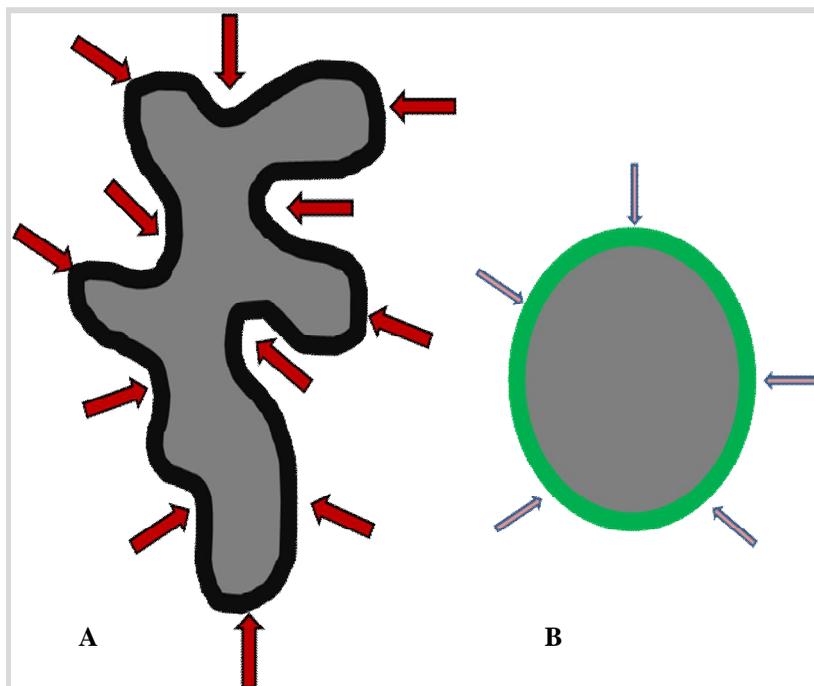


**Figura 24.** Representação da complexidade de formas com manchas irregulares (A) e regulares (B). As irregularidades das manchas em sistemas silviculturais geram regiões de facilitação dos fluxos ecológicos ao diminuírem a resistência da matriz, uma vez que aumentam o contato dos talhões de pinus com os fragmentos de vegetação nativa, funcionando como corredor e zona tampão, aumentando a funcionalidade local. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Uma evidência na paisagem é que à medida que a textura do mosaico se torna menor, ou seja, quando o tamanho médio dos fragmentos diminui, os tipos de borda na paisagem tendem a aumentar. Defende-se que nesta condição os níveis de contato da área produtiva com as manchas aumentam, potencializando a formação de uma maior complexidade espacial e uma maior funcionalidade local.

As bordas tendem a atuar como filtros facilitadores para os fluxos ecológicos entre os talhões de pinus e as áreas nativas. A tendência é que essas regiões sejam uma espécie de tampão na paisagem diminuindo

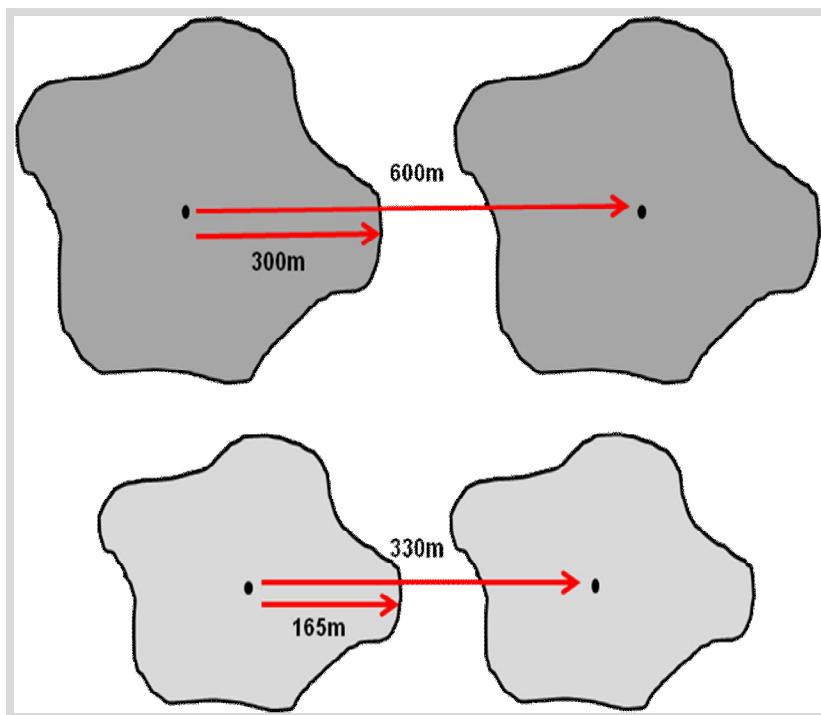
a resistência da matriz de pinus aos fluxos e facilitando o movimento dos organismos entre os remanescentes da paisagem (Figura 25). Estas zonas tampão tendem a favorecer as espécies generalistas que utilizam recursos de várias unidades (floresta, capoeira e pinus, por exemplo) e que possuem menor especificidade de habitats.



**Figura 25.** Representação da complexidade de bordas de manchas irregulares (A) e regulares (B). As bordas geram regiões de facilitação na paisagem, atuando como filtros para os fluxos ecológicos e tampão, diminuindo a resistência da matriz de pinus. Quanto maior a heterogeneidade de bordas maior a concentração e fluxo de espécies generalistas nestas regiões, que encontram situações de alimentação e mobilidade favoráveis à sua sobrevivência. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Considerando que o limiar de habitats de interior de florestas varia de 30m a 60m de profundidade para espécies de plantas e de 60m a 600m para animais, como defendido por alguns autores (Kapos, 1989; Murcia, 1995), a relação de área de borda e interior registrada deve favorecer a permeabilidade da paisagem como um todo, uma vez que os limites médios para as manchas de floresta foram de 600m. Ou seja, esta é a distância média que os organismos precisam se deslocar dentro de uma mancha de floresta até alcançar outra mancha da mesma classe de vegetação dentro da paisagem estudada.

No caso das manchas de pínus, o valor de 330m definiu os limites médios de habitat de interior e de borda, considerando o mosaico formado pelo conjunto de talhões (Figura 26).



**Figura 26.** Representação dos limites médios de interior de habitat considerando o conjunto de manchas de vegetação nativa (cinza escuro) e de manchas de pinus (cinza claro) da paisagem em estudo. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

No entanto, é importante ressaltar que esta distância é variável e depende do tipo de fragmento e das espécies. Estudos atuais têm mostrado que esses efeitos variam no espaço e no tempo (Schlaepfer & Gavin, 2001). Com relação à Floresta Ombrófila Mista, Fontoura et al. (2006) propõem um efeito de borda em torno de 50 metros. Metzger (2006) propõe a análise deste índice pela modelagem com grupos funcionais. Estes são grupos representativos de determinada região e possuem características potenciais distintas de efeito de borda.

Dessa forma, entende-se que estudos mais direcionados necessitariam medir se de fato estas distâncias são vencidas e para quais organismos ou grupos funcionais elas favorecem.

Algumas observações feitas para as espécies restritas a tipos de habitats, como as sensíveis à fragmentação (Meffe & Carroll, 1991) revelam que estas podem depender de um conjunto de manchas de habitat relativamente próximas, se nenhuma mancha sozinha é grande o suficiente para encontrar as necessidades individuais ou de grupo.

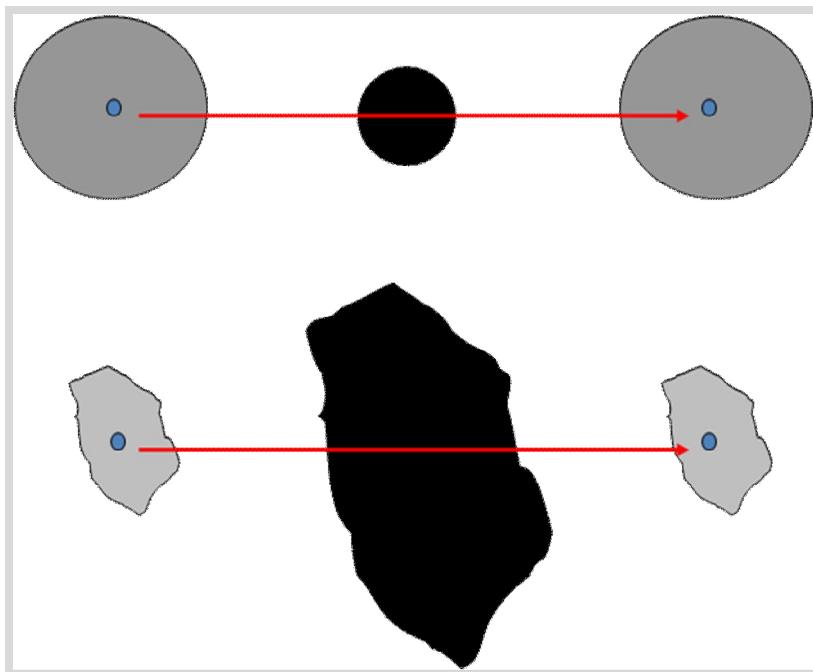
Dessa forma, é essencial que o conjunto de talhões de pínus e de manchas de floresta e capoeira seja analisado sob o ponto de vista da conectividade e da complexidade do mosaico desta paisagem, pois estes são parâmetros que interferem na qualidade e seleção de habitats das espécies.

O isolamento depende das distâncias e das áreas de todos os fragmentos vizinhos, do arranjo espacial dos fragmentos de habitat, assim como das características do ambiente entre os fragmentos (Metzger 1999), ou seja, características da vizinhança.

O parâmetro da distância euclidiana do vizinho mais próximo é reconhecido como medida geral de conectividade e/ou isolamento da paisagem (Forman & Godron, 1986; Turner & Gardner, 1991). Quantifica o isolamento de uma mancha em relação a outras manchas da mesma classe usando a geometria euclidiana como uma linha reta entre a mancha focal e seu vizinho mais próximo da mesma classe.

*Uma menor distância entre os talhões de pínus significa maiores condições de contato dos organismos com as manchas nativas e maior permeabilidade na paisagem? As estruturas de conexão permitem uma maior percolação de habitats na paisagem?*

As distâncias curtas registradas tanto entre as manchas das unidades de floresta (média 72m) e capoeira (média 100m) quanto entre as manchas das unidades de pínus jovem (média 96m) e adulto (116m) sugerem que esta paisagem fornece condições favoráveis para o deslocamento dos organismos, mesmo dentro da matriz de habitat (Figura 27), quando consideradas as manchas na mesma classe de tamanho.



**Figura 27.** Representação da distância do vizinho mais próximo, considerando manchas do mesmo tamanho (tons de cinza) e de diferentes classes de uso e cobertura (vegetação nativa e pínus). Essa medida não considera as manchas em diferentes estádios sucessionais (vegetação nativa) e em diferentes estágios de crescimento (pínus adulto e jovem). Um baixo grau de isolamento das manchas da mesma classe de tamanho tanto de pínus quanto de floresta facilita a dispersão dos organismos que exigem um arranjo espacial constituído pelo conjunto, tanto de manchas grandes quanto de manchas pequenas. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

As maiores distâncias médias ocorrem entre manchas de classe de tamanho reduzido (<4 ha), especialmente para as capoeiras e as áreas de pínus jovem da paisagem. Mas mesmo essas manchas de reduzido tamanho distribuídas nas maiores distâncias tendem a apresentar um baixo grau de isolamento se considerar a capacidade dispersiva de

alguns organismos mais especializados a um arranjo espacial específico constituído, por exemplo, pelo conjunto de manchas pequenas.

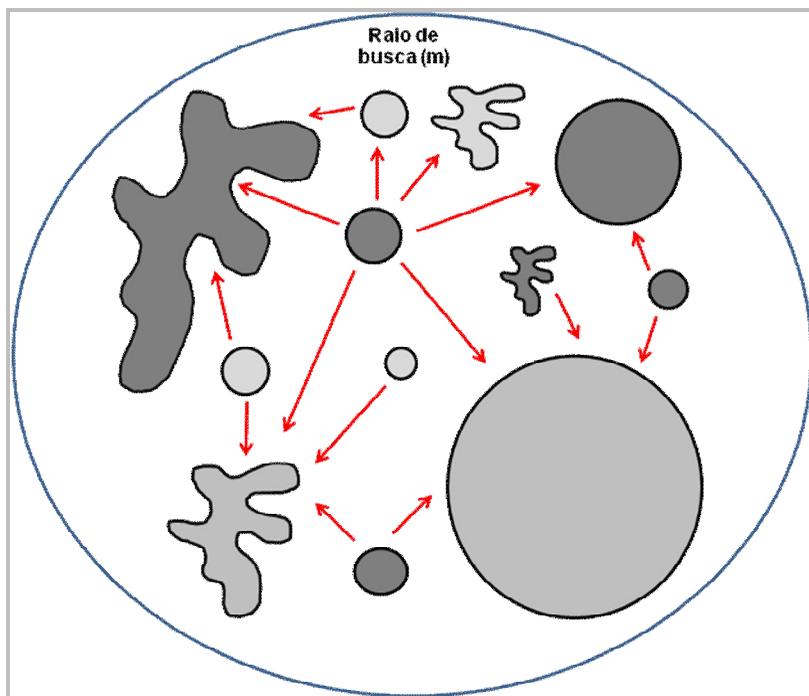
Por exemplo, para pequenos roedores este arranjo pode não ser tão favorável, mas pode ser adequado para uma ave migratória ou um morcego de floresta (Bennett, 2003). Para espécies da flora, embora não estejam baseadas em nenhuma referência precisa quanto à capacidade de dispersão, se sabe que em geral, as espécies anemocóricas dispersam em curtas distâncias, enquanto que as espécies zoocóricas, especialmente aquelas dispersas por pássaros ou morcegos podem atingir distâncias maiores.

O isolamento é uma medida de descontinuidade do ambiente (Fahrig, 1997) e está altamente relacionada com a capacidade dispersiva dos organismos, e essa capacidade dispersiva, por sua vez, está associada com a área disponível das manchas adjacentes (Bender et al., 2003). Dessa forma, a proximidade entre os fragmentos florestais é uma importante medida registrada, pois considera o isolamento das demais manchas de outras classes de tamanho por maiores distâncias.

Analisando o arranjo espacial das manchas de ambas as unidades da paisagem, observa-se uma tendência similar para o pínus e para a vegetação nativa. Considerando a análise de proximidade para a paisagem em estudo, num raio de cem metros são poucos os fragmentos que se encontram isolados, diminuindo esse isolamento conforme se aumenta o raio de busca. Dessa forma, a probabilidade de organismos conseguirem atravessar os talhões de pínus, alcançando as áreas naturais de habitat é aumentada à medida que o arranjo espacial se torna mais diversificado, com manchas de variados tamanhos a variadas distâncias (Figura 28).

Driscoll & Weir (2005) citam que muitos trabalhos têm demonstrado efeito negativo do isolamento na riqueza ou abundância das espécies em fragmentos, significando que a habilidade de dispersão influencia na resposta das espécies para a fragmentação. Dessa forma, a variação na distância deve ser interpretada de forma diferente para determinados organismos, pois os fragmentos podem estar isolados para alguns, mas conectado para outros.

Outra consideração pertinente é o fato de que o cálculo da distância média da mancha mais próxima não considera a distância ao vizinho mais próximo da mesma tipologia ou estágio regenerativo vegetacional.



**Figura 28.** Representação do arranjo espacial da paisagem em estudo considerando a proximidade de manchas e características de área e distância. Manchas com diferentes formas, tamanhos e graus de isolamento. Diferentes tons de cinza representam as manchas em diferentes estádios sucessionais (vegetação nativa) e em diferentes estágios de crescimento (pínus adulto e jovem). À medida que o arranjo espacial se torna mais diversificado com manchas de variados tamanhos e distâncias, aumenta a possibilidade dos organismos atravessarem a matriz de pínus e encontrarem áreas de habitat favoráveis. Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

As manchas naturais e cultiváveis da paisagem atual sofreram o efeito da fragmentação, o que diminuiu significativamente suas áreas. Neste cenário de fragmentação, os efeitos são diferentes de um

organismo para outro. A paisagem pode estar fragmentada para uma espécie e não para outra. Há que se considerar a escala espacial em que os fragmentos desta paisagem estão organizados e como a fragmentação influencia o sucesso da dispersão. Por exemplo, para pássaros a fragmentação e a perda de área de habitat pode não afetar tanto negativamente quanto para grandes vertebrados, que podem ter problemas de deslocamento, dependendo dos tipos de fragmentos presentes (Volotão, 1998; Metzger, 2004).

Dessa forma, uma maior subdivisão da paisagem em pequenos fragmentos, leva a uma maior convergência espacial de recursos biológicos diversos (alimentares, por exemplo), ou seja, a uma maior complementação da paisagem (Dunning et al., 1992), o que tende a favorecer as espécies que utilizam recursos de várias unidades (floresta, capoeira, pínus, por exemplo).

*Nessa perspectiva, qual a tendência de conservação dentro de fazendas de pínus, num contexto de uma paisagem com duplo aspecto funcional? Há possibilidades de conservação de espécies sensíveis à fragmentação? Ou somente espécies generalistas? Quais os parâmetros da paisagem que determinam esta condição qualitativa para as espécies?*

A tendência para a paisagem em estudo é a estabilização do processo de facilitação para as espécies generalistas. Numa escala temporal, a médio e longo prazo, as fazendas de pínus atuarão como grandes corredores no mosaico da paisagem regional assumindo a função de regiões nucleadoras de fluxos ecológicos.

Características de área, forma, borda e interior do conjunto de manchas indicam que a paisagem favorece o desenvolvimento de espécies generalistas, por se apresentar mais diversificada espacialmente. Por outro lado, para as espécies sensíveis à fragmentação, com habitat ou alimentação especializada, as condições de sobrevivência são limitadas a habitats mais específicos (Willis, 1979; Estrada et al., 1994; Christiansen & Pitter, 1997). Essas espécies tendem a sofrer maior efeito de borda, intensificado pela menor área e formato irregular de alguns fragmentos, especialmente os de floresta em estágio

inicial de regeneração, o que conseqüentemente, leva a diminuição também da sua área central.

Outro parâmetro como o número de áreas de interior disjuntas está diretamente relacionado à qualidade de habitat das espécies. Para um grupo de manchas da paisagem em estudo, especialmente para as capoeiras, um maior número de áreas de interior disjuntas significa que possivelmente a qualidade dentro destas manchas não seja satisfatória para espécies mais exigentes, uma vez que cada área de interior detectada pode ser considerada um habitat separado dos demais para as espécies de interior. A soma total das áreas de interior dos fragmentos informa a disponibilidade de habitat para as espécies que são afetadas negativamente pelo efeito de borda, como por exemplo, as manchas de tamanho reduzido de vegetação de capoeira.

Nesse contexto, é bem provável que as pequenas manchas de capoeira, por exemplo, que ocupam 40% de área da classe na paisagem e que se encontram mais fragmentadas, tendem a oferecer maior disponibilidade de habitats para as espécies generalistas, juntamente com as condições diferenciadas das bordas. Lembrando que manchas pequenas (<10 ha) representam 96% do total de manchas de todas as unidades da paisagem, característica esta que tende a favorecer uma maior complementação da paisagem para as espécies que utilizam recursos de várias unidades (floresta, capoeira, pínus, por exemplo).

Por outro lado, a manutenção dos grandes remanescentes de vegetação vizinhos às fazendas de pínus, distribuídos nas regiões mais íngremes da paisagem, favorece a conservação da diversidade de habitats exigida pelas espécies sensíveis à fragmentação. Estes fragmentos, por suas características de complexidade de forma e área de interior tendem a sofrer menor efeito de borda, o que aumenta a probabilidade de manutenção de uma diversidade de organismos mais exigentes a condições específicas de alimentação, por exemplo.

