

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DE ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL E  
SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SÃO  
PAULO, BRASIL.**

**Angela Terumi Fushita**

**SÃO CARLOS – SP**

**2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**

**ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DE ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL E  
SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SÃO  
PAULO, BRASIL.**

**Angela Terumi Fushita**

**Dissertação apresentada ao  
programa de Pós-Graduação em  
Ecologia e Recursos Naturais do  
Centro de Ciências Biológicas e da  
Saúde da Universidade Federal de  
São Carlos, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Mestre em Ecologia e Recursos  
Naturais, Área de Concentração em  
Ecologia e Recursos Naturais.**

**SÃO CARLOS – SP**

**2006**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F993af

Fushita, Angela Terumi.

Análise da fragmentação de áreas de vegetação natural e semi-natural do município de Santa Cruz da Conceição, São Paulo, Brasil / Angela Terumi Fushita. -- São Carlos : UFSCar, 2006.

84 p.

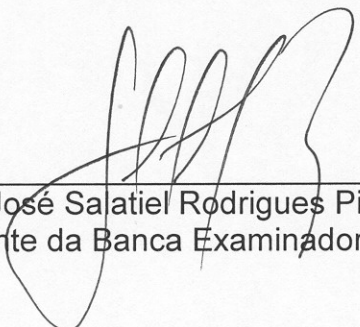
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Relações específicas aos tipos de ambientes. 2. Fragmentos florestais. 3. Ecologia da paisagem. 4. Bacias hidrográficas. 5. Planejamento físico ambiental. I. Título.

CDD: 574.52 (20<sup>a</sup>)

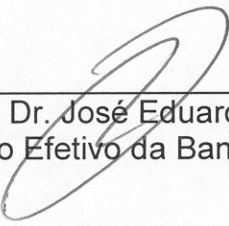
---

Orientador: Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires



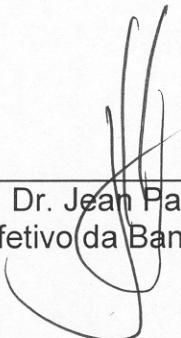
---

Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires  
Presidente da Banca Examinadora



---

Prof. Dr. José Eduardo dos Santos  
Membro Efetivo da Banca Examinadora



---

Prof. Dr. Jean Paul Metzger  
Membro Efetivo da Banca Examinadora

*Não acrediteis em coisa alguma  
Pelo fato de vos mostrarem o testemunho escrito  
De algum sábio antigo;  
Não acrediteis em coisa alguma  
Com base na autoridade  
De mestres e sacerdotes;  
Aquilo, porém, que se enquadrar na  
Vossa razão,  
E depois de minucioso estudo  
For confirmado pela vossa experiência,  
Conduzindo ao vosso próprio bem  
E ao de todas as outras coisas vivas;  
A isso aceitai como verdade;  
E daí, pautai vossa conduta!*

Buda

*A meus pais, Terassu e Cazuco, e a  
minha irmã Kátia, pelo amor  
incondicional, dedicação e  
sacrifício e, principalmente, por  
acreditarem em meus sonhos.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelas oportunidades em minha vida e pelas pessoas que convivi.

Meus sinceros sentimentos de gratidão, carinho, respeito e admiração ao meu orientador, Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, pela confiança, amizade, aprendizado e convivência, por acreditar em mim e por tornar possível um sonho.

Ao Prof. Dr. José Eduardo dos Santos pelo convívio, pela sabedoria e respeito.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições que fazem deste trabalho melhor.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais pela oportunidade, formação e apoio. Ao CNPq pelo apoio financeiro.

A Prefeitura de Santa Cruz da Conceição pela permissão do trabalho e todo o apoio despedido neste trabalho, em especial à Casa da Agricultura.

Aos amigos do LAPA (Juliana, Andréia, Rogério, Rodolfo, Rodrigo, Rafael, Manoela, Luciana, Airton, Edson, Carlos, Renata, Poliana, Karina, Armando, Nely, Cássio, Fernanda) pela convívio e amizade. E duas pessoas especiais do LAPA que são muito importante para a realização deste trabalho: o grande amigo Luiz Eduardo Moschini (Duzinho), que sempre esteve presente, ajudando a resolver os problemas e discutindo sobre diversos assuntos e a Profª. Dra. Adriana Maria Zalla Catojo Rodrigues Pires por tudo que o me ensinou desde o primeiro contato com os *softwares*, pelo incentivo e amizade.

Ao Ronaldo Tavares de Araújo, colega de trabalho, por toda a ajuda e principalmente por possibilitar a concretização deste trabalho.

Aos funcionários do PPGERN (Roseli, Graça, João e Renata) pela dedicação e auxílio imediato a todas as fases deste trabalho e aos funcionários do Departamento de Hidrobiologia pelo convívio, em especial Osmar de Almeida e Antônio Benedito Basseti (Ditão) pela amizade e ajuda em laboratório e em campo.

Ao corpo docente do PPGERN que contribuíram muito na minha formação profissional e pessoal.

Ao Prof. Jean Paul Metzger e ao Milton Cezar Ribeiro do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, que auxiliaram nos primeiros passos do Fragstats.



A minha família que sempre me apoiou em meus mais inusitados sonhos e permitiram que eles se realizassem, agradeço tudo o que me proporcionaram viver, sentimentos que não podem ser expressos por palavras.

Aos meus amigos de ontem, hoje e sempre: Val, Fabíola, Lílian, Juliana, Prancha, Rose, Leandro, Karina, Rodrigo, Carlos, Rodolfo, Adriana, Carla, Charles, Aninha, Sabrina, Ogata, Tatiana, Imyra e outros não citei, mas estão em meu coração.

A todos que passaram em minha vida e foram muito importantes no meu crescimento profissional e pessoal.

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – CRITÉRIO DO GRAU VULNERABILIDADE ECOLÓGICA RELATIVA. ....	19
<b>TABELA 2</b> – NÚMERO DE NASCENTES E SUA CONCENTRAÇÃO POR ÁREA (HA), EXTENSÃO DA REDE HIDROGRÁFICA E SUA CONCENTRAÇÃO POR ÁREA (HA) PARA CADA UNIDADE DE GERENCIAMENTO. ....	21
<b>TABELA 3</b> – CLASSES DE DECLIVIDADE, AS RESPECTIVAS ÁREA (HA) E PORCENTAGEM RELATIVA (%) E AS CARACTERÍSTICAS DE CADA CLASSE CLINOGRÁFICA (EMBRAPA, 1995 <i>APUD</i> TONIAL, 2003) PARA O MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO. ....	23
<b>TABELA 4</b> – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREA PARA AS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA PARA O MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITE (ESCALA 1:50.000) E FOTOGRAFIAS AÉREAS (ESCALA 1:10.000), AMBAS DE 2002. ....	26
<b>TABELA 5</b> – DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA. ....	29
<b>TABELA 6</b> – QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DE ÁREA E SUA RESPECTIVA PORCENTAGEM RELATIVA PARA O MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, BRASIL, PARA 1962, 1972 E 2002. ....	35
<b>TABELA 7</b> – MUDANÇA EM ÁREA (HA) DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, ENTRE OS ANOS DE 1962 E 2002. ....	37
<b>TABELA 8</b> – MUDANÇA EM ÁREA (HA) DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, ENTRE OS ANOS DE 1962 E 1972. ....	38
<b>TABELA 9</b> – MUDANÇA EM ÁREA (HA) DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, ENTRE OS ANOS DE 1972 E 2002. ....	39
<b>TABELA 10</b> – ÁREA (HA) E PORCENTAGEM DOS FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO EM RELAÇÃO ÀS CLASSES DE DECLIVIDADE DEFINIDAS POR EMBRAPA (1995 <i>APUD</i> TONIAL, 2003)...	42
<b>TABELA 11</b> – MÉTRICAS DE ÁREA/DENSIDADE/BORDA DENSIDADE DE MANCHAS (PD), ÍNDICE DA MAIOR MANCHA (LPI), BORDA TOTAL (TE), DENSIDADE DE BORDA (ED), ÁREA MÉDIA DAS MANCHAS (ÁREA_MN) E DESVIO PADRÃO DA ÁREA DAS MANCHAS (ÁREA_SD), GERADAS PELO FRAGSTATS 3.3 PARA O MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1972 E 2002. ....	43
<b>TABELA 12</b> – FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL COM COBERTURA ARBÓREA ARBUSTIVA (NÚMERO ABSOLUTO E RELATIVO, EM %, E ÁREA ABSOLUTA, EM HECTARES, E RELATIVA, EM %) NO MUNICÍPIO DE SANTA	