Há uma tendência de ambas as unidades da paisagem, naturais e cultivadas, apresentar, sob o ponto de vista estrutural, um arranjo similar de complexidade de forma e condições de interior. Quanto a questão funcional, essa similaridade é contraposta pela falta de heterogeneidade alimentar e de habitat da matriz de pínus, a qual exerce especificamente a função de proteção e deslocamento para os organismos.

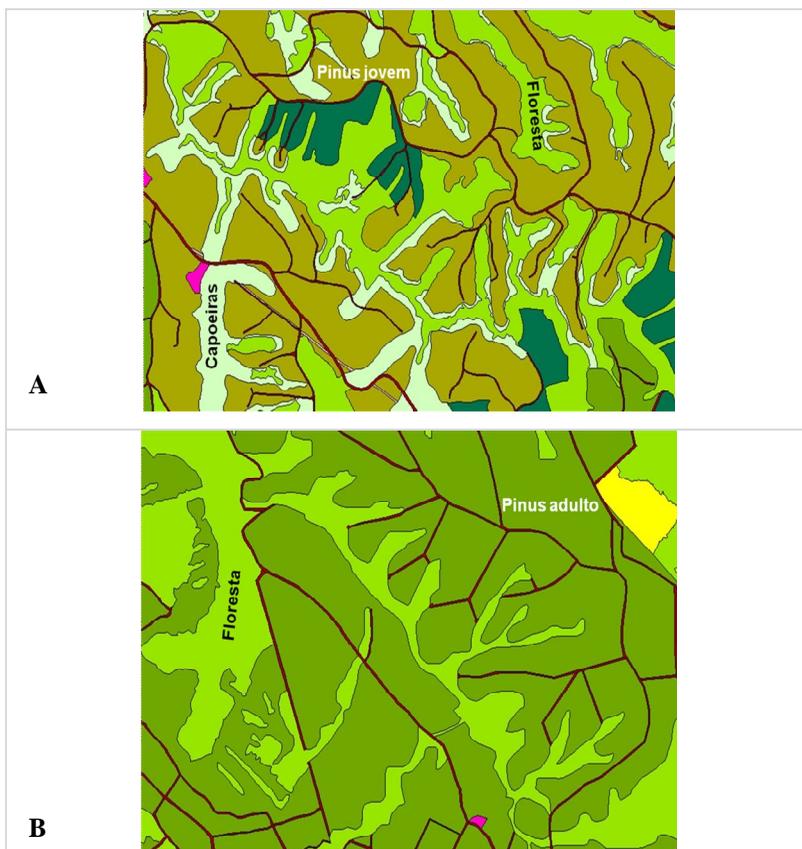
Nesse sentido, espécies generalistas tendem a estar menos vulneráveis às condições de matriz de pínus, uma vez que estes habitats reduziriam o contraste entre as condições de floresta e não-floresta. Já as espécies sensíveis estariam menos vulneráveis se confinadas dentro de fragmentos de habitat sob condições de tamanho e geometria favorável (Estrada et al., 1994; Stouffer & Bierregaard, 1995; Laurance, 1997; Gascon et al., 1999; Corlett, 2000). Para estas, os maiores fragmentos da paisagem, por exemplo, a maior mancha vizinha às fazendas de pínus tem a função de fonte de recursos e habitat para este grupo específico de espécies.

É importante ressaltar a hipótese de que as espécies generalistas atuam como facilitadoras para as espécies sensíveis na paisagem. Diante do arranjo espacial atual da paisagem, entende-se que a manutenção de condições que propiciem uma melhor permeabilidade na matriz de pínus para as espécies generalistas por ora, tende a criar novas situações de conectividade local, o que em longo prazo, permitirá que espécies mais sensíveis encontrem núcleos de habitats mais favoráveis à sua sobrevivência.

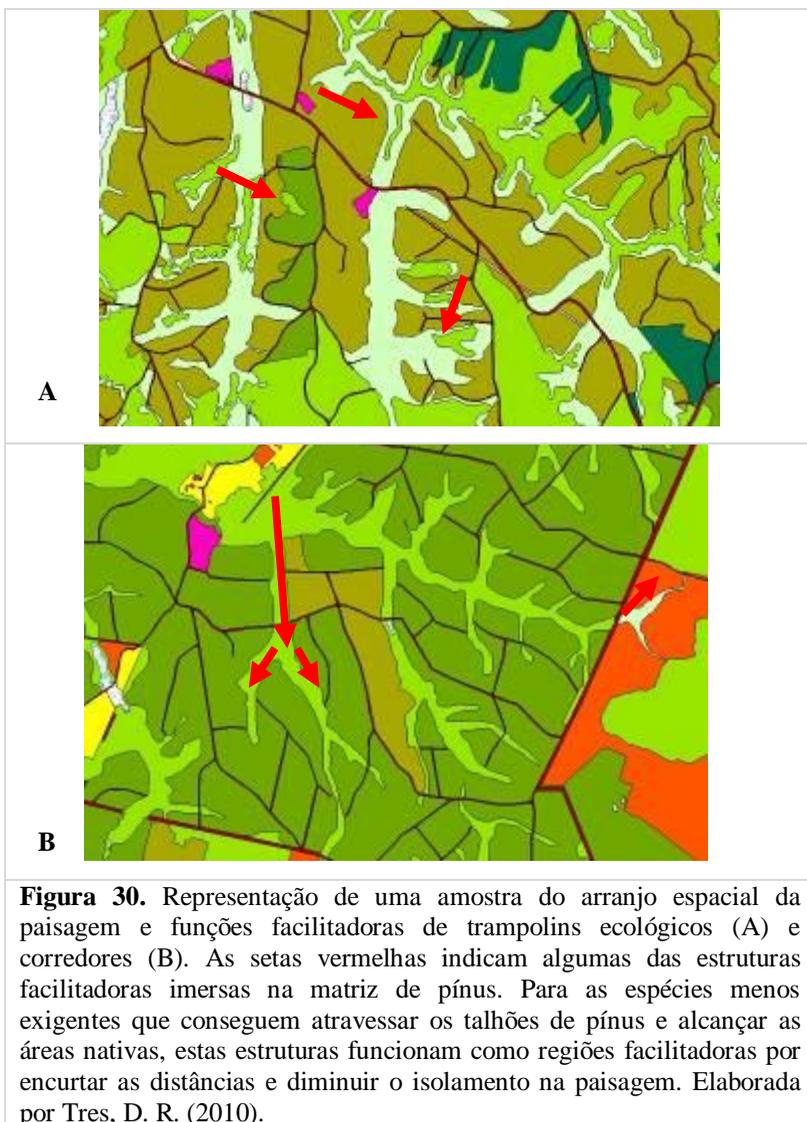
## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do cenário atual da paisagem, baseado na análise das métricas de disposição e composição e levando em consideração o duplo aspecto funcional, entende-se que a conectividade estrutural é favorecida pelo arranjo espacial diverso e heterogêneo. Essa complexidade no arranjo está associada à complementação das unidades da paisagem de vegetação nativa e pínus que inter-relacionadas, atuam como regiões facilitadoras aos fluxos ecológicos (Figuras 29 e 30).

Defende-se que este processo facilitador é gradual na paisagem, já que aspectos estruturais mostram a tendência de espécies generalistas encontrarem condições mais favoráveis de sobrevivência neste atual arranjo espacial, atuando como potenciais facilitadoras para a criação de um mosaico mais favorável às espécies mais exigentes e sensíveis à fragmentação em longo prazo.



**Figura 29.** Representação de uma amostra do arranjo espacial da paisagem nas fazendas Santa Alice (A) e Rio Feio (B) e funções facilitadoras baseadas na estrutura do mosaico. A complexidade de formas, a diversidade de área e proximidade de manchas tanto de pinus como de floresta e capoeira potencializa a diversidade funcional por criar condições para a manutenção de espécies generalistas que atuam, por ora, como facilitadoras para que, em longo prazo, se crie condições para que espécies sensíveis à fragmentação encontrem núcleos de habitats mais favoráveis à sua sobrevivência. Elaborada por Tres, D. R. (2010).



Entende-se que as investigações realizadas neste trabalho têm um forte caráter exploratório, uma vez que o uso de métricas na avaliação desta paisagem é um aspecto recente e até então inexplorado por outras pesquisas. Assume-se que as questões discutidas quanto a relação do padrão espacial e os processos ecológicos são direcionadas a generalização de dois grandes grupos funcionais, espécies generalistas e sensíveis à fragmentação. Foi optado por levantar hipóteses que possam ser testadas com mais acurácia em novas pesquisas, validando ou não os aspectos relacionados aos processos ecológicos atuantes na paisagem.

Salienta-se que este trabalho, por seu aspecto descritivo, tende a facilitar novos estudos da estrutura da paisagem, uma vez o padrão espacial e temporal, por meio de diferentes métricas, foi detalhadamente caracterizado.

Sugere-se novos estudos com objetivos direcionados a testar a relação de algum padrão espacial já detectado nesta pesquisa e a resposta das espécies a este arranjo. É importante também a seleção de alguns grupos funcionais determinantes na dinâmica da paisagem e como estes respondem a diferentes padrões espaciais, considerando o duplo aspecto funcional da paisagem em estudo.

Um avanço significativo nas discussões das métricas deste estudo foi conseguido quando se optou por considerar o duplo aspecto funcional da paisagem. As diferentes formas das manchas de vegetação nativa e pínus, em especial, o seu aspecto irregular juntamente com as características de bordas, área de interior e graus de isolamento permitiram inferir as potenciais regiões de conectividade entre os remanescentes e as diversas permeabilidades da matriz de pínus, que atua com funções facilitadoras aos fluxos ecológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alverson, W. S.; Waller, D. M.; Solheim, S.L. 1988. Forests too deer: edge effects in Northern Wisconsin. **Conservation Biology** 2: 348-358.

Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos** 71: 355-366.

Bélisle, M. 2005. Measuring landscape connectivity: the challenge of behavioral landscape ecology. **Ecology** 86:1988-1995.

Bender, D. J.; Tischendorf, L.; Fahrig, L. 2003. Evaluation of patch isolation metrics for predicting animal movement in binary landscapes. **Landscape Ecology** 18:17-39.

Bennett, A. F. **Linkages in the landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation**. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, 2003. 254p.

Burgess, R. L. 1988. Community organization: effects of landscape fragmentation. **Canadian Journal of Botany** 66: 2687-2690.

Camargo, J. L. C.; Kapos, V. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology** 11: 205-221.

Castellón, T. D.; Sieving, K. E. 2006. An experimental test of matrix permeability and corridor use by an endemic understory bird. **Conservation Biology** 20 (1): 135-145.

Cavallini, M. M. 2001. **Agricultura tradicional, composição paisagística e conservação de biodiversidade na região sul mineira: subsídios ao desenvolvimento rural sustentável**. Tese. Doutorado em Ciências, Ecologia e Recursos Naturais. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Christiansen, M. B.; Pitter, E. 1997. Species loss in a forest BIRD community near Lagoa Santa in Southeastern Brazil. **Biological Conservation** 80: 23-32.

Corlett, R. T. 2000. Environmental heterogeneity and species survival in degraded tropical landscapes. In: Hutchings, M. J.; John, E. A.; Stewart, A. J. A. (Ed.). **The ecological consequences of environmental**

- heterogeneity**. United Kingdom: Cambridge University Press. p. 333-355.
- Didham, R. K. 1997. An overview of invertebrate responses to forest fragmentation. In: Watt, A. D.; Stork, N. E.; Hunter, M. D. (Ed.). **Forest and Insects**. Chapman and Hall: London. p. 303-315.
- Driscoll, D. A.; Weir, T. 2005. Beetle responses to habitat fragmentation depend on ecological traits, habitat condition, and remnant size. **Conservation Biology** 19 (1): 182-194.
- Dunning, J. B.; Danielson, B. J.; Pulliam, H. R. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. **Oikos** 65: 169-175.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2008. **Geographic information system software**. Versão 9.2. ESRI, Redlands, California.
- Estrada, A.; Coates-Estrada, R.; Meritt, D. Jr. 1994. Non flying mammals and landscape changes in the tropical rain forest region of Los Tuxtlas, Mexico. **Ecography** 17: 229-241.
- Fahrig, L. 2001. How much habitat is enough? **Biological Conservation** 100:65-74.
- Fahrig, L. 1997. When does fragmentation of breeding habitat affect population survival? *Ecological Modeling* 105: 273-292.
- Fahrig, L.; Merriam, G. 1994. Conservation of fragmented populations. **Conservation Biology** 8: 50-59.
- Fontoura, S. B.; Ganade, G.; Larocca, J. 2006. Changes in plant community diversity and composition across and edge between Araucaria forest and pasture in South Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 29 (1): 79-91.

Forman, R. T. 2002. Forward. In: Gutzwiller, K. J. (Ed.) **Applying landscape ecology in biological conservation**. Springer-Verlag, p. vii-x.

Forman, R. T. T. 1995. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge University Press, Cambridge.

Forman, R. T. T.; Godron, M. 1986. **Landscape Ecology**. USA: John Wiley & Sons, Inc. 640p.

Gascon, C.; Lovejoy, T. E.; Bierregaard Jr., R. O.; Malcolm, J. R.; Stouffer, P. C.; Vasconcelos, H. L.; Laurance, W. F.; Zimmerman, B.; Tocher, M.; Borges, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation** 91: 223-22

Guevara, S; Meave, J; Moreno-Casasola, P.; Laborde , J. 1992. Floristic composition and vegetation structure under isolated trees in neotropical pastures. **Journal of Vegetation Science** 3: 655-664.

Guevara, S.; Laborde, J. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. **Vegetaio** 107/108: 319-338.

Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology** 5: 173-185.

Laurance, W. F. 1997. Responses of mammals to rainforest fragmentation in tropical Queensland: a review and synthesis. **Wildlife Research** 24: 603-612.

Lord, J. M.; Norton, D. A. 1990. Scale and the spatial concept of fragmentation. **Conservation Biology** 4: 197-202.

Lovejoy , T. E.; Bierregaard Junior, R. O.; Rylands, A. B.; Malcon, J. R.; Quintela, C. E.; Harper, L.; Brown Junior, K. S.; Powell, A. H.; Powel, G. V. N.; Schubart, H. O. R.; Hays, M. B. 1986. Edge and others effects on isolation on Amazon forest fragments. In. Soulé, M. E. (Ed.).

**Conservation biology: the science of scarcity and diversity.** Sunderland, Massachusetts: Sinauer. p. 257-285.

Mcgarigal, K.; Marks, B. J. 1995. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape.** Gen. Tech. Report PNW-GTR-351. Portland, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122p.

Mefee, G. K.; Carroll, C. R. 1994. **Principles of Conservation Biology.** Sunderlands, MA: Sinauer Associates, Inc. 600p.

Metzger, J. P. 2006. How to deal with non-obvious rules for biodiversity conservation in fragmented areas. **The Brazilian Journal of Nature Conservation** 4 (2): 125-137.

Metzger, J. P. 2004. Delineamento de experimentos numa perspectiva de ecologia da paisagem. In: Cullen Jr., L.; Rudy, R.; Valladares-Padua, C. (Org.). **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre.** IPÊ, Smithsonian Institution, National Zoological Park. p. 539-556.

Metzger, J. P. 2003. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas. In: Kageyama, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D. de; Engel, V. L.; Gandara, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais.** FEPAF: São Paulo. p.50-76.

Metzger, J. P. 2001. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica** 1 (1): 1-9.

Metzger, J. P. 1999. Estrutura da Paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 71: 445-463.

Metzger, J. P. 1997. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil. **Landscape Urban Planning** 37: 29-35.

Moreira, M. A. 2005. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª.ed. Viçosa: Editora UFV. 320p.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. **Tree** 10: 58-62.

Murphy, H. T.; Lovett-Doust, J. 2004. Context and connectivity in plant metapopulations and landscape mosaics: does the matrix matter? **Oikos** 105: 3-14.

Naveh, Z. Some remarks on recent developments in landscape ecology as a transdisciplinary ecological and geographical science. **Landscape Ecology** 5 (2): 65-73, 1991.

Pereira, R. A. 1999. **Mapeamento e caracterização de fragmentos de vegetação arbórea e alocação de áreas preferenciais para sua interligação no município de Viçosa, MG**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 203p.

Pires, J. S. R. 1995. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: Abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio, SP**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Pivello, V. R.; Shida, C. N.; Meirelles, S. T. 1999. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. **Biodiversity and Conservation** 8: 1281-1294.

Primack, R. B.; Rodrigues, E. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina. 327p.

Schlaepfer, M. A.; Gavin, T. A. 2001. Edge effects on lizards and frogs in tropical forest fragments. **Conservation Biology** 15: 1079-1090.

Soulé, M. E.; Alberts, A. C.; Bolger, D. T. 1992. The effects of habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. **Oikos** 63: 39-47.

Stouffer, P. C.; Bierregaard, R. O. 1995. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. **Ecology** 76: 2429-2445.

Taylor, P. D.; Fahrig, L.; Henein, K.; Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos** 68: 571-573.

Turner, M. G.; Gardner, R. H. 1991. Quantitative methods in Landscape Ecology: an introduction. In: Turner, G. M. & Gardner, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analyses and interpretation of landscape heterogeneity**. New York, Springer Verlag. P. 3-16.

Viana, V. M. 1990. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF. p. 113-118.

Volotão, C. F. de S. 1998. **Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats**. Trabalho de análise espacial do curso de Mestrado do INPE. São José dos Campos: INPE. 48p.

Wiens, J. A.; Crawford, C. S.; Gosz, J. R. 1985. Boundary dynamics: a conceptual framework for studying landscape ecosystems. **Oikos** 45: 421-427.

Willis, E. O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. **Papeis Avulsos de Zoologia** 33: 1-25.

## CAPÍTULO IV

### **A funcionalidade da paisagem e a conectividade ambiental em fazendas produtoras de madeira no Planalto Norte Catarinense**

#### **INTRODUÇÃO**

A conectividade é geralmente definida como a capacidade de uma paisagem de facilitar os fluxos de organismos, sementes e grãos de pólen (Urban & Shugart, 1986). Ela é avaliada, para cada espécie, pelos fluxos de disseminação ou pela intensidade de movimento inter-habitat dos organismos (Merriam & Lanoue, 1990; Taylor et al., 1993). Dessa forma, o grau de conectividade de uma paisagem, para uma dada espécie, deve sempre levar em conta o padrão de deslocamento dos indivíduos (Metzger, 1999) e sua capacidade de dispersão (Bélisle, 2005).

Neste contexto, o olhar sobre a paisagem é feito por meio das espécies, das suas características biológicas, de seus requerimentos em termos de área de vida, alimentação, abrigo e reprodução (Metzger, 2001). Tudo depende das características da espécie e da maneira como ela se locomove na paisagem e interage com seus elementos (corredores, matriz, fragmentos).

Por outro lado, num sentido amplo, a conectividade da paisagem representa um conceito funcional mais complexo, uma vez que não depende somente dos padrões de cada organismo, mas também, e, sobretudo, das interações entre os indivíduos, e destes com o meio. Para Morin (2005) cada ser vivo é um emissor/receptor. Uma rede de comunicações com o meio se tece a partir desse emissor/receptor e, de um em um, do próximo ao distante, as redes sobrepõem-se, recobrem-se, interferem umas nas outras, encontram-se, ramificam-se em profusão, numa espécie de polirrede. A chamada “eco-comunicação”, descrita por Morin (2005), pode ser interpretada como o princípio básico para a existência da funcionalidade em uma paisagem, uma vez que gera interações nas quais cada ser vivo opera.

Estes são aspectos que correspondem a funcionalidade da paisagem, ou seja, a resposta biológica específica (percepção) das espécies (numa

escala local) ou das polirredes (numa escala mais ampla) à estrutura da paisagem.