CRUZ DA CONCEIÇÃO, PARA OS ANOS DE 1962, 1972 E 2002, AGRUPADOS EM CLASSES, CONFORME O TAMANHO (EM HECTARES) .....	45
<b>TABELA 13</b> – MÉTRICAS DE FORMA EM NÍVEL CLASSES: ÍNDICE DE DIMENSÃO FRACTAL MÉDIO (FRAC_MN), CÍRCULO CIRCUNSCRITO RELACIONADO MÉDIO (CIRCLE_MN) E ÍNDICE DE CONTIGÜIDADE MÉDIO (CONTIG_MN), GERADAS PELO FRAGSTATS 3.3 PARA O MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1972 E 2002.....	48
<b>TABELA 14</b> – MÉTRICAS DE FORMA EM NÍVEL CLASSES ÁREA DE INTERIOR MÉDIA (CORE_MN) E ÍNDICE DE ÁREA DE INTERIOR MÉDIO (CAI_MN), GERADAS PELO FRAGSTATS 3.3 PARA O MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1972 E 2002.....	52
<b>TABELA 15</b> – ANÁLISE DE CONECTIVIDADE DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, BRASIL, EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA <i>D</i> , PARA OS ANOS DE 1962 E 2002.....	56
<b>TABELA 16</b> – FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA) E FREQUÊNCIA RELATIVA (FR) DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DO ÍNDICE DE PROXIMIDADE (PROX), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002	59
<b>TABELA 17</b> – FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA) E FREQUÊNCIA RELATIVA (FR) DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DO ÍNDICE DE SIMILARIDADE (SIMI), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002.	60
<b>TABELA 18</b> – VALORES DE DENSIDADE DE BORDA (ED) E CONTRASTE PONDERADO PELA DENSIDADE DE BORDA (CWED), PARA OS FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, EM 1962, 1972 E 2002.....	62
<b>TABELA 19</b> – CLASSIFICAÇÃO DOS FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO QUANTO AO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE ECOLÓGICA RELATIVA, EM 1962, 1972 E 2002. ....	63

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b> – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, BRASIL. .....	10
<b>FIGURA 2</b> – DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE TRABALHO. ....	11
<b>FIGURA 3</b> – ESQUEMA REPRESENTANDO AS QUADRÍCULAS UTILIZADAS NESTE TRABALHO. ....	12
<b>FIGURA 4</b> – ESQUEMA DEMONSTRANDO O MÉTODO DE DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE PARADA E DE COLETA DE INFORMAÇÕES PARA VERIFICAÇÃO EM CAMPO. ....	14
<b>FIGURA 5</b> – EXEMPLO DE UM FRAGMENTO COM DISTÂNCIA D, INTERSECTANDO OS FRAGMENTOS 2 E 3, PERTENCENTES AO MESMO ARQUIPÉLAGO E SEM SOBREPOSIÇÃO COM OS FRAGMENTOS 4 E 5 (ILHAS ISOLADAS DE HABITATS).....	18
<b>FIGURA 6</b> – UNIDADES DE GERENCIAMENTO (UG) DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ CONCEIÇÃO. ....	20
<b>FIGURA 7</b> – HIDROGRAFIA DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO.....	22
<b>FIGURA 8</b> – REDE VIÁRIA DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO.....	22
<b>FIGURA 9</b> – MAPA DE HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO....	23
<b>FIGURA 10</b> – CLINOGRAFIA NO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO. ....	24
<b>FIGURA 11</b> – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PARA O MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO. ....	25
<b>FIGURA 12</b> – MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA PARA O ANO DE 2002, A PARTIR DE: <b>A)</b> IMAGENS DE SATÉLITE E <b>B)</b> FOTOGRAFIAS AÉREAS. ....	27
<b>FIGURA 13</b> – MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, BRASIL REFERENTE AO ANO DE 1962.....	32
<b>FIGURA 14</b> - MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, BRASIL REFERENTE AO ANO DE 1972.....	33
<b>FIGURA 15</b> – MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, BRASIL REFERENTE AO ANO DE 2002.....	34
<b>FIGURA 16</b> – FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO EM 1962, CLASSIFICADOS QUANTO ÀS CLASSES DE DECLIVIDADE, PROPOSTOS POR EMBRAPA (1995, <i>APUD</i> TONIAL, 2003).....	40
<b>FIGURA 17</b> – FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO EM 1972, CLASSIFICADOS QUANTO ÀS CLASSES DE DECLIVIDADE, PROPOSTOS POR EMBRAPA (1995, <i>APUD</i> TONIAL, 2003).....	41

<b>FIGURA 18</b> – FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO EM 2002, CLASSIFICADOS QUANTO ÀS CLASSES DE DECLIVIDADE, PROPOSTOS POR EMBRAPA (1995, <i>APUD</i> TONIAL, 2003).....	41
<b>FIGURA 19</b> – FISIONOMIAS VEGETACIONAIS DA CLASSE ÁREAS NATURAIS DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, PARA A) 1962, B) 1972 E C) 2002.....	44
<b>FIGURA 20</b> – FREQUÊNCIA RELATIVA DE FRAGMENTOS EM FUNÇÃO DOS VALORES DE INB, AGRUPADOS EM 12 CLASSES, PARA OS ANOS DE 1962, 1972 E 2002.....	47
<b>FIGURA 21</b> - FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DO ÍNDICE DE DIMENSÃO FRACTAL (FRAC), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002.....	49
<b>FIGURA 22</b> – FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DO CÍRCULO CIRCUNSCRITO RELACIONADO (CIRCLE), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002. ....	49
<b>FIGURA 23</b> – FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DO ÍNDICE DE CONTIGUIDADE (CONTIG), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002.....	50
<b>FIGURA 24</b> – FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DE ÁREA CORE (CORE), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002. ....	53
<b>FIGURA 25</b> – FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DO NÚMERO DE ÁREA CORE (NCORE), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002.....	53
<b>FIGURA 26</b> – FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DO ÍNDICE DE ÁREA CORE (CAI), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002. ....	54
<b>FIGURA 27</b> – FREQUÊNCIA RELATIVA DOS FRAGMENTOS DISTRIBUÍDOS NAS CLASSES DE VALORES DO ÍNDICE DE CONTRASTE DE BORDA (ECON), PARA FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO PARA 1962, 1972 E 2002.....	62

- FIGURA 28** – FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, BRASIL, CLASSIFICADOS QUANTO AO GRAU DE VULNERABILIDADE ECOLÓGICA RELATIVA PARA 1972. OS NÚMEROS (1 A 4) REFEREM-SE AOS FRAGMENTOS *FONTES*. ..... 66
- FIGURA 29** – FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SP, BRASIL, CLASSIFICADOS QUANTO AO GRAU DE VULNERABILIDADE ECOLÓGICA RELATIVA, PARA 2002. OS NÚMEROS (1 A 8) REFEREM-SE AOS FRAGMENTOS *FONTES*. ..... 67
- FIGURA 30** – MAPA DAS AÇÕES PROPOSTAS PARA A MELHORIA DA INTEGRIDADE DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO, SÃO PAULO, BRASIL.. 69

## SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
3.1.	ÁREA DE ESTUDO. ....	9
3.2.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	9
3.2.1.	<i>Caracterização da área de estudo.</i> .....	9
3.2.1.1.	Levantamento de dados. ....	9
3.2.1.2.	Verdade terrestre e acurácia dos mapas que representam o uso e ocupação da terra de 2002. ....	13
3.2.1.3.	Mapeamento de uso e ocupação da terra – décadas de 60 e 70. ....	14
3.2.2.	<i>Análise da dinâmica da paisagem</i> .....	15
3.2.2.1	Declividade em fragmentos de vegetação natural e semi-natural.....	15
3.2.2.2	Métricas da Paisagem geradas no Fragstats.....	15
3.2.2.5	Área de interior .....	17
3.2.2.6	Isolamento/Proximidade/Conectividade.....	17
3.2.2.7	Contraste .....	18
3.2.2.8	Índice de vulnerabilidade ecológica relativa. ....	18
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO. ....	20
4.1.1.	<i>Verdade terrestre e acurácia dos mapas de uso e cobertura da terra para o ano de 2002.</i> .....	24
4.1.3.	<i>Uso e ocupação da terra.</i> .....	28
4.2.	ANÁLISE DE FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SEMI-NATURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO. ....	40
4.2.1.	<i>Clinografia</i> .....	40

4.2.2. <i>Área, densidade e borda</i> .....	42
4.2.3. <i>Forma</i> .....	47
4.2.4. <i>Área de interior</i> .....	51
4.2.5 <i>Conectividade/isolamento</i> .....	54
4.2.6 <i>Contraste</i> .....	61
4.2.7 <i>Grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa</i> .....	63
4.3. ELABORAÇÃO DE MEDIDAS PARA MELHORIA DA INTEGRIDADE DA PAISAGEM.....	68
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>70</b>
<b>5 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>75</b>
<b>APENDICES</b> .....	<b>84</b>



## RESUMO

A fragmentação de habitats tem três principais componentes: perda de área original, redução em tamanho e aumento do isolamento de fragmentos e estudos sobre esse processo foram auxiliados pelo desenvolvimento da teoria de equilíbrio de biogeografia de ilhas, dinâmica de metapopulação e de fonte-sumidouro. Este trabalho analisou a dinâmica da paisagem no Município de Santa Cruz da Conceição, Estado de São Paulo, Brasil para fornecer subsídios para a elaboração de políticas públicas em nível municipal. Classificou-se a ocupação da terra em 1962, 1972 e 2002 no Município de Santa Cruz da Conceição baseando em fotografias aéreas, uma vez que esse material apresentou maior acurácia do que as imagens de satélite, para 2002. Utilizaram-se diversos programas de computador que permitiram desde o tratamento das imagens de satélite e fotografias aéreas até a geração de diversas métricas ou índices da paisagem. Elaboraram-se as cartas temáticas de malha viária, hipsometria, declividade, hidrografia e áreas de preservação permanente conceitual. Discriminaram-se as áreas de vegetação natural e semi-natural e, com o programa Fragstats 3.3, geraram-se índices de Área/densidade/borda, Forma, Área de interior ou Área core, Isolamento/Proximidade e Contraste de borda para cada fragmento e para as classes de fragmentos. Com o programa MapInfo 7.5, analisaram-se o grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER), a conectividade e a forma. Os resultados indicaram que a redução de áreas com vegetação natural foi mais acentuada antes de 1962. Entre 1962 e 1972 ocorreu a perda de áreas de cerrado, campo e alagadas e entre 1972 e 2002, a recuperação de matas ripárias e perda de alagadas. A matriz em 1962 e 1972 era de pasto e em 2002, de canaviais e pastagens. Apesar da paisagem do Município em 1962 possuir mais fragmentos, estes eram menores e possuíam mais borda que os demais anos. Em 1962 e 1972 as manchas tinham formas próximas à euclidiana e estavam menos isoladas. O número de fragmentos com baixa VER, ou seja, fragmentos *fonte* foi maior em 2002. No futuro, a conservação dos fragmentos, o aumento em área de fragmentos de VER média e a recuperação de vegetação em áreas de preservação permanente e em locais chave para a dispersão de organismos podem facilitar a troca de indivíduos entre reservas, melhorando a integridade da paisagem.