Entretanto, a definição de conectividade apresenta um duplo aspecto, estrutural e funcional (Wiens et al., 1997). O aspecto estrutural da paisagem, ou seja, da conectividade estrutural, se refere ao grau com o qual os elementos da paisagem estão contíguos ou fisicamente ligados uns aos outros (With et al., 1997; Tischendorf & Fahrig, 2000). São aspectos espaciais que correspondem à fisionomia da paisagem em termos de arranjo espacial dos fragmentos de habitat, densidade e complexidade de corredores de habitat e permeabilidade da matriz inter-habitat. A conectividade estrutural pode, em muitos casos, ser considerada um potencial de conectividade funcional, portanto, ambos os aspectos devem ser entendidos como complementares em estudos de paisagem.

Uma das conseqüências mais óbvias da fragmentação de habitats é que os fragmentos tornam-se isolados de outras manchas de habitat no espaço e no tempo. O isolamento modifica o padrão de distribuição das espécies e altera a rede de comunicação entre os organismos, forçando muitas vezes, os indivíduos dispersores atravessarem a matriz que separa os fragmentos de habitat (Ewers & Didham, 2005). Por conseguinte, a proximidade e a ligação entre manchas podem ser consideradas um fator crucial no tocante à eficiência de fluxo de organismos e à comunicação das polirredes de uma paisagem (Dunn et al., 1991).

Por outro lado, dependendo da sua estrutura e composição, a matriz pode oferecer recursos alimentares e áreas para reprodução, ainda que de qualidade inferior, mas possível para uso como território (Gates & Gysel, 1978). Algumas espécies são capazes de explorar a matriz e tolerar seus efeitos, sendo que as populações podem se manter estáveis e em interação ou ainda aumentar em abundância pelo processo de fragmentação (Pearson, 1993).

Dessa forma, o papel da matriz na resposta das espécies à fragmentação varia dependendo das suas características estruturais, das características biológicas das espécies (Antongiovanni & Metzger, 2005) e dos aspectos funcionais de uma comunidade organizada em polirrede (Morin, 2003). Sob um ponto de vista local, espécies generalistas tendem a estar menos vulneráveis às condições de matriz,

uma vez que as regiões de borda atuam reduzindo o contraste entre as condições de floresta e não-floresta. Já as espécies sensíveis estariam menos vulneráveis se confinadas dentro de fragmentos de habitat sob condições de tamanho e geometria favorável (Estrada et al., 1994; Stouffer & Bierregaard, 1995; Laurance, 1997; Gascon et al., 1999; Corlett, 2000).

Considerando uma escala regional, como já citado nos capítulos anteriores de forma mais detalhada, o Planalto Norte Catarinense apresenta uma paisagem em forma de mosaico originado por sucessivas modificações ao longo da história de uso e ocupação territorial, baseada na redução e fragmentação de habitats contínuos de Floresta Ombrófila Mista. O mosaico atual é constituído por diferentes elementos naturais formando manchas e corredores dentro de uma matriz de cultivo com áreas de reflorestamento, agricultura e pastagem. Entretanto é a matriz de pínus que assume o papel preponderante no funcionamento da paisagem, exercendo uma nova dinâmica e influenciando a resposta das espécies à fragmentação e em escala maior, a interação das polirredes, uma vez que afeta consideravelmente a dinâmica das comunidades dentro dos fragmentos, especialmente em relação aos processos de dispersão, a intensidade do movimento inter-habitat e a rede de comunicações.

Dentro deste contexto, o objetivo deste capítulo é avaliar a conectividade funcional da paisagem sob um aspecto do conjunto de fluxos ecológicos dos organismos e sua interação/comunicação com as diferentes unidades da paisagem. Para tanto, as avaliações são direcionadas a detectar diferentes sinais ecológicos nas áreas naturais de floresta e nas áreas de cultivo de pínus, levando em consideração o aspecto conservativo e produtivo da paisagem, reconhecendo que o duplo aspecto funcional da paisagem atua interativamente sobre os fluxos ecológicos e a conectividade como um todo.

A proposta é que este capítulo inclua as idéias e discussões levantadas nos capítulos anteriores, de forma a gerar uma conectividade com os aspectos históricos (capítulo I), da heterogeneidade ambiental (capítulo II) e da estrutura da paisagem (capítulo III), e o caráter funcional, foco deste estudo.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A área de estudo é a paisagem formada pelas áreas de duas fazendas produtoras de madeira mais um raio de 1 km. A Fazenda Santa Alice encontra-se totalmente inserida no município de Rio Negrinho, enquanto que a Fazenda Rio Feio encontra-se também dentro dos limites do município de Rio dos Cedros. Ambas as fazendas são propriedade da Empresa Battistella Florestal, região do Planalto Norte Catarinense (para mais detalhes ver Área de Estudo na Apresentação).

### **Materiais e métodos**

Os procedimentos adotados envolveram a coleta de sementes; o registro de animais silvestres por meio de armadilhas fotográficas; o registro de evidências de fauna como pegadas, fezes, trilhas, ninhos, tocas, dormitórios; o registro de recursos não consumidos como plantas em frutificação. Todas estas evidências representam fluxos ecológicos ou sinais que indicam a presença e o deslocamento da fauna dispersora de sementes ou não, tais como aves, pequenos, médios e grandes mamíferos.

Em todas as atividades de campo foi utilizado o mapeamento de uso e cobertura da terra de 2005, previamente elaborado, descrito detalhadamente no Capítulo II. Todas as amostras coletadas em campo tiveram sua localização registrada por meio da coleta de suas coordenadas geográficas e posterior sobreposição no mapa de uso e cobertura da terra. Este procedimento foi realizado no programa de processamento de informações geográficas ArcGis 9.2 (ESRI, 2008). A coleta das coordenadas foi efetuada com GPS Garmin no sistema de coordenadas UTM.

#### **a) Avaliação dos fluxos ecológicos pela coleta da chuva de sementes**

Foram fixados 100 coletores permanentes de sementes, seguindo uma trilha ao longo da paisagem e dentro das fazendas de maneira a incluir as amostras em áreas naturais e áreas de cultivo. Em cada fazenda foi localizada a estrada principal, e a partir da borda da estrada,

seguiu-se em linha reta, transversalmente à estrada, até a distância máxima de 50m, onde o coletor foi fixado. A Figura 1 A e B apresenta a distribuição dos coletores de sementes e a sua localização em campo.

Os coletores foram confeccionados com molduras de madeira de 1m<sup>2</sup> com fundo de sombrite, malha 5mm, a 1m de altura do solo.

O número de coletores e a distância entre eles foram calculados em função da área de cada fazenda. Na fazenda Santa Alice foram alocados 60 coletores distanciados 100m e na fazenda Rio Feio foram 40 coletores distanciados 150m entre.

Os coletores foram distribuídos nas unidades amostrais floresta nativa (n=23), capoeira (n=18), pínus adulto (n=11) e pínus jovem (n=48).

O material captado nos coletores foi recolhido mensalmente, sendo este procedimento repetido pelo período de um ano (2007-2008).

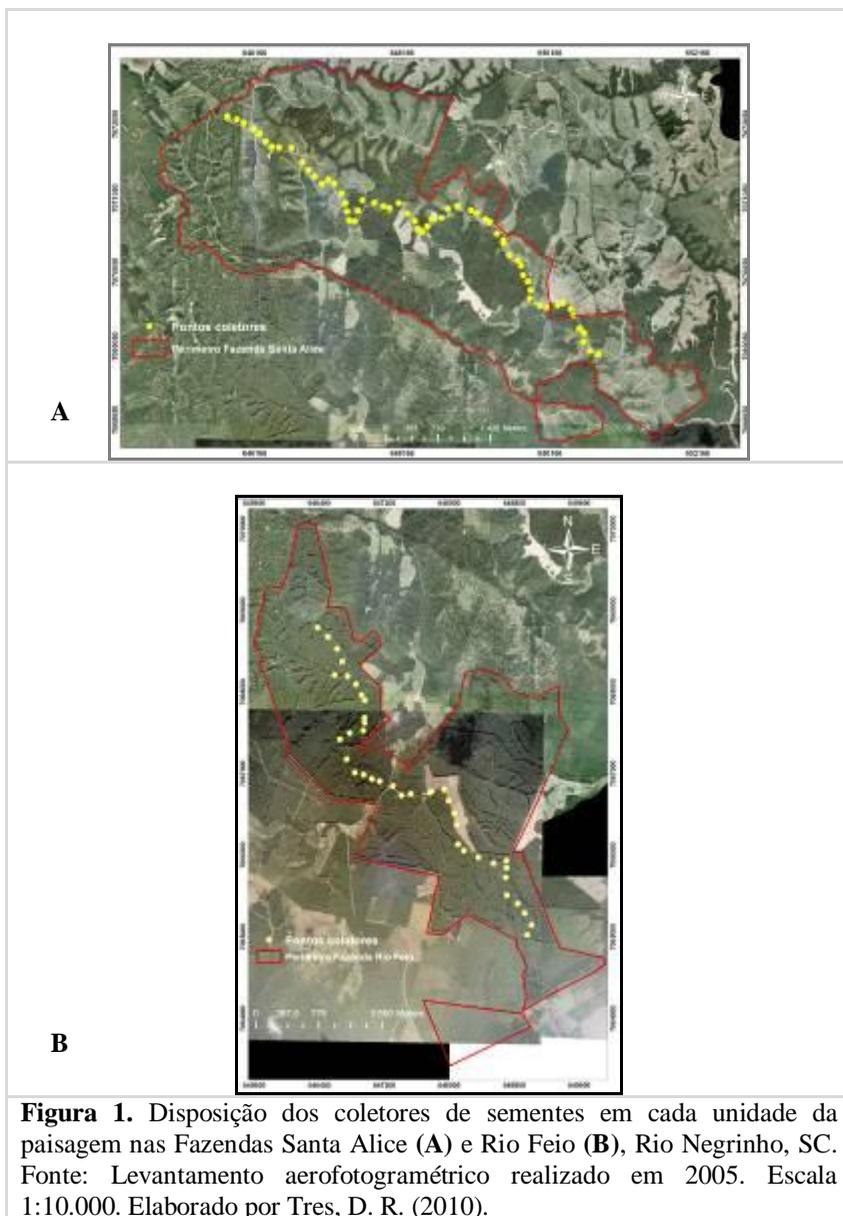
As sementes **zoocóricas** de cada coletor foram quantificadas, observadas na lupa, fotografadas e quando possível identificadas em nível de família, gênero e espécie.

Quando não identificadas, as mesmas foram levadas à casa de vegetação e colocadas em bandejas plásticas com areia lavada de rio. Neste caso, o método de avaliação adotado foi o de emergência de plântulas (Christoffoleti & Caetano, 1998).

As espécies que, durante o período de avaliação, não emergiram, foram quantificadas e apresentadas como morfoespécies.

Foram elaboradas matrizes com dados de presença/ausência de morfoespécies (variáveis) e os diferentes ambientes (FN, CA, PA, PJ) (unidades amostrais).

Foi analisada a similaridade florística entre os quatro grupos amostrais (FN, CA, PA, PJ) pela aplicação de técnica multivariada de agrupamento (Cluster) no software FITOPAC 1.6 (Shepherd, 1995) utilizando-se o coeficiente de similaridade Jaccard e o método de classificação de Group average (média dos grupos).



Considerando que ao longo da área amostrada, os pontos representam probabilidades de fluxos ecológicos, registrou-se mensalmente, para cada coletor de sementes, um sinal positivo e um sinal negativo, que equivalem a coletores com e sem sementes, respectivamente.

### **b) Avaliação dos fluxos ecológicos pelo registro fotográfico da fauna silvestre**

Para esta avaliação foram utilizadas 10 armadilhas fotográficas, sendo cinco analógicas e cinco digitais. As armadilhas foram monitoradas mensalmente, pelo período de um ano (2007-2008), sendo que a cada visita a campo as imagens das câmeras fotográficas digitais eram repassadas para um computador portátil e os filmes das câmeras fotográficas analógicas eram retirados para revelação e substituídos por novos.

A distância focal deste equipamento é de aproximadamente 1m.

As áreas amostrais foram selecionadas por meio dos seguintes critérios:

- Locais potenciais de deslocamento e/ou habitat: foram feitas observações prévias em campo, optando-se por selecionar áreas com algum sinal de fauna como pegadas, fezes, trilhas, ninhos e tocas.
- Locais de diferentes usos da terra: buscou-se contemplar tanto áreas naturais como áreas de cultivo, optando-se por incluir os diferentes estádios sucessionais (vegetação em estágio avançado e vegetação em estágio inicial), as diferentes formas dos fragmentos (manchas e corredores), a matriz (pínus adulto e pínus jovem) e estradas/aceiros.
- Locais indicados por mateiros/funcionários de campo da empresa.
- Locais seguros e não expostos a ação de caçadores.

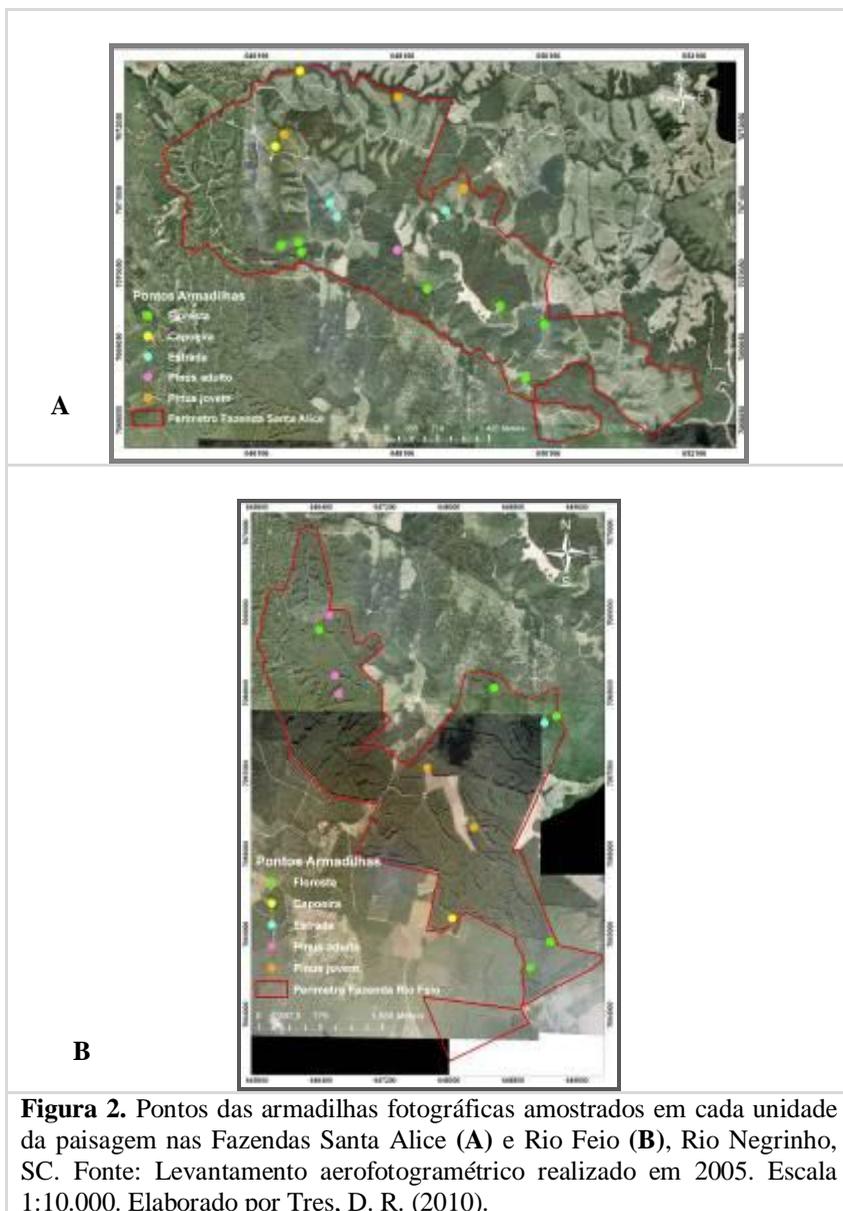
A Figura 2 A, B apresenta a distribuição das armadilhas e a sua localização em campo. Foram amostrados 28 pontos, 16 na Fazenda Santa Alice e 12 na Fazenda Rio Feio.

O tempo de permanência de cada armadilha nas unidades amostrais foi variável, sendo em: floresta nativa=19.776 horas (n=12), capoeira=7.752 horas (n=3), pínus adulto=8.112 horas (n=4), pínus

jovem=11.016 horas (n=5), estrada=6.456 horas (n=4), totalizando 53.112 horas e 28 pontos de observação.

Foram elaboradas matrizes com dados de presença/ausência de espécies (variáveis) e os diferentes ambientes (FN, CA, PA, PJ) (unidades amostrais).

Foi analisada a similaridade faunística entre os quatro grupos amostrais (FN, CA, PA, PJ) pela aplicação de técnica multivariada de agrupamento (Cluster) no software FITOPAC 1.6 (Shepherd, 1995) utilizando-se o coeficiente de similaridade Jaccard e o método de classificação de Group average (média dos grupos).



**c) Avaliação dos fluxos ecológicos pelo registro de avistamento de sinais eventuais**

Para esta avaliação foram considerados os seguintes sinais eventuais: pegadas, fezes, trilhas, tocas, ninhos e plantas em frutificação (recurso).

O registro dos sinais eventuais foi feito de forma aleatória quando em caminhamento pelas fazendas (durante os anos de 2007-2008).

Dessa forma, o número de sinais eventuais e sua distribuição foram variáveis nos diferentes ambientes (FN, CA, PA, PJ, EST).

Os dados são apresentados por meio de metodologia descritiva (tabelas e gráficos).

**d) Avaliação das distâncias da matriz de pínus às manchas de floresta pelo registro de sinais**

Para esta avaliação foram considerados os sinais eventuais como pegadas, fezes, trilhas, tocas, ninhos e plantas em frutificação + os sinais obtidos por meio das armadilhas fotográficas (fauna) + os sinais obtidos por meio da coleta da chuva de sementes (sementes), todos especificamente dentro das áreas de pínus adulto e pínus jovem.

Considerando que cada sinal é uma evidência de determinado organismo na paisagem, foi calculada a distância deste sinal dentro do pínus à mancha de floresta mais próxima. Este procedimento foi realizado no programa de processamento de informações geográficas ArcGis 9.2 (ESRI, 2008).

Foram estimadas as distâncias médias e o desvio padrão para cada grupo de sinais.

Os dados são apresentados por meio de metodologia descritiva (tabelas e gráficos).

## RESULTADOS

### a) Fluxos ecológicos pela coleta da chuva de sementes

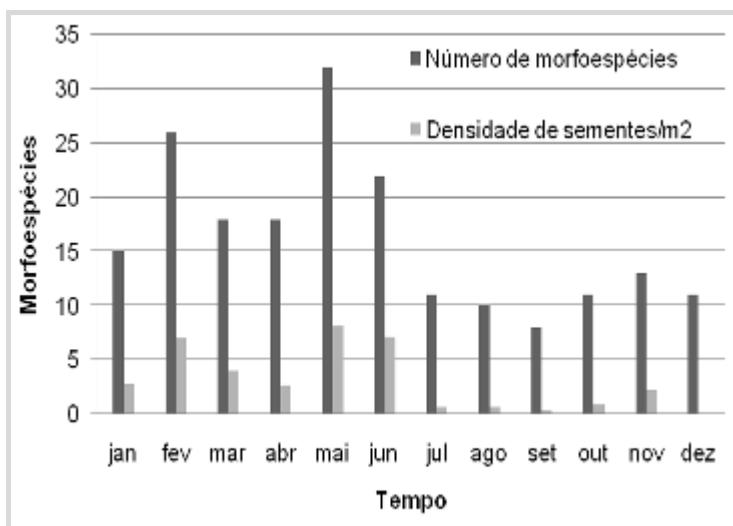
Foram capturadas na chuva de sementes da paisagem estudada 71 morfoespécies, distribuídas em 3.683 sementes com uma densidade de 37 sementes/m<sup>2</sup>/ano.