## ABSTRACT

Habitat fragmentation has three major components, namely loss of the original area and reduction in size and increasing of patches. This process was helped with the development of biogeography theory, metapopulation dynamic and sink and source model. This study analyzed the landscape dynamic of the municipality of Santa Cruz, São Palo State, Brazil to base the public politics elaboration. The land occupation was classified in 1962, 1972 and 2002 based in aerial photographic because this material is more accurate than satellite images. Several softwares were used and they had allowed to make the treatment of satellite image and aerial photographic treatment until the analysis of some landscape metrics. We made thematic maps of the municipality. The natural and semi-natural areas were separated and were analyzed the Area/density/edge, Shape, Core Area, Isolation/Proximity and Edge Contrast to each class of fragments in software Fragstats 3.3. The Relative Ecological Vulnerability (REV), Connectivity and Shape were analyzed in MapInfo 7.5. The results indicated that the deforestation was faster before 1962. The lost of cerrado, fields and flooded areas happened between 1962 and 1972 and the recovering of riparian zone happened between 1972 and 2002. The matrix was pasture in 1962 and 1972 and was pasture and sugar cane fields in 2002. In the 1962 there were more fragments but they were smaller and had more edge than in the other examined years. The patches had simple shape and were less isolated in 1962 and 1972. The number of source fragments was greater in 2002. In future, aiming the conservation of remaining natural areas, should be fostered the increase of fragments area and the vegetation recovering in permanent preservation area, as well as key sites for organisms dispersion that may improve the exchange of individuals among reserves. These actions should improve landscape integrity.

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental causada pela pressão antrópica tem se tornado um grande problema do mundo inteiro. Uma das formas dessa degradação consiste no processo de fragmentação de habitats que vem sendo considerado uma das maiores causas da atual perda da diversidade biológica no planeta.

A fragmentação de habitats é a substituição de áreas grandes de floresta nativa por outro ecossistema levando a manchas isoladas. Resulta em decréscimo no tamanho da população e até mesmo na extinção de algumas espécies (MURCIA, 1995) e tem sido uma preocupação central na biologia da conservação devido ao grande efeito nas populações e comunidades (FEER e HINGRAT, 2005).

Esse processo não é igual para todas as espécies (STEFFAN-DEWENTER, 2003), pois limita o potencial para dispersão e colonização (PRIMACK, 1998; MALANSON e CRAMER, 1999) ou para aumentar a taxa de invasão de espécies exóticas, frequentemente por meio da criação de habitats em distúrbio, nos quais espécies exóticas viajam rapidamente (MEFFE e CARROLL, 1991).

A expansão e a contração de populações entre os elementos da paisagem são controladas pela sua heterogeneidade (FORMAN e GODRON, 1986), que pode ser definida como a complexidade e a variabilidade de um sistema no tempo e no espaço (GUSTAFSON, 1998). Em uma paisagem antrópica, os fragmentos encontram-se imersos numa matriz impactante, sendo que a forma, o tamanho do fragmento, a extensão da zona de efeito de borda, o tipo de matriz e a distância entre os fragmentos (ou grau de isolamento) são extremamente importantes para a persistência das populações (CHIARELLO 1999; LIMA 1999; GOODWIN e FAHRIG, 2002; CERQUEIRA *et al.*, 2003).

O fator isolamento do fragmento é ainda mais realçado quando uma paisagem está predominantemente ocupada por sistema antrópico, em que a matriz apresenta-se como um ambiente inóspito para o deslocamento de espécies, (LIMA, 1997), reduzindo os movimentos dos animais entre os fragmentos ou a migração de espécies (CHIARELLO 1999). A conectividade da paisagem, que é o grau no qual a paisagem facilita ou impede movimento entre as manchas (TAYLOR *et al.*, 1993), é uma propriedade crucial para a sobrevivência de uma metapopulação em uma paisagem fragmentada (METZGER e DÉCAMPS, 1997).

Em relação à borda, podem ocorrer mudanças mais ou menos drásticas conforme a natureza das interações entre os dois ambientes (SCARIOT *et al.*, 2003) que afetam a dinâmica de populações nesses elementos da paisagem. A matriz, que é o mais extensivo e mais conectado elemento da paisagem (FORMAN e GODRON, 1986), pode consistir parcialmente de outros tipos de habitat adequados (STEFFAN-DEWENTER, 2003) à determinadas espécies e inadequados à outras.

As conseqüências do processo de fragmentação têm sido intensamente estudadas, como forma de tentar prever o tamanho e a forma mais adequados de reservas florestais (PÉRICO *et al.*, 2005). Diversos autores, como GILPIN e HANSKI (1991), GUSTAFSON e GARDNER (1996) e BROTONS *et al.* (2003) comentam que a discussão dos mecanismos que explicam a distribuição de animais em manchas de habitat e o estudo das propriedades de persistência das populações no tempo e no espaço podem ser caracterizados como uma função das taxas de colonização e extinção, e foram auxiliados pelo desenvolvimento da teoria do equilíbrio da biogeografia de ilhas (MACARTHUR e WILSON 1967) e de modelo de metapopulação (LEVINS, 1970) e de *fonte-sumidouro* (PULLIAM, 1988).

A teoria do equilíbrio da biogeografia de ilhas enfoca essencialmente na presença/ausência de espécies em relação à área e à distância entre ilhas e diz que o tamanho de um fragmento (ilha) apresenta uma forte relação espécie-área, sendo muito usada para estimar o número e a fração de espécies que iriam se tornar extintas se habitats fossem destruídos. Considera, ainda, que as espécies são continuamente extintas nas ilhas (ou fragmentos), porém em ilhas mais próximas do continente (ou de um habitat natural contínuo principal) experimentam maior taxa de imigração que em ilhas mais distantes, porque a distância de dispersão é menor.

Ilhas maiores contêm populações maiores e conseqüentemente sofrem menores taxas de extinção. Dessa forma, o tamanho pode afetar as taxas de imigração, bem como ilhas maiores possuem maiores chances de interceptar indivíduos dispersados. Assim, a teoria prediz que ilhas maiores e mais próximas conterão mais espécies (MEFFE e CARROLL, 1991).

Por sua vez, a dinâmica de metapopulação assume que uma população é constituída de várias subpopulações ligadas por imigração e emigração (MEFFE e CARROLL, 1991) e essas subpopulações vivem em manchas de habitat relativamente isoladas umas das outras (ANDRÉN, 1994). Ela tem muito em comum com a teoria de

biogeografia de ilhas, pois trabalham com o mesmo processo ecológico de população, como a extinção e colonização de ilhas/manchas de habitat (ANDRÉN, 1994).

Alguns estudos mostram que, além da área e da distância, a qualidade do habitat, a presença de bordas e a configuração geral da paisagem também interferem na dinâmica da metapopulação e que grandes manchas de habitat servem de fonte permanente de emigrantes que podem recolonizar manchas menores (CERQUEIRA *et al.*, 2003, PÉRICO *et al.*, 2005). A metapopulação pode ocorrer em uma paisagem fragmentada, não porque a estrutura da paisagem é adequada para a persistência em longo prazo, mas em virtude da extinção ser lenta (HANSKI *et al.*, 1996).

Deve-se ressaltar que, conforme afirmam MEFFE e CARROLL (1991), a taxa de extinção local depende das condições dentro de uma mancha e da natureza estocástica da dinâmica de populações pequenas, da taxa de colonização de manchas vazias, da habilidade de dispersão de espécies e da localização de manchas apropriadas na paisagem e que a perda de habitat em uma região pode aumentar a chance de extinção para a metapopulação como um todo.

URBAN e KEITT (2001) exploraram as potencialidades da utilização de uma abordagem da teoria de grafo para o estudo de metapopulações em paisagens fragmentadas. A utilização do grafo como um modelo para a representação da paisagem satisfaz três critérios mínimos e o tornam especialmente útil para o estudo da conectividade da paisagem, pois enfatiza a configuração espacial das unidades da paisagem, enfatiza as interações e fluxos entre as mesmas e permite relacionar a configuração espacial das unidades da paisagem e os fluxos ou interações entre elas, em paisagens e escalas diferentes (PAESE, 2002).

O conceito de que a dinâmica de população pode depender da qualidade relativa de habitats (bons e ruins) é chamada de dinâmica *fonte-sumidouro* (PULLIAM, 1988). Esse modelo considera o movimento dos indivíduos entre os fragmentos para a manutenção de populações (TAYLOR *et al.*, 1993), onde a taxa de nascimentos excede a taxa de morte em um ou mais habitats *fontes*, mas a taxa de morte excede a taxa de nascimento em um ou mais habitats chamados de *sumidouro* (RITCHIE, 1997).

As populações localizadas em áreas consideradas como *sumidouro* ocupam manchas de habitat de baixa qualidade que não as suportam por longo tempo e as populações em áreas consideradas como *fonte*, em um habitat de alta qualidade,

resistem por mais tempo e contribuem para a recolonização de outras manchas, por meio da dispersão de indivíduos (CAGHLEY e GUNN, 1996).

Os fragmentos *fonte* são definidos como áreas onde o sucesso reprodutivo é maior que a mortalidade local e os *sumidouro* são áreas onde a produtividade local é menor que a mortalidade local e sem imigração de outras áreas, as populações inevitavelmente se extinguem (MEFFE e CARROLL, 1991).

É necessário ter muita cautela na aplicação desses modelos, pois a direção dos processos populacionais é oposta, sendo que nos fragmentos, o isolamento depende, além da distância entre eles, do tipo de vizinhança e da porosidade dessa vizinhança (FORMAN e GODRON 1986). Quanto mais porosa (permeável às espécies) for uma vizinhança, menor será o isolamento dessas em fragmentos terrestres. É importante considerar, também que uma paisagem é um mosaico de manchas de habitat no qual organismos se movem, ajustam, reproduzem e morrem. A intensidade e a significância dos efeitos da fragmentação depende de cada organismo, por exemplo, uma mancha pode ser relativamente uniforme para uma ave ou mamífero, mas pode ser um mosaico de manchas de qualidade diferente para nemátodos (MEFFE e CARROLL, 1991).

Estudos em paisagens fragmentadas exigem domínio de alguns métodos de trabalho totalmente divergentes em sua origem, como o levantamento da vegetação, geoprocessamento, levantamentos históricos e outros (RODRIGUES *et al.*, 2003) e a Ecologia da Paisagem permite entender o desenvolvimento de paisagens desde sua estrutura e funcionamento até as mudanças nelas (PIRNAT, 2000).

O termo "Ecologia da Paisagem" foi citado pela primeira vez pelo geógrafo alemão Troll (1950,1968) e enfoca três características da paisagem: i) estrutura (as relações espaciais entre os ecossistemas distintos ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipos e configuração de ecossistemas); ii) função (interações entre os elementos espaciais, isto é, os fluxos de energia, materiais e entre os ecossistemas componentes) e iii) mudanças (alteração na estrutura e função de mosaicos ecológicos no tempo) (FORMAN e GODRON, 1986).

A Ecologia da Paisagem incorpora disciplinas como geografia, planejamento da terra e arquitetura, recuperação e manejo florestal (FREEMAN e RAY, 2001). Um dos temas importantes para ela é a mudança no padrão da paisagem e os fatores que induzem essas mudanças (LUIJTEN, 2003). Além do mais, uma série de fatores pode influenciar a estrutura e a dinâmica de um fragmento como, por exemplo, o histórico de

perturbação da área, a forma de perturbação, a forma da área, o tipo de vizinhança, o grau de isolamento, o efeito borda (SILVA 2001).

A manutenção da integridade ecológica dos ecossistemas e das funções ambientais implica na manutenção de áreas naturais em condições satisfatórias de tamanho e de qualidade ambiental (PIRES A. *et al.*, 2004) e pode ser estimada e monitorada por meio de indicadores, entre eles a análise de fragmentação de habitats (FORMAN e GODRON, 1986).

Recentemente diversas métricas foram desenvolvidas para quantificar a heterogeneidade espacial baseada tanto na composição quanto na configuração da paisagem (MCGARIGAL e MARKS, 1995; VERBOOM *et al.*, 2001, MCGARIGAL *et al.*, 2002). As métricas ou índices da paisagem são amplamente utilizados em estudos ecológicos e geográficos e provêm informações sobre características estruturais de paisagens complexas (WU, 2004). Podem ser definidas como índices quantitativos que descrevem suas estruturas e seus padrões (HANSKI *et al.*, 1996).

Pesquisadores sugerem diversos índices de estrutura da paisagem, incluindo, por exemplo, a dimensão fractal, o contágio (associação positiva ou negativa entre tipos de manchas) e outras estatísticas espaciais. Das medidas, conforme cita STEFFAN-DEWENTER (2003) para fragmentos de habitat, a relação positiva entre o número de espécies encontrado em um local e sua área é um dos mais robustos e gerais padrões em ecologia. Deve-se ressaltar que, além da análise do tamanho e da integridade de cada fragmento, é essencial a análise em escala da paisagem (SCARIOT *et al.*, 2003), pois um tamanho da paisagem pode ser significativo para um determinado indivíduo, mas insignificante para outro.

Revisões na literatura mostram que estudos em Ecologia da Paisagem estão predominantemente associados com a descrição dos padrões espaciais da paisagem e de aspectos do uso da terra e alguns autores associam à ferramenta utilizada, principalmente aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (PIRES J., 1995; PAESE 2002). A combinação dessa tecnologia com o sensoriamento remoto tornou-se importante para a análise e manipulação de dados para estudos de paisagem e avaliação ecológica (QUATTROCHI e PELLETIER, 1991).

As imagens obtidas de diversos sensores (como os orbitais alojados em satélites artificiais e as fotografias aéreas) e os SIGs permitem obter informações sobre os usos e a cobertura da terra. São um instrumento para auxiliar esses processos, por

meio de programação das ações integradas, adequadas para a tomada de decisão, por constituírem ferramentas capazes de articular uma grande quantidade de informações georreferenciadas (ARONOFF, 1994; ESCADA e KURKDJIAN, 1993, PAREDES, 1996).

A tecnologia de sensoriamento remoto seja por fotografias aéreas ou por imagens de satélite, tem contribuído significativamente para melhorar a qualidade das informações, principalmente quanto ao dimensionamento das áreas ocupadas pelas coberturas vegetais, sejam naturais ou estabelecidas pelo homem, e a determinação de sua distribuição geográfica. Essas ferramentas auxiliam na primeira etapa do processo de planejamento físico ambiental e de análise ambiental (PIRES J., 1995; LIMA 1997), permitindo identificar qual uso ótimo de uma paisagem a fim de aumentar seu valor social e o seu conhecimento, apresentando, dessa forma, diversas possibilidades de utilização com base em suas características relacionadas à estruturação de seus componentes (solo, hidrografia, relevo).

A falta de conhecimento sobre a importância dos ecossistemas naturais faz também com que tanto as grandes como as pequenas áreas naturais, isoladas em meio de sistemas antrópicos, e mesmo áreas semi-naturais sejam desprezadas e modificadas para providenciar ganhos econômicos de curto e médio prazos. Nesse sentido, muitas das decisões sobre o uso da terra não levam em consideração o papel das áreas naturais ou semi-naturais e seu efeito significativo sobre a capacidade dos sistemas ecológicos (PIRES J, 1995).

A proteção da biodiversidade requer um compromisso de proteção de sistemas inteiros. As grandes áreas devem ser protegidas em uma estratégia *inter situ*, embora apenas algumas sejam mantidas na estratégia *in situ* (caso as Unidades de Conservação), devendo ser considerada uma meta prioritária dos planos de conservação para uma paisagem regional e incluir como importante qualquer tamanho de área natural (PIRES A., 1999, CAVALLINI, 2002).

Os municípios são responsáveis por "orientar a utilização dos recursos naturais de forma sustentada, compatível com a preservação ambiental, especialmente quanto à proteção e conservação do solo e da água", (Artigo 184, item IV da Constituição do Estado de São Paulo) (PIRES *et al.*, 2004). Contudo, na maioria dos municípios brasileiros, o planejamento ambiental é ainda incipiente e, raros são os que possuem o



entendimento da necessidade de se incorporar os parâmetros ambientais no processo de gerenciamento e planejamento do uso dos recursos (PIRES J., 1995).

## **2 OBJETIVOS**

Este trabalho teve por objetivo diagnosticar a condição quantitativa e qualitativa do componente vegetacional da paisagem do Município de Santa Cruz da Conceição, realizando uma análise temporal ao longo de 40 anos, quanto à estrutura da paisagem, com base em conceitos de Ecologia da Paisagem e Biologia da Conservação, visando fornecer subsídios para políticas públicas e estratégias de conservação.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo.

A área de estudo compreende o Município de Santa Cruz da Conceição, Estado de São Paulo, (**FIGURA 1**) e está situado entre as coordenadas UTM (Córrego Alegre – Zona 23 Sul) 234.000m Oeste e 7.544.500m Sul e 252.500m Oeste e 7.558.000m Sul. Sua área corresponde a 149,43 km<sup>2</sup> (IBGE, 2000) e pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. A vegetação florestal caracteriza-se por transição entre o cerrado e a mata semidecídua. O Município possui 3.531 habitantes; destes, 1.934 residem na área urbana (IBGE, 2000).

A principal atividade econômica do Município está ligada ao setor primário. Destacam-se as culturas de cana-de-açúcar e a citricultura, além de pastagens para criação extensiva de gado. O setor secundário está em fase inicial de expansão, existindo pequenas instalações de comércio e serviços essenciais de saúde. No setor terciário, destacam-se as olarias e uma indústria tecnológica de aviões do tipo ultraleve.