A Figura 3 apresenta o número de morfoespécies e a densidade de sementes/m<sup>2</sup> registrados ao longo de um ano, considerando todas as áreas amostrais.

Essa figura representa os fluxos de sementes de forma quantitativa ao longo da paisagem, mostrando as variações de recursos numa dinâmica temporal.

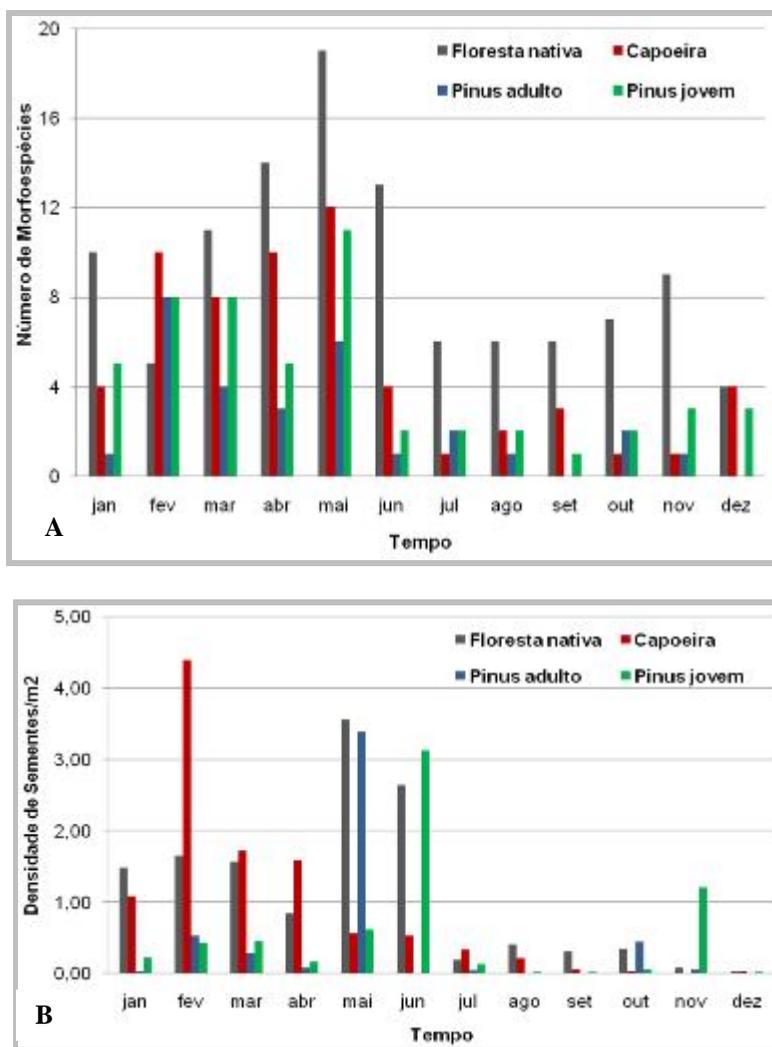
Considerando os 100 locais amostrados nas diferentes unidades da paisagem, o período de janeiro a junho apresentou as maiores ocorrências de morfoespécies com maior número de sementes/m<sup>2</sup>.

É importante notar que nesta paisagem existem recursos disponíveis todos os meses.



**Figura 3.** Número de morfoespécies por mês e densidade de sementes/m<sup>2</sup> captadas pela coleta da chuva de sementes, considerando todas as unidades da paisagem (floresta nativa, capoeira, pínus adulto, pínus jovem) nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Considerando cada unidade da paisagem, a Figura 4 A e B apresenta o número de morfoespécies e a densidade de sementes/m<sup>2</sup> por mês, respectivamente.



**Figura 4.** Número de morfoespécies por mês (A) e densidade de sementes/m<sup>2</sup> (B) coletadas na chuva de sementes, considerando as quatro unidades da paisagem nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Nota-se que foi detectado fluxo de sementes ao longo do ano e em todas as unidades amostrais, exceto para as áreas de pínus adulto que não apresentaram sementes nos meses de setembro e dezembro.

As Figuras 5, 6, 7, 8 apresentam os sinais positivos distribuídos nas quatro unidades amostrais, e que optamos denominar de Conectividade Positiva (%) – CONECT(+).

Nota-se que as unidades naturais, como floresta nativa e capoeira, apresentaram em todos os meses CONECT(+). Os únicos ambientes que não apresentaram CONECT(+) nos meses de setembro e dezembro foram as áreas de pínus adulto.

Dos 100 locais amostrados, 28% não apresentaram nenhum sinal, CONECT(-) (nenhum mês com sementes) ao longo de um ano; 20% apresentaram um sinal (um mês com sementes) e 52% apresentaram mais de um sinal, sendo que os locais onde se registrou a maior frequência de sinais (>1) foram as áreas de floresta nativa. Um ponto (coletor 53=floresta nativa) apresentou o maior número de sinais no ano, correspondendo a onze meses com presença contínua de sementes.

A Tabela 1 apresenta o número de morfoespécies comuns e exclusivas para cada unidade amostral.

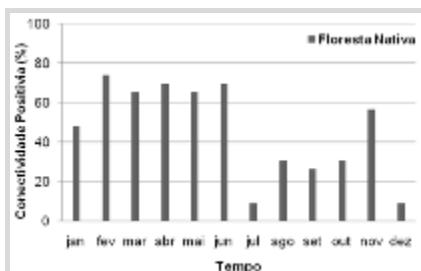
**Tabela 1.** Espécies exclusivas e comuns entre os grupos amostrais registradas pela coleta da chuva de sementes. Sendo FN=floresta nativa; CA=capoeira; PA=pínus adulto; PJ=pínus jovem. Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Grupos amostrais	Morfoespécies					
	Total	Exclusivas	Comuns			
Floresta nativa	58	19	FNxCA	27	CAxPA	11
Capoeira	36	5	FNxPA	17	CAxPJ	14
Pínus adulto	19	0	FNxPJ	23	PAxPJ	13
Pínus jovem	29	4	FNxCAxPAxPJ = 8			

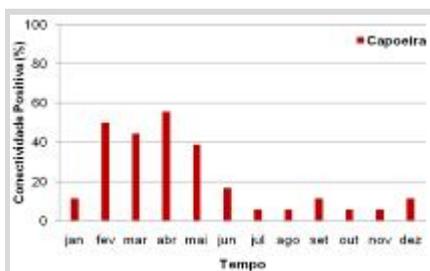
Destaca-se que as áreas de floresta nativa apresentaram o maior número de espécies exclusivas, seguidas das áreas de capoeira e pínus jovem. Para o número total de espécies seguiu-se o mesmo padrão. Das espécies registradas, 8 delas são comuns às quatro áreas amostrais.

A Tabela 2 apresenta as espécies/morfoespécies captadas pela coleta da chuva de sementes e dados de densidade de sementes/m<sup>2</sup> e exclusividade por unidade amostral.

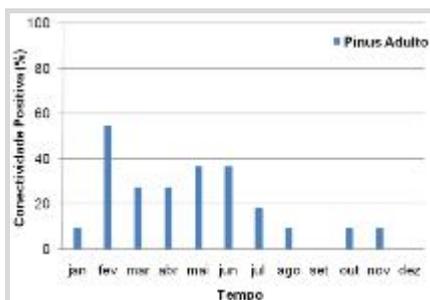
Das 71 morfoespécies coletadas foram identificadas 41 no nível de família, gênero e/ou espécie. A família mais representativa foi *Solanaceae* com 14 espécies; seguida de *Lauracea* com 5 espécies; *Erythroxillaceae*, *Euphorbiaceae*, *Myrsinaceae*, *Myrtacea* e *Rubiaceae*, todas com 2 espécies cada.



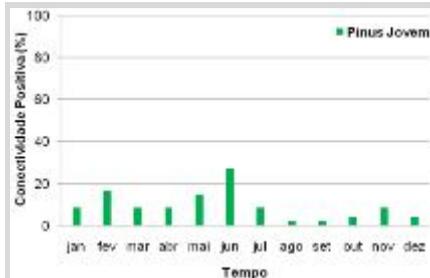
**Figura 5.** Conectividade Positiva (%) por mês, considerando **FLORESTA NATIVA** como unidade amostral (n=coletores=23).



**Figura 6.** Conectividade Positiva (%) por mês, considerando **CAPOEIRA** como unidade amostral (n=coletores=18).



**Figura 7.** Conectividade Positiva (%) por mês, considerando **PÍNUS ADULTO** como unidade amostral (n=coletores=11).



**Figura 8.** Conectividade Positiva (%) por mês, considerando **PÍNUS JOVEM** como unidade amostral (n=coletores=48).

Nota-se que as unidades naturais, como floresta nativa e capoeira, apresentaram em todos os meses CONECT(+). Os únicos ambientes que não apresentaram CONECT(+) nos meses de setembro e dezembro foram as áreas de pínus adulto.

Dos 100 locais amostrados, 28% não apresentaram nenhum sinal, CONECT(-) (nenhum mês com sementes) ao longo de um ano; 20% apresentaram um sinal (um mês com sementes) e 52% apresentaram mais de um sinal, sendo que os locais onde se registrou a maior frequência de sinais (>1) foram as áreas de floresta nativa. Um ponto (coletor 53=floresta nativa) apresentou o maior número de sinais no ano, correspondendo a onze meses com presença contínua de sementes.

A Tabela 1 apresenta o número de morfoespécies comuns e exclusivas para cada unidade amostral.

**Tabela 1.** Espécies exclusivas e comuns entre os grupos amostrais registradas pela coleta da chuva de sementes. Sendo FN=floresta nativa; CA=capoeira; PA=pínus adulto; PJ=pínus jovem. Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Grupos amostrais	Morfoespécies					
	Total	Exclusivas	Comuns			
Floresta nativa	58	19	FNxCA	27	CAxPA	11
Capoeira	36	5	FNxPA	17	CAxPJ	14
Pínus adulto	19	0	FNxPJ	23	PAxPJ	13
Pínus jovem	29	4	FNxCAxPAxPJ = 8			

Destaca-se que as áreas de floresta nativa apresentaram o maior número de espécies exclusivas, seguidas das áreas de capoeira e pínus jovem. Para o número total de espécies seguiu-se o mesmo padrão. Das espécies registradas, 8 delas são comuns às quatro áreas amostrais.

A Tabela 2 apresenta as espécies/morfoespécies captadas pela coleta da chuva de sementes e dados de densidade de sementes/m<sup>2</sup> e exclusividade por unidade amostral.

Das 71 morfoespécies coletadas foram identificadas 41 no nível de família, gênero e/ou espécie. A família mais representativa foi *Solanaceae* com 14 espécies; seguida de *Lauracea* com 5 espécies; *Erythroxillaceae*, *Euphorbiaceae*, *Myrsinaceae*, *Myrtacea* e *Rubiaceae*, todas com 2 espécies cada.

**Tabela 2.** Espécies captadas pela coleta da chuva de sementes nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Sendo FN=floresta nativa; CA=capoeira; PA=pínus adulto; PJ=pínus jovem. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Família	Nome Científico	Hábito	Densidade sementes/m <sup>2</sup>	Área de Ocorrência	Espécies Exclusivas			
					FN	CA	PA	PJ
Anacardiaceae	<i>Schinus terebenthifolia</i> Raddi	Árvore	0,09	FN,CA				
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp. L.	Árvore	0,05	-	x			
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers. (**)	Árvore	4,12	FN, CA, PA, PJ				
Curcubitaceae	<i>Cayaponia</i> sp. Silva Manso	Liana	0,01	-	x			
Erythroxillaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.1 P. Browne	Arbusto	0,06	-	x			
Erythroxillaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.2 P. Browne	Arbusto	0,16	FN,PJ				
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania</i> sp. Spreng. (*)	Arbusto	0,73	FN,CA, PJ				
Euphorbiaceae	<i>Pachystroma</i> sp. Müll. Arg. (*)	Árvore	0,05	FN,CA				
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Árvore	0,14	FN,PA, PJ				
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. Aubl.	Árvore	0,07	FN,CA				
Lauraceae	Sp.1	Árvore	0,5	-	x			
Lauraceae	Sp.2	Árvore	0,01	-	x			
Lauraceae	Sp.3	Árvore	0,06	FN,PA, PJ				
Leguminosae	Sp.		0,04	FN,PA, PJ				

Família	Nome Científico	Hábito	Densidade sementes/m <sup>2</sup>	Área de Ocorrência	Espécies Exclusivas			
					FN	CA	PA	PJ
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Árvore	7,04	FN, CA, PA, PJ				
Myrsinaceae	<i>Myrsine</i> sp. L.	Árvore	0,05	FN,PA				
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp. DC. ex Guill.	Arbusto	0,2	FN,PJ				
Myrtaceae	Sp.1	Árvore	0,01	FN, CA, PJ				
Phytollacaceae	<i>Phytolacca tyrsiflora</i> Fenzl. ex. J. A. Schmidt	Erva	6,55	FN, CA, PA, PJ				
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp. L. (**)	Erva	1,16	FN,CA, PJ				
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp. L.	Erva	0,03	FN, PJ				
Rubiaceae	cf. <i>Alibertia</i> sp. A. Rich. ex. DC.	Árvore	0,04	FN, CA				
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp. L.	Arbusto	0,97	FN,PA, PJ				
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp. L. (**)	Árvore	0,56	FN,CA, PA				
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Árvore	0,01	-	x			
Symplocaceae	<i>Symplocus</i> sp. L.	Arbusto	0,03	-	x			
Solanaceae	<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacq.	Liana	0,04	FN,CA				
Solanaceae	<i>Solanum adscendens</i> Sendtn.	Arbusto	0,01	-				x
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Arbusto	0,08	CA, PJ				

Família	Nome Científico	Hábito	Densidade sementes/m <sup>2</sup>	Área de Ocorrência	Espécies Exclusivas			
					FN	CA	PA	PJ
Solanaceae	<i>Solanum viscosissimum</i> Sendtn.	Liana	0,33	FN,CA, PJ				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.1 L.	Arbusto	1,64	FN, CA, PA, PJ				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.2 L.	Arbusto	0,05	PA, PJ				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.3 L.	Arbusto	1,37	FN, CA, PA, PJ				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.4 L.	Arbusto	0,86	-	x			
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.5 L.	Arbusto	0,54	FN,PA				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.6 L.	Arbusto	3,72	FN, CA, PA, PJ				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.7 L.	Arbusto	0,08	FN,CA				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.8 L.	Arbusto	0,55	FN,CA				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.9 L.	Arbusto	0,56	FN, CA, PA, PJ				
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.10 L.	Arbusto	0,11	CA, PA				
Winteraceae	<i>Drymys</i> sp. L.	Árvore	0,18	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 1		0,38	FN, PJ				
Não identificada	Morfoespécie 2		0,01	FN,CA				
Não identificada	Morfoespécie 3		1,99	FN, CA, PA, PJ				

Família	Nome Científico	Hábito	Densidade sementes/m <sup>2</sup>	Área de Ocorrência	Espécies Exclusivas			
					FN	CA	PA	PJ
Não identificada	Morfoespécie 4		0,03	FN, PJ				
Não identificada	Morfoespécie 5		0,09	FN,CA				
Não identificada	Morfoespécie 6		0,02	FN, PJ				
Não identificada	Morfoespécie 7		0,08	FN, CA, PA				
Não identificada	Morfoespécie 8		0,35	FN, CA, PJ				
Não identificada	Morfoespécie 9		0,03	FN,CA				
Não identificada	Morfoespécie 10		0,04	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 11		0,02	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 12		0,08	FN,PA				
Não identificada	Morfoespécie 13		0,01	-		x		
Não identificada	Morfoespécie 14		0,02	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 15		0,02	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 16		0,01	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 17		0,34	-		x		
Não identificada	Morfoespécie 18		0,01	-		x		
Não identificada	Morfoespécie 19		0,01	-				x

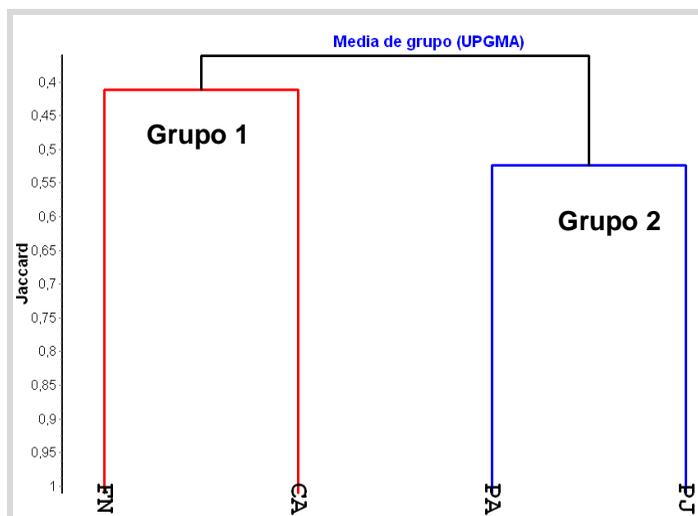
Família	Nome Científico	Hábito	Densidade sementes/m <sup>2</sup>	Área de Ocorrência	Espécies Exclusivas			
					FN	CA	PA	PJ
Não identificada	Morfoespécie 20		0,04	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 21		0,01	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 22		0,01	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 23		0,06	FN,CA				
Não identificada	Morfoespécie 24		0,07	-		x		
Não identificada	Morfoespécie 25		0,02	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 26		0,01	-				x
Não identificada	Morfoespécie 27		0,06	-				x
Não identificada	Morfoespécie 28		0,01	-	x			
Não identificada	Morfoespécie 29		0,13	FN,CA				
Não identificada	Morfoespécie 30		0,01			x		
<b>Total</b>	<b>71 espécies/morfoespécies</b>		<b>36,83</b>		<b>19</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>

(\*) Espécies autocóricas; (\*\*) Espécies anemocóricas; as demais são zoocóricas

As espécies *Clethra scabra*, *Myrsine coriacea*, *Phytolacca tyrsiflora*, *Solanum* sp.1, *Solanum* sp.3, *Solanum* sp.6, *Solanum* sp.9 e a Morfoespécie 3 ocorreram nos quatro ambientes amostrados. Estas espécies juntas apresentaram os maiores valores de densidades de sementes/m<sup>2</sup> (26,43 sementes/m<sup>2</sup>), o que corresponde a 72% da densidade total de sementes.

As áreas de floresta nativa apresentaram espécies exclusivas como *Cordia* sp., *Cayaponia* sp, *Erythroxylum* sp.1, Lauraceae Sp.1, Lauraceae Sp.2, *Casearia decandra*, *Symplocos* sp., *Solanum* sp.4, *Drymys* sp. e outras 10 morfoespécies.

A Figura 9 apresenta a similaridade de espécies entre os grupos amostrais por meio de dados de presença/ausência das 41 espécies identificadas ao nível de família, gênero e/ou espécie. Para esta análise só foram consideradas as espécies zoocóricas.



**Figura 9.** Dendrograma obtido pelo método Média de Grupo (UPGMA), coeficiente de similaridade de Jaccard. Correlação cofenética=0,85. Dados de **presença/ausência de espécies** captadas pela coleta da chuva de sementes. Sendo FN=floresta nativa; CA=capoeira; PA=pínus adulto; PJ=pínus jovem. Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

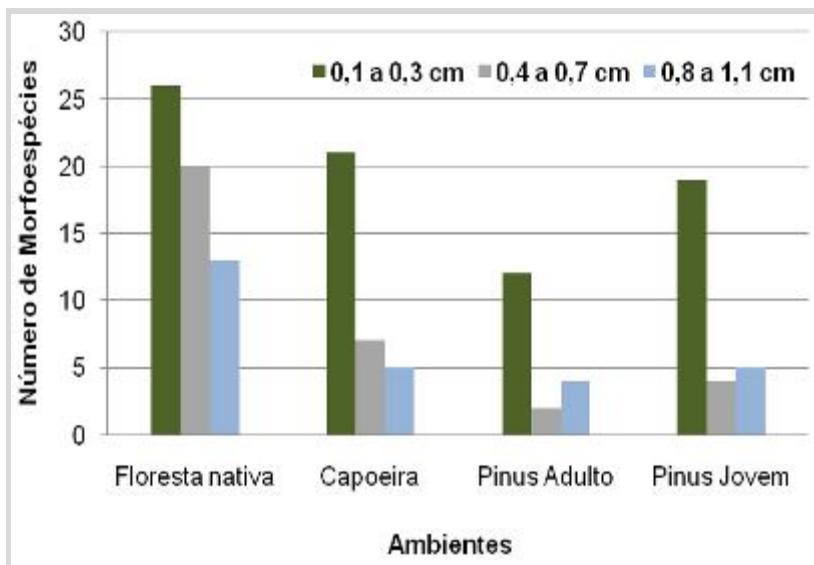
A similaridade florística, representada pela chuva de sementes, entre os grupos amostrais mostrou que o grupo 1, formado pelos ambientes floresta nativa x capoeira foram os mais similares, ou seja, formaram um grupo com similaridade de 60%. As áreas de floresta nativa e capoeira foram as que apresentaram o maior número de espécies exclusivas e o maior número de espécies comuns entre si (27 espécies) (Tabela 1), mostrando que a chuva de sementes nas áreas naturais é heterogênea e diversificada.

Quanto observada as espécies presentes nas áreas de pínus, que corresponde ao grupo 2, nota-se que estes ambientes apresentaram um menor número de espécies comuns entre si (13 espécies), o que levou a uma menor similaridade (50% de similaridade), quando comparado com as áreas naturais da paisagem. Quanto a exclusividade de espécies, estas áreas também apresentaram um menor número de espécies.

Entretanto, é importante destacar que a chuva de sementes foi contínua ao longo do ano tanto nas áreas naturais, quanto nas áreas de cultivo de pínus, indicando a visitação da avifauna/morcegos em todas as unidades da paisagem.

A Figura 10 apresenta a distribuição das morfoespécies de acordo com as classes de tamanho das sementes (cm) em cada unidade amostral, sendo pequenas as sementes entre 0,1 a 0,3 cm, médias entre 0,4 a 0,7 cm e grandes entre 0,8 a 1,1 cm.

Houve um predomínio de sementes de tamanho pequeno em todos os ambientes amostrados, mostrando a tendência de estas apresentarem maiores fluxos dentro da paisagem.



**Figura 10.** Distribuição das morfoespécies nos diferentes ambientes por classes de tamanho das sementes (cm) captadas na coleta da chuva de sementes nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

#### **b) Fluxos ecológicos pelo registro fotográfico da fauna silvestre**

A Tabela 3 apresenta o número total de indivíduos da fauna, considerando mamíferos e aves, registrados pelas armadilhas fotográficas e o número de armadilhas/dia por ambiente amostrado.

O índice tem uma variação de 1 a 4; os maiores índices correspondem às áreas com maior fluxo/dia.

**Tabela 3.** Número de indivíduos da fauna, considerando mamíferos e aves, distribuídos em diferentes ambientes nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC, registrados por meio de armadilhas fotográficas. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Local	Dias	Horas	Nº de Indivíduos	Fluxo/Dia	Índice
Floresta (n=12)	824	19776	155	0,19	4
Capoeira (n=3)	323	7752	51	0,16	4
Pínus Adulto (n=4)	338	8112	18	0,05	1
Pínus Jovem (n=5)	459	11016	19	0,04	1
Estrada (n=4)	269	6456	41	0,15	3
	<b>2213</b>	<b>53112</b>	<b>284</b>		

Foram registrados 284 indivíduos, distribuídos em 16 espécies de mamíferos e 20 espécies de aves. Os ambientes com maior fluxo/dia, considerando todas as espécies registradas, são floresta e capoeira, seguida das estradas, e por último as áreas de pínus adulto e jovem.

A Tabela 4 apresenta as 20 espécies de aves registradas somente pela captura fotográfica.

Em relação à dieta das espécies de avifauna, 45% são onívoros, 25% insetívoros, 10% nectarívoros e carnívoros e 5% granívoros e frugívoros. Das 20 espécies registradas, 70% delas foram exclusivas das áreas de floresta nativa. A espécie *Accipiter poliogaster* (tauató-pintado) foi registrada somente na área de pínus adulto, sendo que esse foi o primeiro registro documentado desta espécie em Santa Catarina.

**Tabela 4.** Espécies da avifauna registradas pela captura fotográfica nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Sendo FN=floresta nativa; CA=capoeira; PA=pínus adulto; PJ=pínus jovem; EST=estrada. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

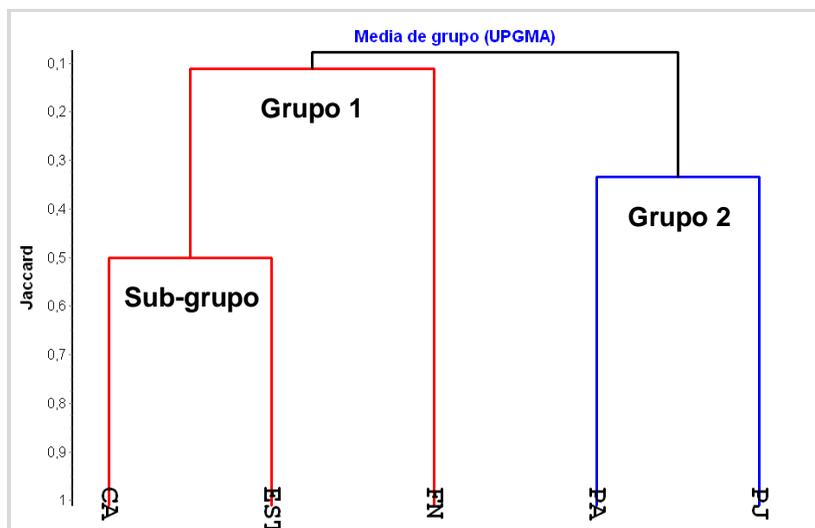
Nome científico	Nome vulgar	Ordem	Família	Dieta	Local de ocorrência
<i>Accipiter poliogaster</i> * Temminck (1824)	Tauató-pintado	Falconiformes	Accipitridae	carnívoro	PA
<i>Aramides saracura</i> Spix (1825)	Saracura	Gruiformes	Rallidae	onívoro	FN
<i>Basileuterus leucoblepharus</i> Vieillot (1817)	Pula-pula-assoviador	Passeriformes	Fringillidae	insetívoro	FN
<i>Batara cinerea</i> Vieillot (1819)	Matracão	Passeriformes	Thamnophilidae	insetívoro	FN
(cf.) <i>Conopophaga lineata</i> Wied (1831)	Chupa-dente	Passeriformes	Conopophagidae	insetívoro	FN
<i>Crypturellus obsoletus</i> Temminck (1815)	Inhabú	Tinamiformes	Tinamidae	onívoro	FN, CA
<i>Cyanocorax chrysops</i> Vieillot (1818)	Gralha picaça	Passeriformes	Corvidae	onívoro	FN
<i>Geotrygon montana</i> Linnaeus (1758)	Juriti-do-chão	Columbiformes	Columbidae	granívoro	FN
<i>Grallaria varia</i> Boddaert (1783)	Tovacuaçu	Passeriformes	Grallariidae	insetívoro terrestre	FN
<i>Hylopezus nattereri</i> Pinto (1937)	Pinto-do-mato	Passeriformes	Formicariidae	insetívoro terrestre	FN
<i>Leptotila</i> sp. Swainson (1837)	Juriti	Columbiformes	Columbidae	onívoro	FN, CA, EST
(cf.) <i>Leucochloris albicollis</i> Jardine (1833)	Beija-flor-de-papo-branco	Apodiformes	Trochilidae	nectarívoro	PA, PJ
(cf.) <i>Micrastur ruficollis</i> Vieillot (1817)	Gavião-relógio	Ciconiiformes	Falconidae	carnívoro	FN
<i>Odonthoporus capueira</i> Spix (1825)	Uru	Galliformes	Odontophoridae	onívoro	FN, CA
<i>Penelope obscura</i> Merrem (1786)	Jacu	Craciformes	Cracidae	frugívoro	FN, CA, PA, EST

Nome científico	Nome vulgar	Ordem	Família	Dieta	Local de ocorrência
(cf.) <i>Phaetornis eurynome</i> Swainson (1827)	Beija-flor-de-garganta-rajada	Trochiliformes	Trochilidae	nectarívoro	FN
<i>Saltator similis</i> D'Orbigny & Lafresnaye (1837)	Trinca-ferro	Passeriformes	Emberizidae	onívoro	FN
<i>Trichothraupis melanops</i> Vieillot (1818)	Tié-de-topete	Passeriformes	Emberizidae	onívoro	FN
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot (1816)	Sabiá-coleira	Passeriformes	Turdidae	onívoro	FN
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot (1818)	Sabiá-laranjeira	Passeriformes	Turdidae	onívoro	FN

\*primeiro registro documentado para o Estado de Santa Catarina, em Rio Negrinho, na Fazenda Rio Feio, dia 17 de agosto de 2008 às 11h 54min.

A classificação segue [www.cbro.org.br](http://www.cbro.org.br).

A Figura 10 apresenta a similaridade de espécies entre os grupos amostrais por meio de dados de presença/ausência das espécies registradas na Tabela 4



**Figura 11.** Dendrograma obtido pelo método Média de Grupo (UPGMA), coeficiente de similaridade Jaccard. Correlação cofenética=0,87. Dados de **presença/ausência de espécies de aves** registradas pela captura fotográfica. Sendo FN=floresta nativa; CA=capoeira; PA=pínus adulto; PJ=pínus jovem; EST=estrada. Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

O dendrograma ilustra a formação de dois grupos de similaridade quando considerada a presença/ausência de aves nos diferentes ambientes. O grupo 1 formado pelos ambientes de CAxESTxFN foi o mais similar, apresentando 90% de similaridade, quando comparado com o grupo 2 formado pelos ambientes PAxPJ com 65% de similaridade. Os ambientes capoeira e estrada formaram um sub-grupo com similaridade de 50%.

Na Tabela 5 estão descritas as espécies que foram registradas tanto pela captura fotográfica como por outros tipos de evidências. São apresentadas informações ecológicas de cada espécie como dieta, hábito e peso corporal.

**Tabela 5.** Espécies da fauna silvestre identificadas por meio de diferentes registros nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Nome científico	Nome vulgar	Ordem	Familia	Dieta	Hábito	Peso	Registro
<i>Agouti paca</i> Linnaeus (1766)	Paca	Rodentia	Agoutidae	fh	no	m	1
<i>Cabassous unicinctus</i> Linnaeus (1758)	Tatu de rabo mole	Cingulata	Dasypodidae	mi	no	m	1, 3, 4, 5
<i>Cerdocyon thous</i> Linnaeus (1766)	Cachorro do mato	Carnivora	Canidae	io	no	m	1, 2, 3
<i>Coendou prehensilis</i> Linnaeus (1758)	Ouriço	Erinaceomorpha	Erethizontidae	fg	no	m	1
<i>Dasyprocta azarae</i> Lichtenstein (1823)	Cutia	Rodentia	Dasyproctidae	fh	no	m	1
<i>Dasypus novencinctus</i> Linnaeus (1978)	Tatu galinha	Cingulata	Dasypodidae	io	no	m	1, 3, 4, 5
<i>Euphractus sexcinctus</i> Linnaeus (1758)	Tatu peba	Cingulata	Dasypodidae	io	no	m	1, 3, 4, 5
<i>Eira barbara</i> Linnaeus (1758)	Irara	Carnivora	Mustelidae	ca	dn	m	1, 3
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> Linnaeus (1766)	Capivara	Rodentia	Caviidae	hp	dn	g	2, 3
<i>Leopardus pardalis</i> Linnaeus (1758)	Jaguatirica	Carnivora	Felidae	ca	no	g	1, 2, 3
<i>Leopardus wiedii</i> Schinz (1821)	Gato Maracajá	Carnivora	Felidae	ca	no	m	1
<i>Leopardus tigrinus</i> Schinz (1821)	Gato do Mato	Carnivora	Felidae	ca	no	m	2, 3
<i>Mazama americana</i> Erxleben (1777)	Veado Mateiro	Artiodactyla	Cervidae	fh	no	g	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Nasua nasua</i> Linnaeus (1766)	Quati	Carnivora	Procyonidae	fo	di	m	1, 3, 4, 5

Nome científico	Nome vulgar	Ordem	Família	Dieta	Hábito	Peso	Registro
<i>Penelope</i> sp. Merrem (1786) (*)	Jacu	Craciformes	Cracidae	fg	di	m	1, 2, 3
<i>Puma yaguarondi</i> Lacépède (1809)	Jaguarundi	Carnivora	Felidae	ca	di	m	1
<i>Puma concolor</i> Linnaeus (1771)	Onça-parda	Carnivora	Felidae	ca	no	g	3
<i>Sciurus vulgaris</i> Olfers (1818)	Serelepe	Rodentia	Sciuridae	fg	di	p	1
<i>Tayassu tajacu</i> Linnaeus (1758)	Cateto	Artiodactyla	Tayassuidae	fh	no	g	1, 3, 4
<i>Tamandua tetradactyla</i> Linnaeus (1758)	Tamanduá-mirim	Pilosa	Myrmecophagidae	mi	no	m	1

A classificação segue Wilson & Reeder (1993) e [www.cbro.org.br](http://www.cbro.org.br). Os nomes populares seguem o PCBAP (Brasil, 1997) e Fonseca et al. (1996). Dieta e hábito de acordo com Fonseca et al. (1996). Peso corporal conforme proposto por Jorgenson & Redford (1993) para mamíferos neotropicais. **Dieta:** ca=carnívoro; fg=frugívoro/granívoro; fh=frugívoro/herbívoro; fo=frugívoro/onívoro; hp=herbívoro/podador; io=insetívoro/onívoro; mi=mirmecófago; **Peso corporal:** p= pequeno porte <1kg; m=médio porte 1-15kg; g=grande porte >15kg; **Hábito:** di=diurno; no=noturno; dn=diurno/noturno; **Tipo de registro:** 1=captura fotográfica; 2=fezes; 3=pegada; 4=trilha; 5=toca/ninho; 6=dormitório; (\*) esta espécie de ave foi representativa em termos de fluxo na paisagem, sendo incluída nas demais análises.

Considerando a dieta das espécies de mamíferos, 55% são onívoros, 30% carnívoros, 10% mirmecófagos e 5% herbívoros. Quanto ao hábito e peso, 70% das espécies são de comportamento noturno e de médio porte. Nota-se que algumas espécies só foram registradas em um dos ambientes da paisagem, como ouriço, paca, cutia, serelepe, jaguarundi e pequenos roedores/marsupiais. Veado e cachorro do mato foram registradas em todos os ambientes da paisagem.

Em complemento às informações da Tabela 5, na Tabela 6 são apresentadas as espécies mais representativas registradas pelas armadilhas fotográficas, o tempo de amostragem e os valores de dia/presença de cada um dos sinais em cada unidade amostral.

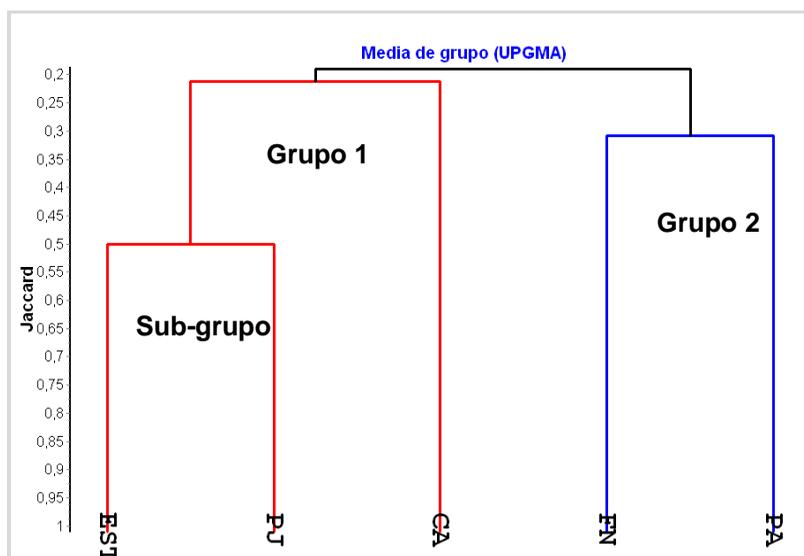
**Tabela 6.** Fluxos ecológicos registrados pela captura fotográfica nas cinco unidades amostrais da paisagem nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC onde N=número de indivíduos; P/D=presença/dia; CAC=cachorro do mato; CAT=cateto; CUT=cutia; IRA=irara; JAC=jacu; JAG=jaguatirica; JGR= jaguarundi; MAR=maracajá; OUR=ourigo; PAC=paca; PRM=pequenos roedores e marsupiais; QUA=quati; SER=serelepe; TAM=tamanduá; TAT= tatu; VEA= veado. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Sinais	Ambientes amostrados															N
	Floresta Nativa			Capoeira			Pínus Adulto			Pínus Jovem			Estrada			
	Dias	N	P/D	Dias	N	P/D	Dias	N	P/D	Dias	N	P/D	Dias	N	P/D	
CAC	22	1	22	42	1	42	36	1	36	30	1	30	110	4	27	8
CAT	177	4	44	0	0	0	24	1	24	0	0	0	0	0	0	5
CUT	21	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
IRA	112	3	37	125	4	31	0	0	0	29	1	29	28	1	28	9
JAC	22	1	22	33	1	33	28	1	28	0	0	0	115	3	38	6
JAG	106	3	35	0	0	0	36	1	36	0	0	0	62	2	0	6
JGR	0	0	0	26	1	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MAR	22	1	22	0	0	0	26	1	26	0	0	0	0	0	0	2
OUR	36	1	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PAC	46	1	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PRM	101	3	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
QUA	188	5	38	0	0	0	0	0	0	42	1	42	30	1	30	7
SER	108	4	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
TAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	1	23	81	2	40	3
TAT	219	7	31	96	3	32	0	0	0	0	0	0	52	2	0	12
VEA	347	12	29	118	3	39	170	5	34	154	5	31	63	2	31	27
<b>Total</b>	<b>1527</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>440</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>320</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>278</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>541</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>97</b>
<b>Média</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>
<b>Fluxo/dia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>

Nas áreas de floresta nativa foram registrados 48 indivíduos, na capoeira 13, no pínus adulto 10, no pínus jovem 9 e nas estradas 17.

Em relação ao fluxo de animais por dia, considerando 16 espécies de animais, as áreas de floresta e capoeira são as que possuem uma maior intensidade de fluxo – 1,7 fluxo/dia (a cada 27 dias foram registrados 14 animais) e 0,8 fluxo/dia (a cada 13 dias foram registrados 6 animais), respectivamente – seguida das áreas de estradas, pínus adulto e por último pínus jovem.

A Figura 12 apresenta a similaridade de espécies entre os grupos amostrais por meio de dados de presença/ausência das espécies registradas na Tabela 5.



**Figura 12.** Dendrograma obtido pelo método Média de Grupo (UPGMA), coeficiente de similaridade Jaccard. Correlação cofenética=0,68. Dados de **presença/ausência de espécies** registradas pela captura fotográfica e outros sinais (fezes, pegadas, trilhas). Sendo FN=floresta nativa; CA=capoeira; PA=pínus adulto; PJ=pínus jovem; EST=estrada. Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

O dendograma ilustra a formação de dois grupos de similaridade quando considerada a presença/ausência de mamíferos nos diferentes ambientes. O grupo 1 formado pelos ambientes de ESTxPJxCA foi o mais similar, apresentando 80% de similaridade, quando comparado com o grupo 2 formado pelos ambientes FNxPA com 70% de similaridade. Os ambientes estrada e pínus jovem formaram um sub-grupo com similaridade de 50%.