#### 3.2. Procedimentos metodológicos.

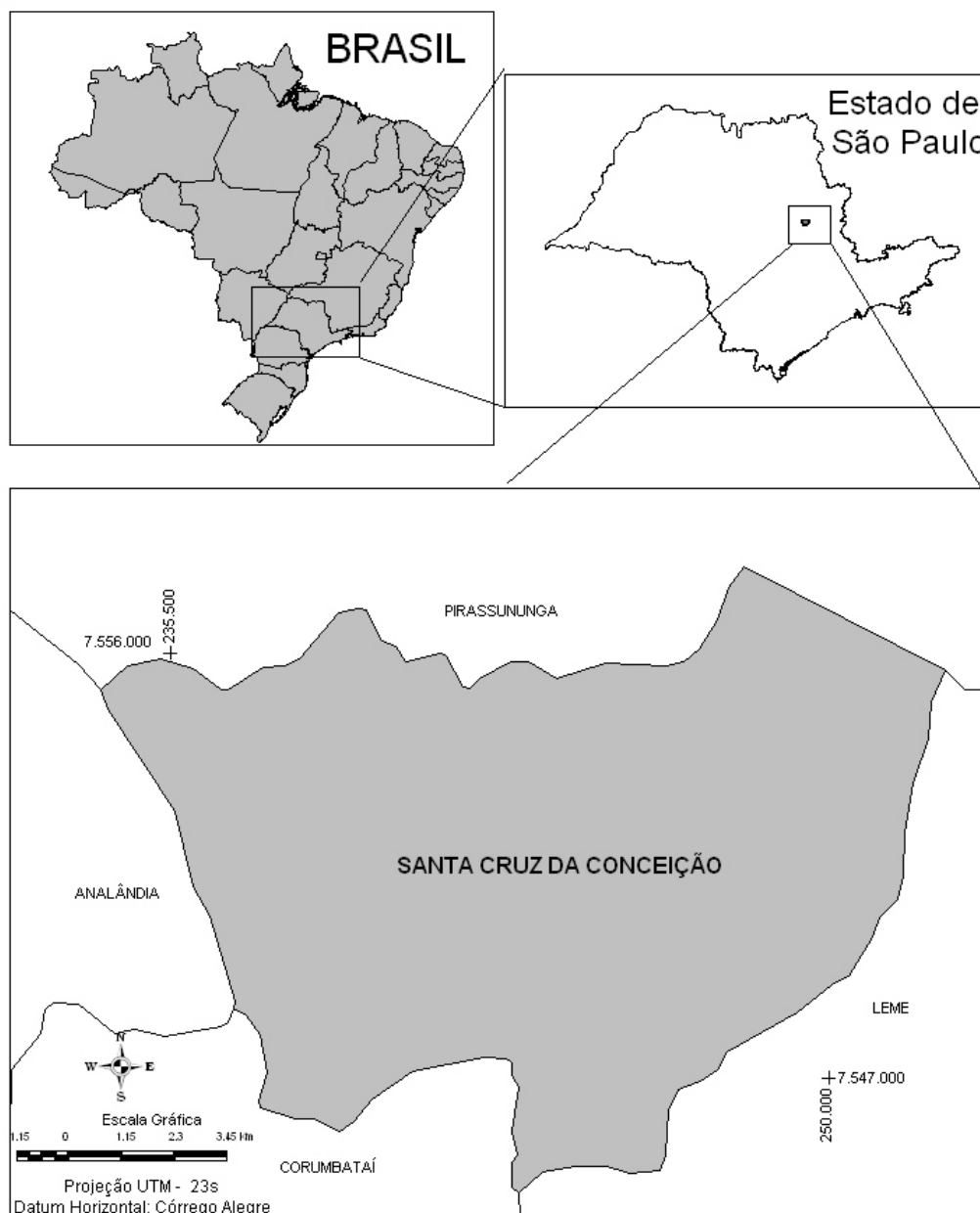
O estudo compreendeu a caracterização (i) dos atributos físicos da paisagem, (ii) dos componentes naturais e semi-naturais da paisagem e (iii) da sua variação ao longo dos últimos 40 anos. Foram utilizados diferentes parâmetros (métricas) para esta análise conforme será descrito a seguir. As técnicas utilizadas estão representadas na **FIGURA 2**.

Foram utilizados os equipamentos disponíveis no Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental – Universidade Federal de São Carlos (LAPA/UFSCar), dentre os quais a rede de computadores e mesa digitalizadora e os *softwares* MAPINFO 7.5, IDRISI 32, SPRING 4.2, ADOBE PHOTOSHOP 7.0, CARTALINX e Fragstats 3.3.

##### 3.2.1. Caracterização da área de estudo.

###### 3.2.1.1. Levantamento de dados.

Para a caracterização física da paisagem foram digitalizadas e analisadas as informações analógicas de hidrografia, hipsometria e malha viária das cartas topográficas 1:10.000 (**FIGURA 3**) do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo.



**FIGURA 1** – Localização do Município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil.

O Município foi dividido em Unidades de Gerenciamento (UGs). As UGs, que correspondem às áreas das Micro-Bacias Hidrográficas, foram delimitadas pelos divisores de água de cada córrego dentro do Município de Santa Cruz da Conceição, traçadas manualmente das cartas topográficas referentes à área de estudo e em seguida digitalizadas em mesa, por meio do *software* Cartalinx.

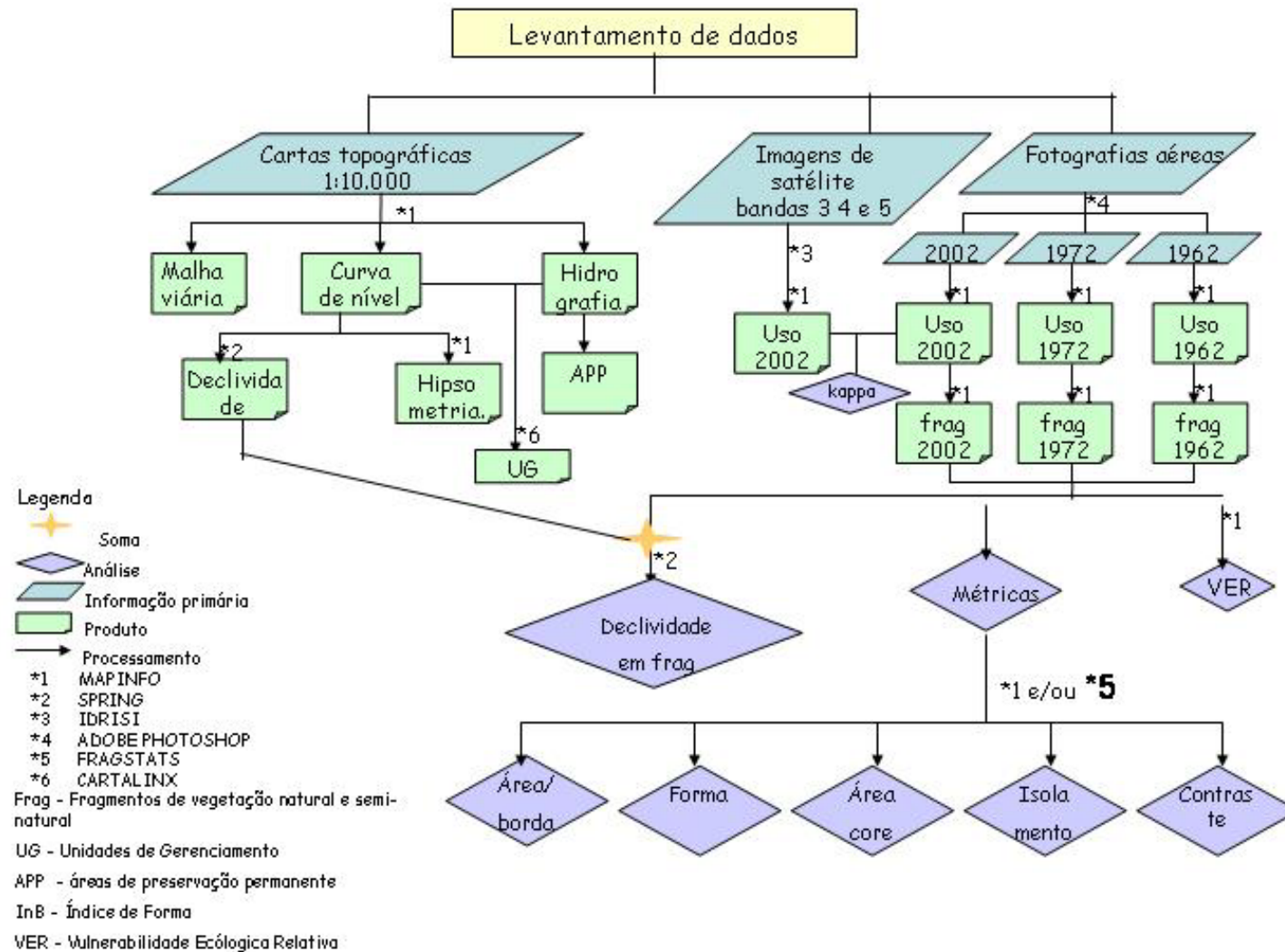


FIGURA 2 – Descrição das etapas de trabalho.