### c) Fluxos ecológicos pelo registro de avistamento de sinais eventuais

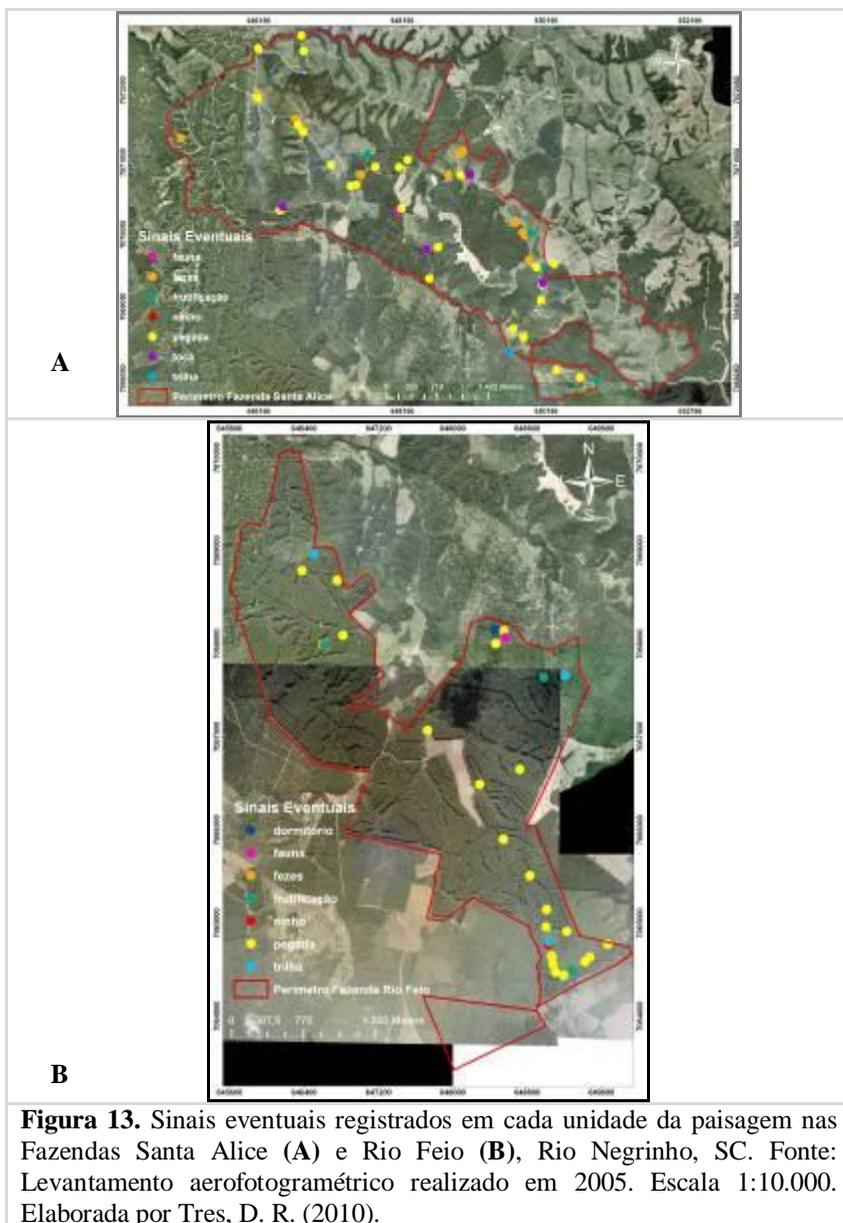
Na Tabela 7 estão registrados os sinais coletados eventualmente nas diferentes unidades da paisagem.

**Tabela 7.** Registro de sinais eventuais pelo método de avistamento nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC. Sendo FN=floresta nativa; CA=capoeira; PA=pínus adulto; PJ=pínus jovem; EST=estrada. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Tipo de sinal	Local de registro	Nº de ocorrência	Evidência de fauna e flora
dormitório	FN, PA	2	Veado
fauna (visualização)	FN, PA	6	Pica-pau, aves
fezes	FN, PJ, EST	18	Cachorro do mato, gato do mato, jaguatirica, veado, aves
frutificação	FN, CA, PA, PJ, EST	11	Imbira, gerivá, cataia, fumo bravo, pau de bodoque
ninho	FN, PJ	3	Quati, formiga, roedor
pegada	FN, CA, PA, PJ, EST	53	Cachorro do mato, capivara, cateto, cutia, gato do mato, irara, jaguatirica, onça parda, quati, tatu, tamanduá, veado
toca	FN, PJ, EST	4	Quati, tatu
trilha	FN, PA, EST	5	Tatu, veado

O número de sinais eventuais e sua distribuição foram variáveis nas unidades amostrais, sendo em: floresta nativa=14, capoeira=7, pínus adulto=9, pínus jovem=11, estrada=61, totalizando 102 sinais.

A Figura 13 A e B apresenta a distribuição dos sinais mencionados acima.



#### d) Distâncias da matriz de pínus às manchas de floresta pelo registro de sinais

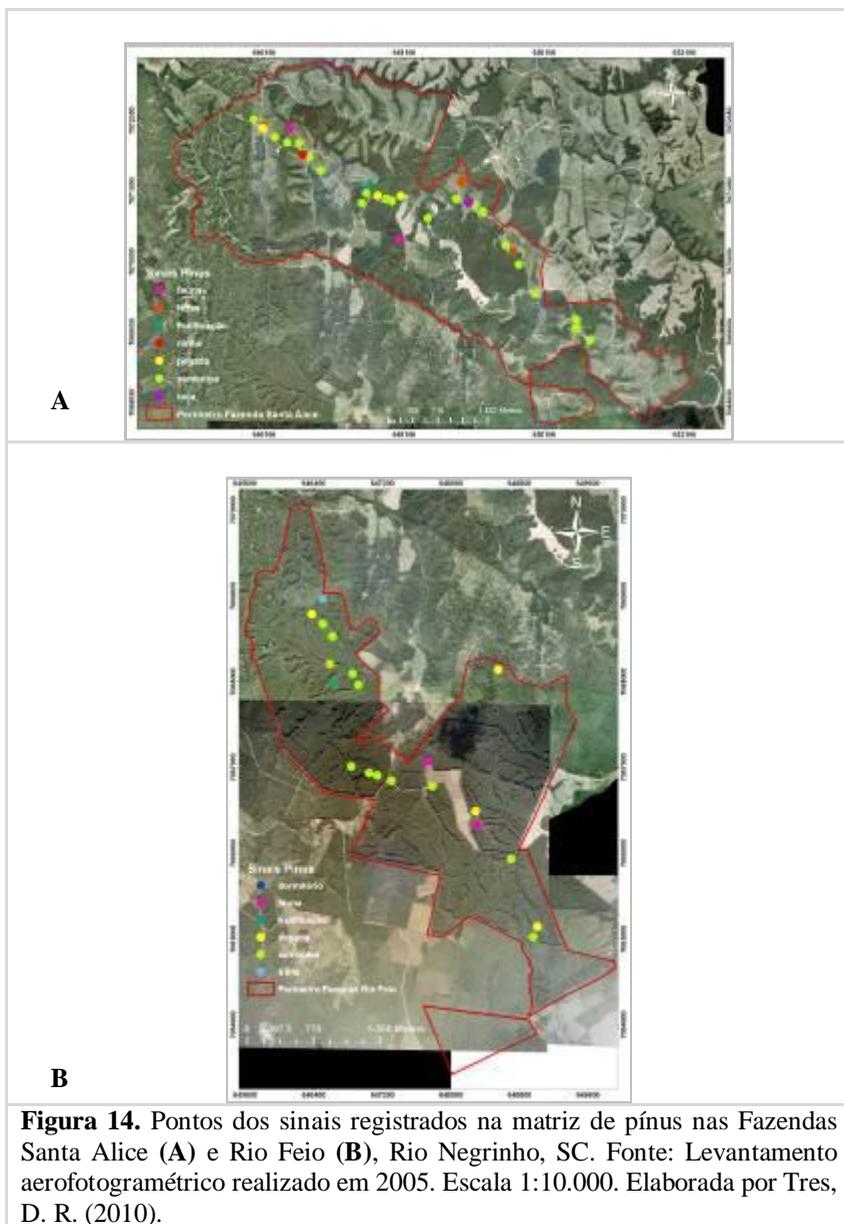
A Tabela 8 apresenta os sinais coletados por avistamento, pelas armadilhas fotográficas e pela coleta da chuva de sementes nas diferentes unidades da paisagem e as distâncias em metros da matriz de pínus até a mancha de floresta nativa mais próxima, considerando o conjunto de sinais.

**Tabela 8.** Distâncias dos fluxos ecológicos da matriz de pínus à mancha de floresta mais próxima nas Fazendas Santa Alice e Rio Feio, Rio Negrinho, SC pelos métodos de avistamento (AVI), armadilhas fotográficas (ARM) e coleta da chuva de sementes (CHU). Sendo PA=pínus adulto e PJ=pínus jovem. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Ambiente	Métodos	Fluxos ecológicos	Distância (m)	Distância máxima (m)	Distância mínima (m)
Pínus Adulto	AVI	Diversos	35 ( $\pm 24$ )	74	12
	ARM	Mamíferos	60 ( $\pm 40$ )	143	14
	CHU	Aves e morcegos	86 ( $\pm 69$ )	179	17
Pínus Jovem	AVI	Diversos	53 ( $\pm 54$ )	162	15
	ARM	Mamíferos	14 ( $\pm 4$ )	27	13
	CHU	Aves e morcegos	69 ( $\pm 42$ )	205	16

Considerando a matriz de pínus como um todo, a distância média registrada foi de 60m ( $\pm 50$ m). Considerando a matriz de pínus adulto a distância média foi de 72m ( $\pm 57$ m) e para pínus jovem foi de 54m ( $\pm 45$ m).

A Figura 14 A e B apresenta a distribuição dos sinais registrados na matriz de pínus.



## DISCUSSÃO

A paisagem estudada e seus ambientes naturais ou artificiais, como as plantações de pinus, são sistemas onde todos os componentes são produzidos por outros componentes na rede, porém são abertos ao fluxo de matéria e energia, que incluem toda a cadeia alimentar com seus diferentes níveis tróficos.

Em uma escala local, os organismos e suas populações, dentro do ecossistema, representam níveis de organização complexos, onde cada componente cumpre com suas funções ecológicas (Aumond, 2007). As plantas captam a energia da luz e realizam a fotossíntese, os herbívoros consomem os vegetais, os carnívoros se alimentam de outros animais, os fungos reciclam os nutrientes, e o todo se mantém funcionando e se auto-produzindo dentro dos limites das leis da termodinâmica (Odum, 1988; Ricklefs, 1996).

Em uma escala de contexto, considerando a relação entre as diferentes unidades da paisagem, defendeu-se, conforme discutido no Capítulo III, que quanto maior a heterogeneidade de tamanho, forma e borda das manchas na paisagem, maior a diversidade do arranjo espacial, o que aumenta a possibilidade de mais fluxos ecológicos na paisagem. Ou seja, essa heterogeneidade associada aos processos ecológicos favorece tanto espécies generalistas, quanto espécies sensíveis ao seu meio.

Nesse sentido, mesmo os talhões de pinus são ambientes inclusos em comunidades em polirredes, e por isso, com potencialidades funcionais para a conectividade entre as manchas naturais da paisagem.

Espécies generalistas, por exemplo, tendem a utilizar mais as regiões de borda dos talhões de pinus que atuam como filtros facilitadores, aspecto este que torna a matriz de pinus mais porosa aos fluxos ecológicos.

Outra condição que favorece o acesso da fauna às áreas nativas da paisagem é o aspecto irregular das manchas de pinus. Nessa condição a probabilidade dos organismos terem mais pontos de acesso aumenta, quando comparado as manchas mais regulares.

É importante ressaltar a hipótese de que o conjunto de espécies generalistas atua como facilitador para as espécies sensíveis na paisagem. Estas espécies fazem fluir maior quantidade de energia para o

interior dos remanescentes e conseqüentemente aumentam a permeabilidade da matriz de pínus.

Isto sugere que após vários ciclos de exploração desta cultura, se criem novas situações de conectividade local, o que em longo prazo, permitirá que espécies mais sensíveis encontrem núcleos de habitats mais favoráveis à sua sobrevivência ou que num processo resultante deste novo contexto desapareçam localmente devido a inviabilidade de manutenção de suas populações.

Evidentemente, as áreas naturais da paisagem estudada, por constituírem regiões com maior concentração de recursos, representam grandes núcleos de fluxos diversos, sendo um dos componentes da paisagem com forte caráter dissipador de energia para outras manchas na paisagem.

Uma evidência que foi registrada pelos métodos utilizados é a variação sazonal do fluxo de sementes em todas as unidades da paisagem, e em maior intensidade nas áreas nativas.

Esse aspecto sazonal direciona uma distribuição de recursos de frutos e sementes durante todo o ano para a fauna e entre todos os ambientes da paisagem, uns em maior, e outros em menor intensidade.

Nesse sentido representa uma importante estratégia no potencial de regeneração da área, na manutenção das populações locais e nas conexões entre as unidades da paisagem, aumentando a probabilidade de conectividade, por tornar todo o mosaico mais permeável aos fluxos ecológicos.

Outras evidências de fluxos na paisagem foram registradas em estudos realizados em parte desta paisagem, no interior da Fazenda Santa Alice, e também mostraram informações básicas para o entendimento dos fluxos nesta paisagem. Guinle (2006) levantou em um trecho de vegetação ciliar na microbacia do Rio Verde, inserida na fazenda Santa Alice, 200 espécies em floração e frutificação, distribuídas em todas as formas de vida. Scariot (2008), estudando a mesma fazenda, levantou 148 espécies arbóreas em estágio reprodutivo, das quais, 74 foram registradas em corredores ciliares em regeneração natural após um período de 6 anos em processo de restauração. As áreas estudadas por esta pesquisadora apresentaram uma forte característica de heterogeneidade e de dinâmica própria, uma vez que cada um dos três ambientes ciliares mais recentes investigados apresentou espécies

exclusivas, o que, segundo a autora, determinou a maior rede de possibilidades de fluxos ecológicos da paisagem. Kaminski (2009, comunicação pessoal) identificou cerca de 240 espécies de aves distribuídas em formações florestais de diferentes estádios sucessionais inseridas na fazenda Santa Alice, o que sugere que estes organismos voadores geram um forte fluxo de energia e biodiversidade no local, envolvendo inclusive uma complexa rede energética, seja transportando sementes (chuva de sementes) ou dissipando energias entre os distintos fragmentos. Tres & Reis (2009) mostraram que a composição do banco e da chuva de sementes é bastante variável dentro de áreas ciliares e entre elas, as quais compõem a mesma microbacia inserida na fazenda Santa Alice, o que implica em maiores probabilidades de fluxos e conectividade entre diferentes ambientes dentro da mesma paisagem, uma vez que esses mecanismos de regeneração se mostraram heterogêneos espacial e temporalmente.

Os estudos anteriores realizados nestas fazendas e os dados obtidos neste estudo denotam que a conectividade desta paisagem é resultado de relações entre todos os componentes e sub-componentes do sistema e é produzida por emergências energéticas que geram interações imprevisíveis.

Este conjunto de evidências representa o forte caráter dissipador e concentrador de fluxos ecológicos existentes nesta paisagem, mostrando a tendência das suas unidades terem maiores probabilidades de conexões quanto maior for o fluxo entre elas e dentro delas.

O conjunto de dados deste estudo permite estimar que na paisagem, a direção e intensidade dos fluxos ecológicos ocorrem de forma diferenciada entre as unidades floresta e pínus e que estes fluxos ecológicos desempenham diferentes funções, condicionadas às características comportamentais.

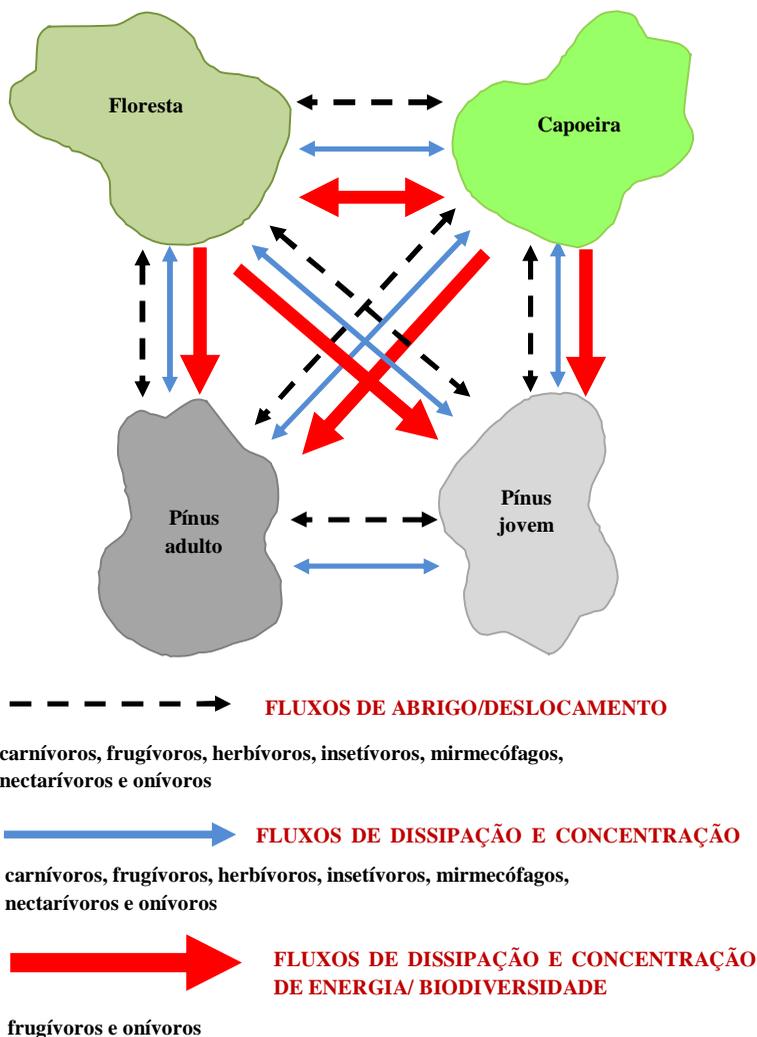
Entretanto, é importante ressaltar que a natureza é um todo polissistêmico, conforme defende Morin (2003), e que há entre os ecossistemas uma complexa rede de interações, que tem sido objeto de investigação de diversos autores em recentes pesquisas, as quais demonstram a existência de interações complexas em diversos níveis hierárquicos e escalas (Dunne et al., 2002; Jordano, 2003; Biesmeijer et al., 2005; Bascompte et al., 2006; Guimarães Jr. & Guimarães, 2006; Renner, 2007).

Portanto, neste estudo, em face da complexidade de interações, fluxos e probabilidades existentes entre os diferentes componentes formadores das unidades desta paisagem foi possível estimar, através de uma prática bastante simplista, a complexa rede de energia local.

A construção desta rede de energia local foi baseada somente pelos grupos de aves e mamíferos e seus comportamentos alimentares distintos, como carnívoros, frugívoros, herbívoros, insetívoros, mirmecófagos, nectarívoros e onívoros, os quais sugerem a existência de fluxos com funções diferenciadas nesta paisagem, tais como: fluxos de abrigo/deslocamento, de dissipação/concentração de energia e de dissipação/concentração de energia/ biodiversidade.

Estas funções, associadas ao comportamento (dieta) dos animais registrados durante o estudo determinaram o arranjo da rede de probabilidades de fluxos ecológicos entre as unidades desta paisagem.

A Figura 15 esquematiza esta rede de fluxos.