SF-23-Y-A-I-2-NE-C Fazenda Orlanda 56/90	SF-23-Y-A-I-2-NE-D Bairro Barrocoão 56/91	SF-23-Y-A-II-1-NO-C Córrego São Joaquim 56/92	SF-23-Y-A-II-1-NO-D Bairro Paraíso 56/93
SF-23-Y-A-I-2-NE-E Córrego do Capim Fino 57/90	SF-23-Y-A-I-2-NE-F Córrego da Cachoeirinha 57/91	SF-23-Y-A-II-1-NO-E Bairro da Saúde 57/92	SF-23-Y-A-II-1-NO-F Estação Souza Queiroz 57/93
SF-23-Y-A-I-2-SE-A Serra da Atalaia 58/92	SF-23-Y-A-I-2-SE-B Ribeirão do Arouca 58/91	SF-23-Y-A-II-1-SO-A Santa Cruz da Conceição 58/92	SF-23-Y-A-II-1-SO-B Leme I 58/93
SF-23-Y-A-I-2-SE-C Fazenda Santo Urbano 56/90	SF-23-Y-A-I-2-SE-D Fazenda Água Bonita 59/91	SF-23-Y-A-II-1-SO-C Córrego do Jacu ou Macuco 59/92	SF-23-Y-A-II-1-SO-C Leme II 58/93

**FIGURA 3** – Esquema representando as quadrículas utilizadas neste trabalho.

Com as informações de hidrografia da área de estudo, localizando as nascentes dos corpos de água, delimitaram-se as *Áreas de Preservação Permanente* (APP). Esta análise foi baseada no Código Florestal de 1965, alterada pela medida Provisória nº 1956-57 de 14/12/2000, regulamentada pela Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, que define os limites de áreas de preservação permanente (APP) como 30 m de cada margem do rio, 50 m ao redor de reservatórios de água e nascentes. A análise das fotografias aéreas permitiu que as APP conceituais fossem classificadas em duas categorias: condizentes e não condizentes com a legislação. As áreas condizentes referem-se àquelas que estão cobertas com vegetação natural e as não condizentes, com outros tipos de uso da terra.

Com base nas informações de hipsometria, elaborou-se a carta de clinografia, em escala 1:10.000, no SPRING 4.2.

Foram gerados mapas de uso e ocupação da terra a partir de imagens digitais de satélite orbitais (Landsat 7 ETM+ órbita 220 pto 75 , bandas 3, 4 e 5, com passagem em 27 de abril de 2004) e fotografias aéreas verticais (vôo BASE Aerofotogrametria e Projetos S. A., de 17 e 18 de julho de 2002). As três bandas espectrais da imagem

Landsat foram processadas no *software* IDRISI versão 32 onde se fez a composição colorida R5G4B3. As fotografias aéreas foram tratadas no *software* Adobe Photoshop 7.0, no qual o mosaico de aero-fotografias (MAF) foi editado.

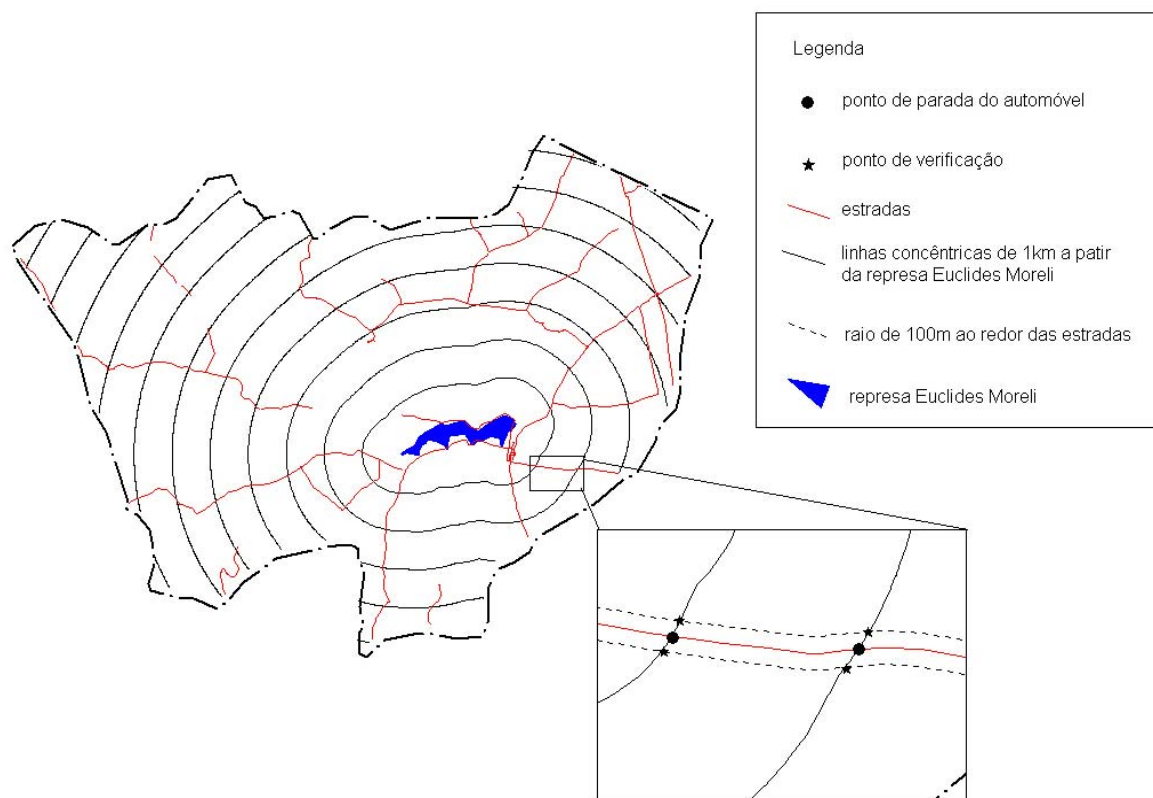
As imagens foram georreferenciadas no *software* MapInfo 7.5, a partir de pontos de controle obtidos em campo com receptor GPS GARMIN. Nesse mesmo programa, foi feita a identificação das classes de uso e ocupação da imagem e do MAF por meio do método visual de digitalização em tela (*on screen digitalizing*). Digitaram-se os polígonos, sendo classificados conforme a tonalidade (refere-se à cor ou ao brilho dos objetos que compõem a cena), a textura (feito conjunto de todas as pequenas feições que compõem uma área na imagem) e o contexto (como os detalhes de tons, texturas e padrões estão localizados em relação aos atributos conhecidos do terreno) (CROSTA, 1992).

#### **3.2.1.2. Verdade terrestre e acurácia dos mapas que representam o uso e ocupação da terra de 2002.**

Para a análise da verdade terrestre percorreu-se a área de estudo de automóvel e utilizou-se o receptor GPS para localização em campo e checar as dúvidas percebidas durante o processamento das imagens digitais. Após a classificação foram amostrados pontos para aferição em campo e se verificou a concordância entre a verdade terrestre e os mapas produzidos, por meio da matriz de erro e coeficiente de *kappa* (MOREIRA, 2001).

Para a definição desses pontos, foi sobreposto o mapa de estradas municipais com um mapa de distâncias, no qual se plotou linhas concêntricas a cada 1000m a partir da represa Euclides Morelli (elemento que se destaca aproximadamente no centro da paisagem do Município). O cruzamento das linhas concêntricas com as estradas foram os pontos de parada do automóvel e verificado o uso pontual a distância de 100 m de cada lado do ponto de parada (ponto de verificação) (**FIGURA 4**).

Com os dados de uso da terra real e os adquiridos pela classificação das imagens digitais, construiu-se a matriz de erro ou matriz de confusão, que é uma matriz quadrada de números que expressam a quantidade de unidades amostrais, associada a uma dada categoria durante o processo de classificação efetuado, e a categoria real a que pertencem essas unidades (PEREIRA e SANTOS 1999).



**FIGURA 4** – Esquema demonstrando o método de distribuição dos pontos de parada e de coleta de informações para verificação em campo.

O coeficiente Kappa vem sendo muito utilizado como uma medida da exatidão da classificação temática (PEREIRA e SANTOS, 1999) e indica a qualidade da classificação, variando de 0 a 1, sendo que quanto mais se aproxima do valor 1, mais a classificação se aproxima da realidade. Índices superiores a 0,8 são considerados excelentes e no intervalo de 0,6 e 0,8 muito bons (MOREIRA, 2001).

### 3.2.1.3. Mapeamento de uso e ocupação da terra – décadas de 60 e 70.

Para a classificação do uso e ocupação da terra de 1962 e 1972 foram utilizadas fotografias aéreas verticais, fornecidas pela Prefeitura Municipal de Santa Cruz da Conceição em escala 1:30.000 e escaneizadas no Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental – LAPA/UFSCar, com resolução de 600 dpi. O processo de tratamento das fotografias, de georreferenciamento e de fotointerpretação foi o mesmo das fotografias aéreas verticais de 2000.



### **3.2.2. Análise da dinâmica da paisagem**

Avaliou-se a paisagem nos três anos (1962, 1972 e 2002) a partir dos seus respectivos mapas de uso e ocupação da terra, dos quais foram extraídos os dados sobre os fragmentos de vegetação natural e semi-natural. Foram quantificadas as áreas naturais em função da declividade e estudada a configuração estrutural das manchas de vegetação natural e semi-natural da paisagem do Município de Santa Cruz da Conceição (área, borda, número, forma, área de interior, conectividade/isolamento e contraste) gerados pelo Fragstats 3.3 ou no MAPINFO 7.5, e o grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER) (modificado de PIRES, 1995). Dividiu-se a classe áreas naturais em cinco fisionomias: áreas alagadas, campo, cerrado, mata ripária e mata semidecídua.

#### **3.2.2.1 Declividade em fragmentos de vegetação natural e semi-natural**

Verificou-se como estavam distribuídos os fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição em relação à declividade. O processo realizou-se no *software* SPRING 4.2 e envolveu a importação de dados sobre fragmentação e a operação booleana, gerada em algoritmo LEGAL.

#### **3.2.2.2 Métricas da Paisagem geradas no Fragstats**

As análises relacionadas à paisagem e aos fragmentos de vegetação natural e semi-natural para o Município de Santa Cruz da Conceição foram realizadas por meio de diferentes parâmetros no *software* Fragstats 3.3, que calcula métricas em três escalas: mancha individual, classe de vegetação e paisagem inteira (MCGRARIGAL *et al.*, 2002). As métricas trabalham com número de classes, incluindo área, densidade de mancha, tamanho de mancha, borda, forma, área de interior, vizinho mais próximo, proximidade, contágio (KRAMER, 1997).

Escolheu-se entre uma a três métricas de cada categoria para o nível mancha. Não se realizaram análises em nível manchas para as métricas de área/densidade/borda, porque estas já foram contempladas por informações geradas pelo MapInfo7.5. Analisaram-se, em nível classes, os índices similares aos escolhidos em nível manchas.

Geraram-se as métricas em nível classe considerando a categoria Áreas Naturais e separando cada fisionomia. Os parâmetros utilizados estão apresentados nos itens seguintes.

### 3.2.2.3. Área, densidade e efeito de borda.

Analisaram-se as métricas: Média da Área dos fragmentos (ÁREA\_MN), Desvio Padrão da área das manchas (ÁREA\_SD), Índice da Maior Mancha (LPI), Borda Total (TE), para o nível classe. Para os diferentes tipos de áreas naturais (mata ripária, campo, cerrado, mata semidecídua, alagada) geraram-se os valores de Área Total (CA), Porcentagem ocupada na Paisagem (PLAND), além de LPI, ED e ÁREA\_MN.

### 3.2.2.4 Forma

A forma dos fragmentos ou das manchas da paisagem pode ser avaliada por meio de proporções simples entre área de borda e área do fragmento ou por índice fractal que mede a complexidade dessas formas (METZGER, 2003b).

O índice de borda (InB) possibilita verificar o quanto a forma de uma área se aproxima de uma circunferência (FORMAN e GODRON, 1986; PIRES J., 1995), uma vez que áreas circulares minimizam a relação borda-área e o centro encontra-se mais distante das bordas do que qualquer outra forma (PRIMACK, 1998). É calculado pela fórmula (FORMAN e GODRON, 1986; PIRES J., 1995):

$$InB = \frac{L}{2\sqrt{\pi A}}, \text{ onde,}$$

L é perímetro do fragmento e;

A, a área do fragmento.

Os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com índice próximo a 1 serão mais arredondados e quanto maior o índice, mais alongados serão. Este índice, para cada fragmento, foi gerado no *software* Excel a partir de um banco de dados gerenciado no MAPINFO 7.5.

No *software* FRAGSTATS 3.3 utilizaram-se as métricas para nível mancha Índice de Dimensão Fractal (FRAC), Círculo Circunscrito Relacionado (CIRCLE) e o Índice de Contiguidade (CONTIG). Para as análises de classes, foram gerados a médias desses três índices (FRAC\_MN, CIRCLE\_MN e CONTIG\_MN).

### 3.2.2.5 Área de interior

Quanto a área de interior ou área core, as análises foram realizadas no *software* FRAGSTATS 3.3, sendo utilizados: Área Core (CORE), Número de Área Core (NCORE), Índice de Área Core (CAI), para as manchas. Para as classes, foram analisadas a Média da Área Core (CORE\_MN) e a Média do Índice de Área Core (CAI\_MN)

### 3.2.2.6 Isolamento/Proximidade/Conectividade

A conectividade é a capacidade da paisagem de facilitar os fluxos biológicos e depende da densidade de estruturas de conexão e da permeabilidade da matriz da paisagem (METZGER, 2003b). As medidas tradicionais de conectividade em Ecologia da Paisagem têm focado em componentes estruturais como distância de vizinho mais próximo, área da mancha, razão borda-área, dimensão fractal (BROOKS, 2003).

A primeira análise da conectividade da paisagem embasou-se na utilização do grafo como um modelo para a representação da paisagem, agrupando os fragmentos em arquipélagos. Utilizaram-se distâncias de 30, 150, 200, 250, 300 e 350 para delimitar a distância de borda expandida (distância  $d$ ), baseado nos estudos de RANTA *et al.* (1998) e PIRES *et al.* (2004). Fragmentos foram considerados conectados (pertencentes a um mesmo arquipélago) quando houve sobreposição da distância  $d$  com outro fragmento e considerados isolados (ilhas) quando a distância  $d$  não sobrepôs com outro fragmento (**FIGURA 5**). Os fragmentos que, pelos critérios adotados, pertencessem a um mesmo arquipélago, mas eram cortados por estradas pavimentadas, foram separados, uma vez que estradas são um tipo significativo de barreira em muitas paisagens (MEFFE e CARROLL, 1991). Esta etapa realizou-se no SIG MAPINFO 7.5, por meio do comando cobrir (*buffer*).

Verificou-se a área ocupada por fragmentos isolados, por fragmentos conectados, por arquipélagos, por fragmentos no maior arquipélago e por arquipélagos com dois fragmentos. A distância máxima de 350 metros foi assumida como sendo aquela na qual a maioria das espécies, que possuem capacidade média de dispersão, consegue se locomover em área sem cobertura vegetal na paisagem e, portanto, somente indivíduos de espécies com maior plasticidade têm capacidade para atravessar áreas abertas com distâncias superiores a esta (PIRES A. *et al.*; 2004.).



**FIGURA 5** – Exemplo de um fragmento com distância  $d$ , intersectando os fragmentos 2 e 3, pertencentes ao mesmo arquipélago e sem sobreposição com os fragmentos 4 e 5 (ilhas isoladas de habitats).

Pelo FRAGSTATS verificou-se o Índice de Proximidade (PROX) e o Índice de Similaridade (SIMI) para as manchas de vegetação natural e semi-natural e as médias de cada índice para nível classe (PROX\_MN e SIMI\_MN).

### 3.2.2.7 Contraste

O contraste refere-se ao valor da diferença entre tipos adjacentes de mancha com respeito a um ou mais atributo ecológico em uma escala dada que é relevante ao organismo ou ao processo sob a consideração (MCGARIGAL e MARKS, 1995). Analisaram-se Índice de Contraste de Borda (ECON), para o nível mancha, e Média do Índice de Contraste de Borda (ECON\_MN) e Contraste Ponderado pela Densidade de Borda (CWED), para nível classe.

### 3.2.2.8 Índice de vulnerabilidade ecológica relativa.

O Índice de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER) considera a razão interior/borda e o tamanho dos fragmentos (PIRES J., 1995). Para esta etapa de estudo, foi utilizado o mapeamento de uso e ocupação do solo com escala aproximada de 1:10.000. Discriminaram-se dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural, aqueles com cobertura arbórea/arbustiva.

Delimitou-se, no MAPINFO 7.5, a área de borda como a distância de 30 metros da borda para o interior de cada fragmento e o restante como área de interior. Os critérios de classificação dos fragmentos quanto ao VER, para o Município de Santa

Cruz da Conceição, estão demonstrados na **TABELA 1**. Fragmentos de baixa VER foram considerados fragmentos *fonte* (*sensu* Pulliam, 1988).

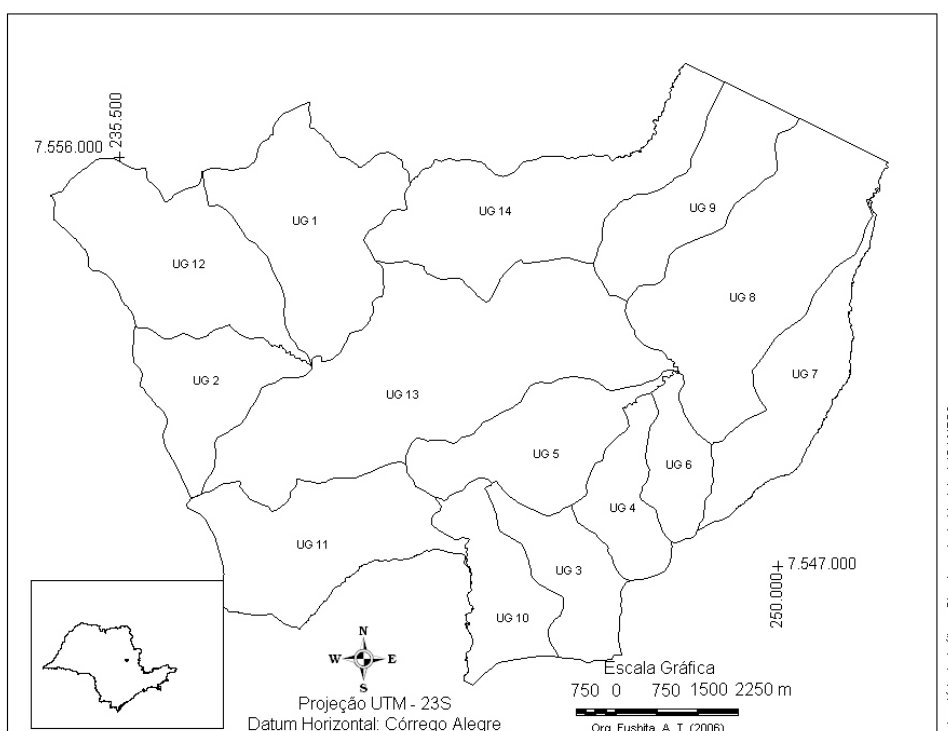
**TABELA 1** – Critério do grau Vulnerabilidade Ecológica Relativa.