**Figura 15. Rede de probabilidades de fluxos ecológicos entre as unidades da paisagem.** As setas indicam a direção e as funções dos fluxos ecológicos baseadas nas características de comportamento (dieta das espécies de aves e mamíferos). Paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Os fluxos de abrigo e/ou deslocamento estão associados aos ambientes que possibilitam funções restritas a instalação, por exemplo, de dormitórios, tocas e ninhos. A evidência de pegadas, fezes e trilhas nesta paisagem sugere também a existência de fluxos de deslocamento de espécies que transitam entre as áreas nativas e entre estas e os talhões de pinus.

Para todo o conjunto de características comportamentais alimentares evidenciadas neste estudo, há possibilidade, além de fluxos de abrigo/deslocamento, fluxos de dissipação/concentração de energia. Estes representam uma condição associada ao conjunto de espécies, que por seu caráter, tanto de predador, presa, dispersor e consumidor de sementes e plântulas, e outros, tende a se comportar tanto como emissor quanto receptor dessas formas de energia entre os ambientes da paisagem.

Os fluxos que tendem a dissipar e concentrar, além de energia, também biodiversidade estão associados a comportamentos alimentares mais restritos a frugívoros e onívoros, os quais se alimentam de frutos e grãos, atuando como dispersores de sementes, deslocando energia e biodiversidade entre áreas de habitat. A sazonalidade da chuva de sementes é uma das evidências registrada nesta paisagem, pois caracteriza a disponibilidade destes fluxos ao longo do ano.

Remanescentes de vegetação nativa na paisagem representam as maiores probabilidades de fluxos ecológicos, uma vez que estas regiões cumprem com diferentes funções, tornando-se, ao mesmo tempo, fonte de abrigo/deslocamento entre todas as manchas do mosaico, vias de dissipação/concentração, tanto de energia quanto de biodiversidade.

As conexões entre unidades de floresta e capoeira, conforme evidenciado pelo atual mosaico são as únicas possibilidades de atuação do triplo aspecto funcional – abrigo/deslocamento, energia e biodiversidade e de fluxos direcionados em ambos os sentidos. Ao mesmo tempo em que os fluxos estão concentrados nestas unidades, são também dissipados entre estas unidades dentro da paisagem.

O conjunto de evidências mostrou que espécies com variados comportamentos alimentares tendem a acessar ambas as áreas nativas, uma vez que estas representam habitats para abrigo e deslocamento entre outras manchas.

Da mesma forma, estas áreas naturais ao concentrarem maior diversidade de recursos alimentares, possibilitam que estes recursos sejam dissipados para as demais unidades da paisagem que não possuem esse aspecto de fonte de energia e biodiversidade.

Desta forma, e conforme defendido no capítulo II e III desta tese, a necessidade de manutenção do arranjo destes remanescentes que se encontram, atualmente, em diferentes condições de sucessão secundária, tamanho e grau de isolamento. Entende-se que estes remanescentes representam as únicas (e últimas) alternativas de recolonização local, no sentido de restabelecer as conexões locais, e oportunidades de restabelecimento das conexões do contexto da paisagem como um todo, conforme defendido por Reis & Tres (2009).

Aves e mamíferos com dieta carnívora representam evidências de fluxos de energia que tende a transitar entre todas as unidades da paisagem. Ao mesmo tempo em que uma espécie de gavião, por exemplo, freqüenta uma área de floresta, acessa também áreas de pínus em busca de pequenos roedores que utilizam os talhões como áreas de refúgio.

Herbívoros, como o veado, pela sua dieta estar baseada praticamente no consumo de plântulas foram detectados em todas as unidades estudadas, cumprindo um importante papel de dissipação de energia ao longo do mosaico desta paisagem.

Onívoros, como o cachorro do mato, quati, tatu e algumas espécies de aves percebem a paisagem de uma forma mais diversificada ao transitarem por todos os ambientes estudados, inclusive estradas.

Esse tipo de comportamento evidenciado através do registro de diferentes sinais sugere a possibilidade de conexão entre as áreas nativas e cultivadas da paisagem, uma vez que tende a tornar a matriz de pínus mais porosa aos fluxos específicos de abrigo e dissipação de energia, e por outro lado, aumenta a probabilidade de conectividade entre as manchas remanescentes pelos fluxos de biodiversidade.

Por meio do conjunto de métodos utilizados neste estudo e diante do atual cenário desta paisagem, há uma tendência das unidades naturais não recebem fluxos de energia/biodiversidade do conjunto de manchas de pínus, uma vez que estas regiões têm baixas probabilidades de serem fontes de recursos alimentares que possibilite a manutenção da biodiversidade.

Os possíveis fluxos, detectados neste estudo, que as áreas de pínus direcionam às áreas naturais da paisagem e entre o conjunto de talhões são fluxos de abrigo/deslocamento e de energia, uma vez que as áreas de silvicultura comportam-se como áreas alternativas de habitat para as espécies que se movimentam entre as manchas remanescentes da paisagem.

Entretanto, estas hipóteses levantadas não excluem a possibilidade da existência de fluxos ecológicos também nesta direção, já que estes ambientes no contexto desta paisagem possuem sua complexidade interna, ainda passível de mais estudos. Mesmo o conjunto de métodos utilizados neste trabalho pode não ter sido capaz de detectar todas as evidências de fluxos entre as unidades da paisagem.

Nesse sentido, este aspecto funcional é favorecido também pelo arranjo espacial do conjunto de manchas de pínus, que conforme discutido no capítulo III mostrou uma tendência similar de arranjo com o conjunto de vegetação nativa, pois num raio de cem metros poucos fragmentos se encontram isolados entre si.

Dessa forma, a probabilidade de organismos conseguirem atravessar os talhões de pínus, alcançando as áreas naturais de habitat é aumentada à medida que o arranjo espacial se torna mais diversificado, com manchas de variados tamanhos a variadas distâncias.

Entretanto, quanto a questão de fluxos de dissipação/concentração de biodiversidade, a similaridade espacial é contraposta por outra condição de heterogeneidade da matriz de pínus, a qual tende a exercer, especificamente a função de proteção e deslocamento para os organismos.

Considerando as distâncias mais curtas que os animais têm que percorrer entre o conjunto de talhões de pínus e as manchas de vegetação nativa, sugere-se que a paisagem estudada possibilita condições mínimas para a manutenção neste atual cenário, de pelo menos dois tipos de fluxos: abrigo/deslocamento e dissipação/concentração de energia.

O conjunto de métodos utilizados para a captação das evidências mostrou que na paisagem, o grupo de aves/morcegos tende a percorrer as maiores distâncias até encontrar uma área de habitat, o que não representa um grau de isolamento considerável a ponto de não permitir o deslocamento destes grupos pela paisagem.

Considerando que os fluxos de dissipação/concentração de biodiversidade são vias de mão dupla entre as áreas nativas desta paisagem, observou-se durante o diagnóstico da estrutura da paisagem, que este arranjo possibilita, por exemplo, frugívoros, nectarívoros e onívoros encontrarem uma fonte de alimento próximo, sem a necessidade de percorrer grandes distâncias (capítulo III).

Ao investigar o papel das estradas (capítulo II), constatou-se que, dependendo do eixo considerado, são elementos que tendem a gerar probabilidade de conectividade e permeabilidade, pois ora assumem o papel de matriz (antes da colheita do pínus), ora de fragmento (após a colheita).

Os eixos secundários, por exemplo, com o tempo, passam a ter estrutura herbácea arbustiva, funcionando como corredores suplementares, direcionando fluxos com funções de abrigo/deslocamento e energéticos entre as diferentes unidades da paisagem estudada.

Nesse sentido, os dados estruturais (discutidos no capítulo II e III) relacionados ao conjunto de sinais detectados nas estradas sugerem que estes elementos representam um tipo de habitat alternativo, uma vez que espécies que freqüentam áreas naturais também foram captadas nesses locais, mostrando uma tendência de similaridade no uso de ambientes.

De uma forma geral, alguns mamíferos captados durante este estudo, mostraram uma tendência de freqüentar locais que apresentam características similares de cobertura vegetal, como os ambientes mais abertos de estrada, pínus jovem e capoeira.

Por outro lado, ambientes de pínus adulto e floresta nativa foram preferenciais para outros grupos de mamíferos, sugerindo uma tendência de alguns grupos freqüentarem locais com características similares, especialmente associadas ao estrato vegetativo.

Já algumas espécies da avifauna freqüentam áreas nativas, sugerindo uma similaridade no uso de ambientes de floresta e capoeira e uma maior especificidade de habitats, comparado as espécies da mastofauna. Ambientes de pínus adulto e pínus jovem também são freqüentados por espécies da avifauna similares, sugerindo que estes locais, para algumas espécies, apresentam características comuns, quer seja como fonte de abrigo, ou de dissipação de energia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conectividade desta paisagem necessita ser tratada de modo a ser vistos seus aspectos estruturais e funcionais, e com isto olhar os ambientes sob uma visão de polirrede, onde cada organismo interage entre si e entre outros organismos, dentro das comunidades e entre as comunidades, dentro dos ecossistemas e entre os ecossistemas, dentro de cada unidade da paisagem e entre elas, em diferentes escalas de tempo e espaço e sob diferentes mecanismos e dinâmicas naturais.

Sob esse ponto de vista, surgiram mais perguntas que respostas, visto a complexidade da temática paisagem e conectividade, sugerindo a continuidade de pesquisas e estudos: Qual a real probabilidade de fluxos ecológicos nas unidades da paisagem e entre as unidades? Como essas unidades interagem entre si para gerar conectividade? Qual a natureza e função destes fluxos? Esses fluxos representam energias geradoras de conectividade entre as unidades da paisagem e estão em contínuo processo de entropia no ambiente? Isso implica no entendimento de que todas as unidades da paisagem, tanto manchas de floresta quanto manchas de pínus são regiões potenciais de fluxos ecológicos? Como identificar fluxos ecológicos de forma a apresentá-los como amostras da grande rede de comunicação que se estabelece dentro deste ecossistema e entre as unidades desta paisagem?

É essencial ressaltar que as formas utilizadas para identificar sinais e fluxos na paisagem em estudo demandaram a adoção de uma prática sistêmica que superasse o entendimento da existência de amostras isoladas e previsíveis, mas que, por outro lado, considerasse as interações dentro das unidades e entre as unidades da paisagem e suas eventualidades, ou seja, os aspectos imprevisíveis e não lineares.

Nesse sentido, se entendeu que o conjunto de evidências (sinais) detectadas ao longo da paisagem estudada indica que as unidades naturais (floresta nativa + capoeira) e cultivadas (pínus adulto + pínus jovem) representam componentes envolvidos em processos básicos de emergências dentro desta paisagem.

No contexto deste estudo, emergências são entendidas como qualidades ou propriedades desses componentes que surgem como novidades, devido a processos interativos entre seus sub-componentes. Para tanto, tratamos as emergências como produto de interações não

previsíveis (eventuais) entre as unidades da paisagem, no espaço e no tempo.

As emergências detectadas nesta paisagem indicam a existência de fluxos de energia, bióticos e abióticos na paisagem que propiciaram condições favoráveis para o desenvolvimento de indivíduos, espécies, comunidades e populações no interior dos atuais fragmentos e mesmo dentro de talhões de pinus.

Este conjunto de métodos para avaliar conectividade funcional permitiu olhar uma fazenda de pinus de maneira diferente, caso fossem utilizados métodos lineares e com amostras previsíveis. As emergências que surgiram pela interação das unidades da paisagem representam processos naturais de captação e dissipação de energia, que tornam os ecossistemas distintos, únicos, imprevisíveis, mas com maiores probabilidades de conexão através de complexos níveis de trocas energéticas, uma entropia onde cada fase de dissipação é uma nova forma de emergência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antongiovanni, M.; Metzger, J. P. 2005. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation** 122: 441-451.

Aumond, J. J. 2007. **Adoção de uma nova abordagem para a recuperação de área degradada pela mineração**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Florianópolis: UFSC. 266p.

Bascompte, J.; Jordano, P.; Olesen, J. 2006. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. **Science** 312: 431:433.

Bélisle, M. 2005. Measuring landscape connectivity: the challenge of behavioral landscape ecology. **Ecology** 86:1988-1995.

Biesmeijer, J. C.; Slaa, E. J.; Castro, M. S.; Viana, B. F.; Kleinert, A. M. P.; Imperatriz-Fonseca, V. L. 2005. Connectance of Brazilian social

bee: food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica** 5 (1): 1-9.

Brasil/PCBAP. 1997. **Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai: diagnóstico ambiental do Alto Paraguai: meio biótico**. v. 2. Tomo 3. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Christoffoleti, P. J.; Caetano, R. S. X. 1998. Soil Seed Banks. **Scientia Agricola** 55: 1-7.

Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO. **Lista das Aves do Brasil**. Disponível em <[www.cbro.org.br](http://www.cbro.org.br)>. Acesso em 12 de nov. de 2009.

Corlett, R. T. 2000. Environmental heterogeneity and species survival in degraded tropical landscapes. In: Hutchings, M. J.; John, E. A.; Stewart, A. J. A. (Ed.). **The ecological consequences of environmental heterogeneity**. United Kingdom: Cambridge University Press. p. 333-355.

Dunn, P. C. et al. 1991. Methods for analyzing temporal changes in Landscape Pattern. In: Turner, G. M.; Gardner, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analyses and interpretation of landscape heterogeneity**. New York, Springer Verlag. p. 173-188.

Dunne, J.; Williams, R. J.; Martinez, N. D. 2002. Food-web structure and network theory: The role of connectance and size. **Ecology** 99 (20): 12917-12922.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2008. **Geographic information system software**. Versão 9.1. ESRI, Redlands, California.

Estrada, A.; Coates-Estrada, R.; Meritt, D. Jr. 1994. Non flying mammals and landscape changes in the tropical rain forest region of Los Tuxtlas, Mexico. **Ecography** 17: 229-241.

Ewers, R. M.; Didham, R. K. 2006. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological Review** 81: 119-7-142.

Fonseca et al. 1996. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. **Occasional Papers In Conservation Biology** 4: 1-38.

Gascon, C.; Lovejoy, T. E.; Bierregaard Jr., R. O.; Malcolm, J. R.; Stouffer, P. C.; Vasconcelos, H. L.; Laurance, W. F.; Zimmerman, B.; Tocher, M.; Borges, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation** 91: 223-22.

Gates, J. E.; Gysel, L. W. 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. **Ecology** 59: 871-883.

Guimarães Jr., P. R.; Guimarães, P. 2006. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. **Environmental Modelling and Software** 21: 1512-1513.

Guinle, M. C. T. 2006. **Sucessão secundária da vegetação ciliar na microbacia do Rio Verde, município de Rio Negrinho, SC.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal. Florianópolis: UFSC. 78p.

Jordano, P.; Bascompte, J.; Olesen, J. 2003. Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interaction. **Ecology Letters** 6: 69-81.

Jorgenson, J. P.; Redford, K. H. 1993. Human and big cats as predators in the Neotropics. **Symposia of the Zoological Society of London** 65: 367-390.

Laurance, W. F. 1997. Responses of mammals to rainforest fragmentation in tropical Queensland: a review and synthesis. **Wildlife Research** 24: 603-612.

Merriam, G.; Lanoue, A. 1990. Corridor use by small mammals: field measurements for three experimental types of *Peromyscus leucopus*. **Landscape Ecology** 4: 1232-131.

Metzger, J. P. 2001. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica** 1 (1): 1-9.

Metzger, J. P.; Goldenberg, R.; Bernacci, L. C. 1999. Caminhos da biodiversidade. **Ciência Hoje** 25 (146): 62-64.

Morin, E. 2005. **O método II: a vida da vida**. Porto Alegre: Sulina. 528p.

Morin, E. 2003. **O método II: a natureza da natureza**. Porto Alegre: Sulina. 480p.

Odum, E. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Pearson, S. M. 1993. The spatial extent and relative influence of landscape-level factors on wintering bird populations. **Landscape Ecology** 8: 3-18.

Reis, A.; Tres, D. R. 2009. Restauração ambiental através de sistemas nucleadores. In: III Simpósio de Recuperação de Áreas Degradadas, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2009. p. 131-138.

Renner, S. S. 2007. Structure in mutualistic networks. **Nature** 448: 877-879.

Ricklefs, R. E. 1996. **A economia da natureza**. Guanabara Koogan. 470p.

Scariot, E. C. 2008. **Caracterização ambiental de uma fazenda produtora de madeira em Rio Negrinho, SC: subsídios para a restauração ambiental**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Florianópolis: UFSC. 86p.

Shepherd, G. J. 1995. **Fitopac: Manual do usuário**. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Stouffer, P. C.; Bierregaard, R. O. 1995. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. **Ecology** 76: 2429-2445.

Taylor, P. D.; Fahrig, L.; Henein, K.; Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos** 68: 571-573.

Tischendorf, L.; Fahrig, L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. **Oikos** 90:7-19.

Tres, D. R.; Reis, A. 2009. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Biotemas** 22 (4): 59-71.

Urban, D. L.; Shugart, H. H. 1986. Avian demography in mosaic landscapes: modeling paradigm and preliminary. In: Verner, M.L.; Morrison, M.L.; Ralph, C.J. (Ed.) **Wildlife 2000. Modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates**. Madison: The University of Wisconsin Press. p. 273-279.

Wiens, J. A.; Schooley, R. L.; Weeks, R. D. Jr. 1997. Patchy landscapes and animal movements: do beetles percolate? **Oikos** 78: 257-264.  
Wilson & Reeder (1993)

With, K. A.; Gardner, R. H.; Turner, M. G. 1997. Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environments. **Oikos** 78:151-169.

Yarranton, G. A. & Morrison, R. G. 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology** 62 (2): 417-428.

## CAPÍTULO V

### **Restauração da conectividade da paisagem: uma abordagem sistêmica para lidar com a complexidade ambiental em fazendas produtoras de madeira**

#### **Abordagem sistêmica no estudo da paisagem**

A opção pela abordagem sistêmica para o estudo da paisagem do Planalto Norte Catarinense, com foco em fazendas produtoras de madeira, permitiu visualizar entre os diferentes compartimentos estudados, seus arranjos e conexões, tornando evidente a complexidade de relações existentes entre as diferentes unidades naturais e produtivas do mosaico das fazendas.

Em outras palavras, o conjunto de métodos utilizados permitiu evidenciar na paisagem do Planalto Norte Catarinense um sistema formado por unidades em inter-relações mútuas, o que lhe conferiu um aspecto duplamente funcional ao longo do tempo: conservativo + produtivo.

A paisagem apresenta uma sucessão evolutiva determinada pelos aspectos estocásticos (capítulo I), heterogêneos (capítulo II), espaciais e estruturais (capítulo III), e funcionais (capítulo IV), os quais interagem entre si dinamicamente (Figura 1).

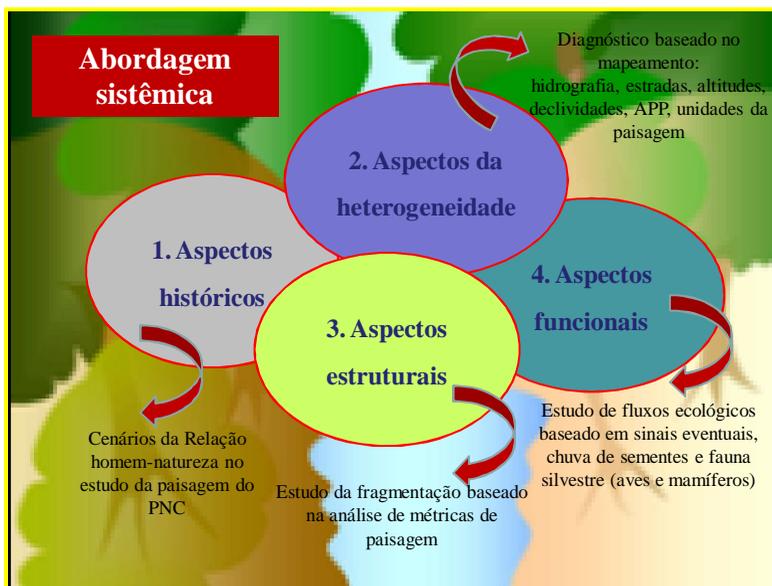
Resultante das relações das sociedades com os seus contextos históricos, a paisagem estudada emerge como fruto das interações do homem com a natureza. Ao mesmo tempo em que a presença dos colonizadores criou e modificou a paisagem, ela se moldou fisicamente e espacialmente ao homem e representa nos dias de hoje um mosaico fruto das sucessivas mudanças e dos vários momentos passados.

Ao componente estocástico, somam-se os elementos heterogêneos formadores da paisagem, os quais foram determinantes para a composição do aspecto espacial e seleção das áreas naturais e cultivadas do recente cenário.

É evidente que além das características históricas, físicas e espaciais do ambiente (hidrografia, altitude e declividade), a atividade desenvolvida que determinou a dinâmica da matriz da paisagem

(produção de madeira) foi a grande geradora do mosaico da paisagem atual.

Este mosaico, representado pelo seu arranjo espacial complexo, forma nos dias atuais, uma conectividade ambiental resultante de todos esses processos.

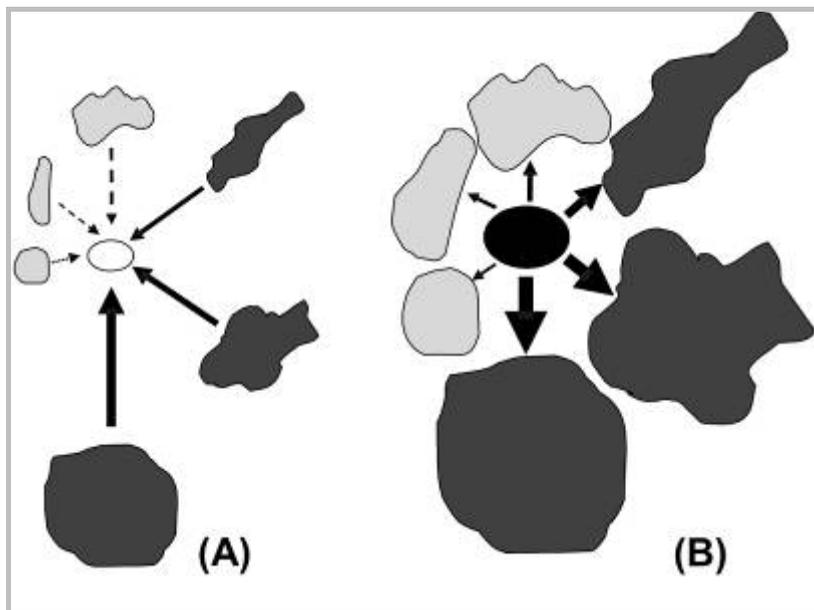


**Figura 1.** Conjunto de métodos inter-relacionados, baseados em uma abordagem sistêmica, construído para o estudo da paisagem formada pelas Fazendas Santa Alice e Rio Feio mais raio de 1 km de entorno, Planalto Norte Catarinense. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

As diferentes formas das manchas, em especial, o seu aspecto irregular juntamente com as características de bordas, área de interior e grau de isolamento constituem as potenciais regiões de conectividade entre os remanescentes e os talhões de pinus, caracterizando nesta atual matriz, uma permeabilidade facilitadora de fluxos ecológicos locais.

A dinâmica da conectividade na paisagem em estudo, por meio dos resultados históricos, estruturais, espaciais e funcionais deste trabalho

direciona a seguinte hipótese, ilustrada na Figura 2 (adaptada de Reis et al., 2010).



**Figura 2.** Dinâmica da conectividade da paisagem dentro das fazendas produtoras de madeira, considerando uma escala local e de contexto. **(A) Conectividade local:** a direção dos fluxos ecológicos dentro das fazendas é dos fragmentos fonte para a área a ser restaurada (círculo branco). **(B) Conectividade de contexto:** a área sob processo de restauração torna-se um núcleo maior (círculo preto) inserida no contexto da paisagem das fazendas; a direção dos fluxos ecológicos é no sentido dos fragmentos fonte, os quais aumentam de tamanho e reduzem a distância da área em restauração. Os fluxos ocorrem nos dois sentidos. As formas cinza representam os fragmentos fonte em diferentes estágios sucessionais dispersos na matriz de pinus com permeabilidade variável. As flechas pontilhadas e de diferentes espessuras representam os diferentes graus de conectividade entre os fragmentos fonte e a área sob processo de restauração. As flechas mais espessas representam fluxos ecológicos mais intensos. As distâncias diminuem de A para B. Adaptado de Reis, et al. (2010).

As fazendas de pínus tendem a atuar como grandes regiões nucleadoras na paisagem do Planalto Norte Catarinense, sendo capazes de propiciar potencialidades para formar, numa escala *local*, dentro de comunidades em restauração, novas populações facilitando a criação de novos nichos de regeneração/colonização e numa escala de *contexto*, gerar novas situações de conectividade na paisagem regional.

Adaptando o conceito da nucleação proposto por Yarranton & Morrison (1974) para esta nova estrutura de mosaico da paisagem em estudo, entende-se que as fazendas produtoras de madeira com seus aspectos produtivos e conservativos representam grandes núcleos potenciais para a integração da paisagem regional fragmentada.

Para que esse processo nucleador seja efetivo na paisagem e promova conectividade, é imprescindível que os fluxos ecológicos dentro das fazendas se dêem nos dois sentidos: entre os “fragmentos-área em restauração” e “área restaurada-paisagem”.

Esse processo tende a induzir o direcionamento de uma variedade de fluxos ecológicos sobre a paisagem fragmentada. Por um lado, mantém os processos chave dentro das comunidades naturais nos remanescentes de vegetação nativa e por outro, diminuiu a resistência da matriz ao aumentar as regiões de contato entre os talhões de pínus e as áreas nativas da paisagem.

### **Proposta sistêmica para o planejamento da paisagem**

Diante de todas as evidências percebidas ao longo deste estudo que indicam ser esta paisagem, resultado de interações entre os diversos componentes estocásticos, espaciais, estruturais, funcionais e legais, conectados às diferentes fontes determinantes da heterogeneidade destes ambientes, extrapola-se que as fazendas produtoras de madeira com seus aspectos produtivos e conservativos representam, numa escala bem maior, grandes núcleos potenciais para a integração da conectividade regional do Planalto Norte Catarinense.

Se todas as fazendas produtoras de madeira tivessem uma ocupação similar às investigadas neste estudo, ou seja, 50% floresta e 50% pínus, e os proprietários cumprissem a legislação ambiental, teríamos com o tempo um equilíbrio dinâmico para a flora e fauna e uma nova

conectividade que poderia garantir a sustentabilidade produtiva e conservativa desta grande paisagem?

Este cenário é uma realidade em algumas propriedades inseridas no contexto do setor florestal do Planalto Norte Catarinense, incluindo as fazendas estudadas.

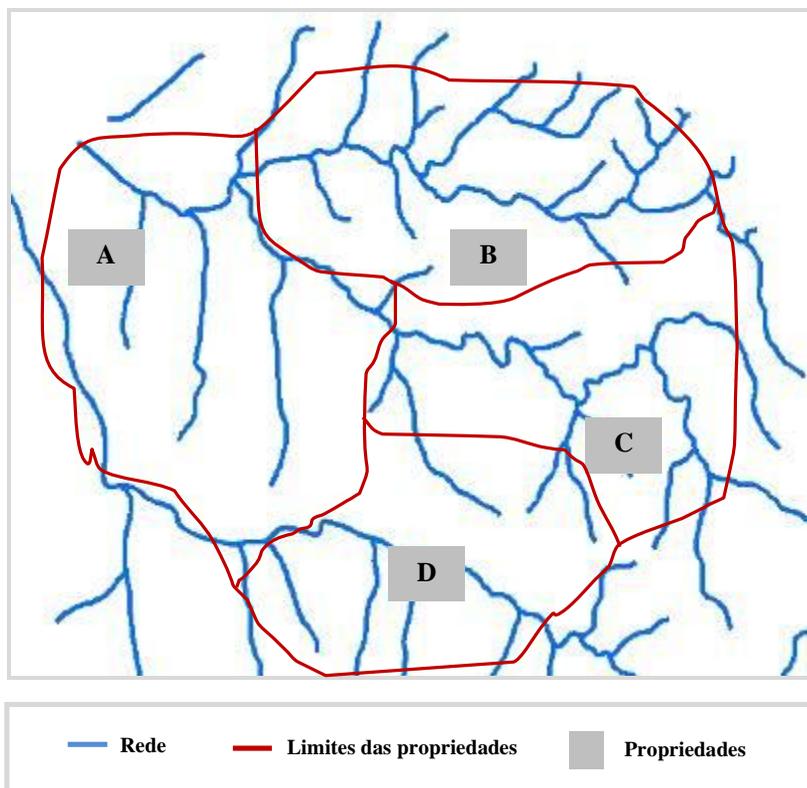
Como planejar a paisagem de forma a interligar propriedades vizinhas e garantir melhores níveis de conectividade na região, baseadas no modelo de mosaico atual das fazendas de pinus? Ou como este modelo pode ser extrapolado para outros setores produtivos do país?

As Figuras 3 e 4 representam, através de esquemas hipotéticos, uma proposta de planejamento de paisagens, restaurando as suas conectividades, baseada em um arranjo que inclui todas as propriedades inseridas num contexto de bacias hidrográficas.

Entende-se que o uso das bacias hidrográficas como unidades espaciais integradoras de propriedades na paisagem permite relacionar as características físicas, hidrológicas, estruturais, ambientais e sócio-econômicas da região estudada, que tem como atividade principal a produção da madeira, e secundariamente, atividades agrícolas em pequenas propriedades rurais.

A existência deste cenário de conectividades entre as propriedades pressupõe políticas conjuntas entre as várias fazendas do setor florestal e propriedades rurais vizinhas, inseridas num contexto de paisagem, onde a rede hidrográfica assume o papel de interligar todo este complexo mosaico (Figura 3), uma vez que o arranjo baseado em microbacias extrapola os limites de propriedades.

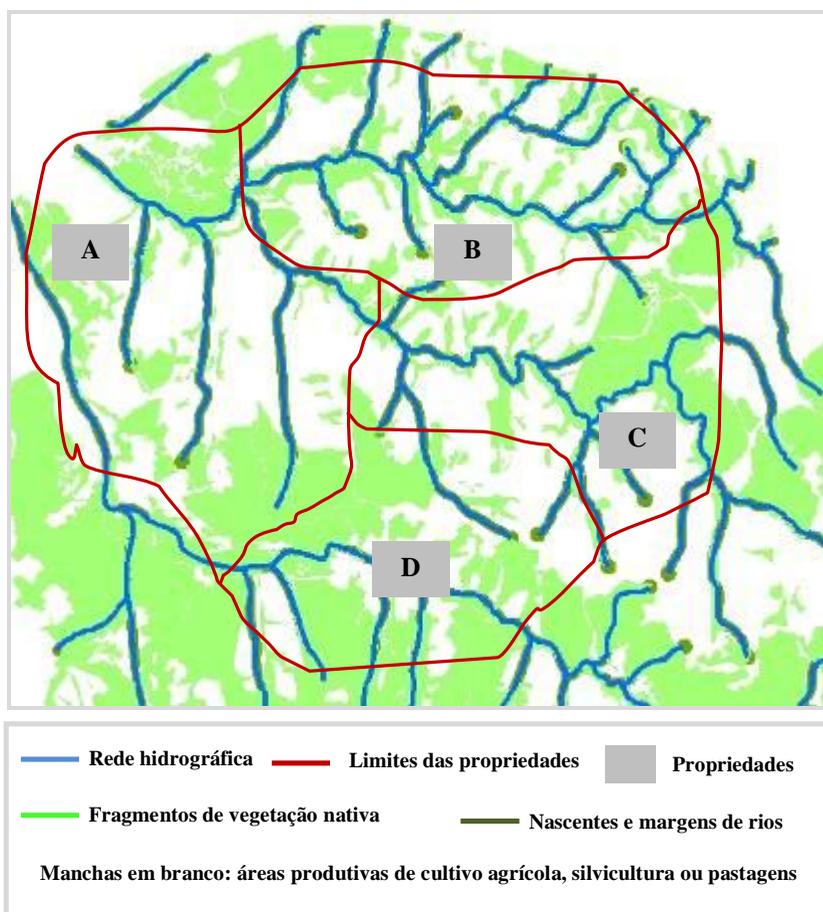
A manutenção das áreas de preservação permanente, especialmente a vegetação ciliar, e reservas legais dentro das propriedades de forma a tornar todo este conjunto contíguo (Figura 4), somado a políticas públicas e à continuidade de processos de certificação florestal tendem a garantir, no futuro, um novo cenário de produção e conservação, tanto para o Planalto Norte Catarinense, quanto para outras regiões que assumirem um modelo baseado na restauração da conectividade das suas paisagens.



**Figura 3.** Cenário de conectividade da paisagem baseado em um arranjo de propriedades interligadas sob uma perspectiva da rede hidrográfica e microbacias. Os limites das propriedades A, B, C, D são extrapolados pela conectividade natural dos rios que compõem a paisagem.

Fonte: Rede hidrográfica na escala 1:50.000 (IBGE). Fazenda Santa Alice, município de Rio Negrinho, SC.

Elaborada por Tres, D. R. (2010).



**Figura 4.** Cenário de conectividade da paisagem baseado em um arranjo de propriedades interligadas sob uma perspectiva da rede hidrográfica e microbacias. Os limites das propriedades A, B, C, D são extrapolados pela conectividade natural dos rios que compõem a paisagem e pelo mosaico formado por manchas e corredores de vegetação nativa.

Fonte: Rede hidrográfica e Áreas de Preservação Permanente na escala 1:50.000 (IBGE). Fazenda Santa Alice, município de Rio Negrinho, SC. Elaborada por Tres, D. R. (2010).

Esta forma de perceber a paisagem ainda que aparentemente simplista, diante de um cenário altamente complexo onde a natureza representa um poli-sistema está baseada em uma concepção diferenciada do que significa a conectividade ambiental para esta região centrada na produção de madeira ou para outros setores produtivos do país.

O planejamento de forma conjunta exigirá o desenvolvimento de uma concepção de **conectividade social** capaz de ver a paisagem acima da visão particular das propriedades.

### **Reflexões finais**

As várias formas de desenvolvimento do século XX e da nossa era planetária fez com que nos defrontássemos cada vez mais com os desafios da complexidade. Apesar desta constatação, a ciência e o modo como as pesquisas são direcionadas acabam separando e fragmentando o conhecimento, tornando incapaz de captar “*o que está tecido em conjunto*”, isto é, o complexo, segundo o sentido original do termo. A tradição das pesquisas e do pensamento ordena que se reduza o complexo ao simples, que se separe o que está ligado, que se unifique o que é múltiplo, que se eliminem fenômenos eventuais e tudo aquilo que traga desordens, contradições, incertezas para nosso entendimento.

Entretanto, é necessário problematizar as situações do nosso tempo, enfrentando as complexidades. As paisagens e suas conectividades se inserem em realidades ainda pouco exploradas pela ciência, especialmente as ciências baseadas em metodologias sistêmicas que incluam, além de tantos outros componentes, o elemento humano como potencial modificar e possível restaurador dos processos naturais.

Esta pesquisa foi uma tentativa de combinar, em um processo dialético, as distintas realidades construídas, histórica e culturalmente, e a rede de relações no qual se produzem emergências no contexto da paisagem.

Estudando a paisagem do Planalto Norte Catarinense sob esta nova concepção de realidades complexas foi possível detectar, mesmo de forma ainda inicial, os vários componentes formadores do mosaico atual e suas inter-relações, o que permitiu a percepção de evidências não previsíveis no espaço e no tempo.

Os cenários da relação homem-natureza construídos mostraram que a paisagem estudada modificou-se e *eco-evoluiu* com os ciclos econômicos baseados na produtividade da Floresta de Araucária em um primeiro momento, e numa época mais recente, numa produtividade silvicultural.

Embora em processos distintos, a realidade atual mostra uma paisagem resultante da sua própria reorganização, em função de uma aptidão intrínseca para a produção e conservação, pressupondo-se que, na condição de sustentabilidade, o cultivo de pínus ainda tem sido a melhor perspectiva para a região e para o setor florestal.

Concebendo a paisagem sob o ponto de vista das suas diferentes fontes e formas de heterogeneidade, foi possível perceber que é resultado de um duplo aspecto, natural e transformado, que interagiu ao longo do tempo para formar atualmente uma nova heterogeneidade.

É evidente que além das características históricas, físicas e espaciais do ambiente (hidrografia, altitude e declividade), a atividade desenvolvida que determinou a dinâmica da matriz da paisagem (produção de madeira) foi a grande geradora do mosaico heterogêneo da paisagem atual.

Interpretar esta paisagem sob o ponto de vista de sua espacialidade e arranjo estrutural permitiu perceber que os seus diferentes elementos atuam e interagem de forma duplamente funcional, conservativa e produtiva, o que pressupôs a adoção de uma nova visão e concepção que privilegiasse também características irregulares, heterogêneas e eventuais das manchas remanescentes de vegetação nativa e do conjunto de talhões de pínus.

Evidências deste arranjo permitiram caracterizar as potenciais regiões de conectividade entre os remanescentes e as diversas permeabilidades da matriz de pínus, que tende a atuar com funções facilitadoras aos fluxos ecológicos dentro das fazendas e para a região do Planalto Norte com um todo.

Olhar as unidades conservativas e produtivas desta paisagem sob uma visão de polirrede permitiu perceber que existem fenômenos eventuais e emergentes que são geradores de diferentes conectividades, e que estas estão condicionadas a existência de fluxos ecológicos dissipadores e concentradores de energia e biodiversidade.

A opção de construir um conjunto de metodologias para estudar a conectividade desta paisagem possibilitou, de forma ainda simplista, identificar as possíveis interações dentro e entre as unidades que compõe as fazendas produtoras de madeira, inserindo-as em um contexto de grandes regiões nucleadoras de fluxos para a região do Planalto Norte Catarinense.

O diagnóstico que se produziu pelo conjunto de metodologias baseadas em uma visão sistêmica e com foco no setor florestal, evidenciou a importância de estudos de paisagem direcionados na busca de formas de manejo silvicultural que primem por melhores níveis de conectividade, tanto localmente, nas fazendas, quanto regionalmente, no contexto do Planalto Norte Catarinense.

Apesar da tentativa de “tecer em conjunto” os diferentes componentes desta paisagem, entende-se que há necessidade da continuidade de pesquisas que possam avançar na percepção de novas emergências, trabalhando com novas concepções que privilegiam os processos retro-alimentadores da pesquisa científica e acadêmica relacionada à temática dialética da produção e conservação ambiental.

.A formação de pesquisadores capazes de problematizar as questões complexas que se apresentam no nosso tempo e com papel de articuladores dos diferentes saberes talvez seja o grande desafio para a ciência e para a construção de ações políticas que possam ser efetuadas na prática e compatíveis com a realidade de cada paisagem e seus componentes sociais e ambientais.

Ao final de tudo, ainda permanece uma questão (além de tantas outras): *o que sabemos efetivamente sobre a natureza, as paisagens e suas conectividades?*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Banco de dados – Mapeamento Sistemático Brasileiro 2005**. Disponível em <<ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/topograficos/topo50/vetor>> Acesso em 18 de fev. de 2008.

Reis, A.; Bechara, F. C.; Tres, D. R. 2010. Nucleation in tropical ecological restoration. **Sci. Agri.** (Piracicaba, Braz.) 67 (2): 244-250.

Yarranton, G. A. & Morrison, R. G. 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology** 62 (2): 417-428.