VER	Interior/borda	Área
Baixa	Maior que 3	
Media	Entre 1 e 3	Maior que 25ha
Alta	Menor que 1	Menor que 25ha

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1. Caracterização da área de estudo.

A área de estudo apresenta 14 Unidades de Gerenciamento (UG) representadas por suas bacias hidrográficas. A maior delas é a UG 13 que representa 17,80% da área do Município de Santa Cruz da Conceição e a menor é a UG 6 com 2,48% da área. (TABELA 2 e FIGURA 6).



**FIGURA 6** – Unidades de Gerenciamento (UG) do Município de Santa Cruz Conceição.

O Município de Santa Cruz da Conceição possui 631 nascentes e 389,95 km de extensão de rios e de córregos em seu território (FIGURA 7), sendo que a UG 1, UG 2, UG 12 possuem maior número de nascentes e as UG 7, UG 11 e UG 9, os menores números (TABELA 2).

Em relação à densidade de drenagem (Dd), que corresponde à “relação entre o comprimento total dos cursos d’água de uma bacia e sua área total”, verificou-se que nenhuma UG foi considerada de drenagem pobre ( $Dd < 0,5\text{km}/\text{km}^2$ ), e somente a UG 1 foi classificada como excepcionalmente bem drenada ( $Dd > 3,5\text{km}/\text{km}^2$ ) (TABELA 2).

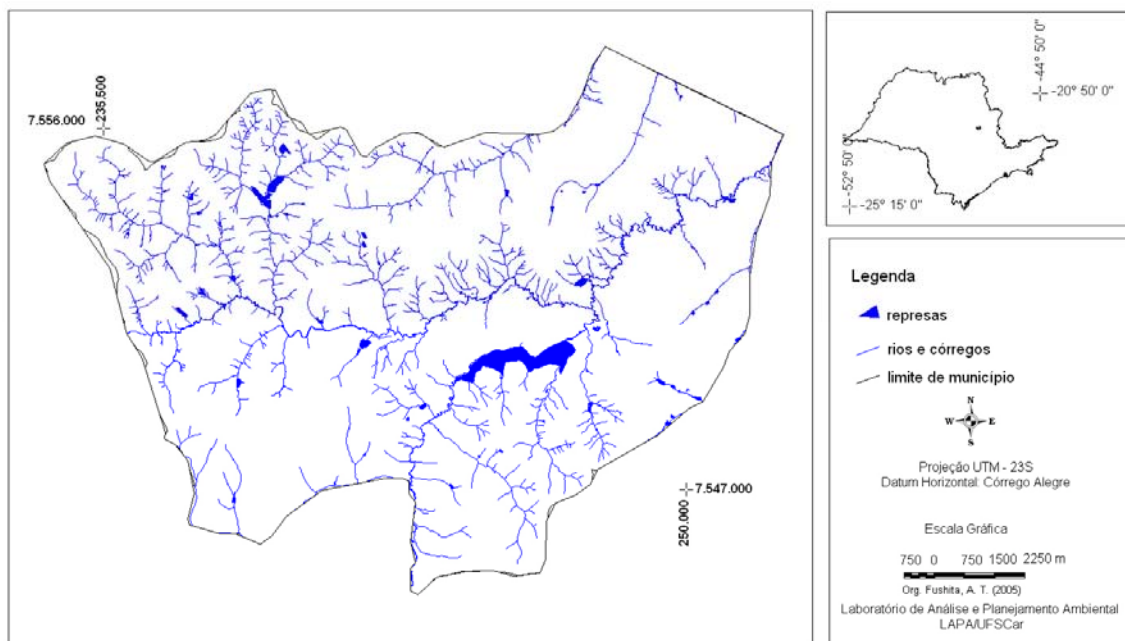
A malha viária da área de estudo está espacializada na FIGURA 8. O Município é cortado por uma rodovia estadual (Rodovia Anhanguera) em sua porção

leste. Esta rodovia é pavimentada e de pista dupla e interliga a capital do Estado de São Paulo com o interior, até a fronteira com o Estado de Minas Gerais. Possui 6,7 km de extensão dentro do Município de Santa Cruz da Conceição e corta as UGs 7, 8 e 9. As estradas municipais (pavimentadas e não pavimentadas) e a rodovia estendem-se por 76,2 km e as estradas particulares por 286 km.

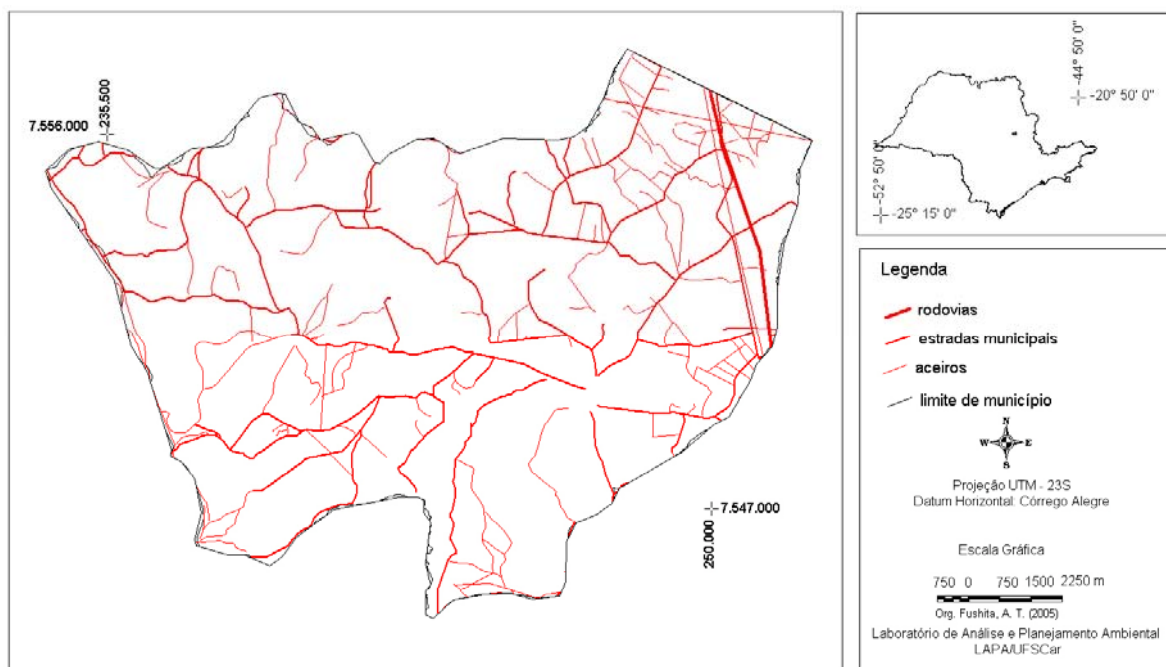
As classes hipsométricas para o Município de Santa Cruz da Conceição foram agrupadas de 10 a 10 m (**FIGURA 9**). A cota mais baixa, de 596 m, localiza-se na UG 8 e a mais alta (822 m) e está na UG 1. A variação altitudinal da área de estudo é de 226m, sendo que as UGs 13 e 14 apresentaram a maior variação hipsométrica (180m) e a UG 9, a menor variação (95m) (**TABELA 2**). A classe hipsométrica 660 a 670m ocupa 11,52% da área do Município e é o maior valor de porcentagem relativa.

**TABELA 2** – Número de nascentes e sua concentração por área (ha), extensão da rede hidrográfica e sua concentração por área (ha) para cada Unidade de Gerenciamento.

UG	Área da UG (ha)	% do Município	Número de nascentes	Número de nascentes/ área (ha)	Extensão da rede hidrográfica (km)	Densidade de drenagem (km/km <sup>2</sup> )	Variação altitudinal (m)
UG 1	1304,83	8,70	121	0,093	46758,35	3,583482	170
UG 2	705,26	4,70	48	0,068	21725,09	3,080437	125
UG 3	570,17	3,80	19	0,033	11460,42	2,010001	135
UG 4	457,26	3,05	28	0,061	13612,47	2,976965	130
UG 5	885,40	5,90	33	0,037	27319,10	3,085509	120
UG 6	372,82	2,48	22	0,059	10999,71	2,950408	130
UG 7	834,93	5,57	4	0,005	12641,23	1,514047	125
UG 8	1829,11	12,20	72	0,039	49997,88	2,733454	115
UG 9	830,09	5,53	10	0,012	7844,63	0,945034	95
UG 10	608,16	4,05	13	0,021	16158,33	2,656921	120
UG 11	1184,99	7,90	11	0,009	17557,31	1,481642	170
UG 12	1281,96	8,55	86	0,067	36323,32	2,833421	135
UG 13	2670,55	17,80	117	0,044	75940,58	2,843631	180
UG 14	1464,40	9,76	47	0,032	28705,15	1,960199	180

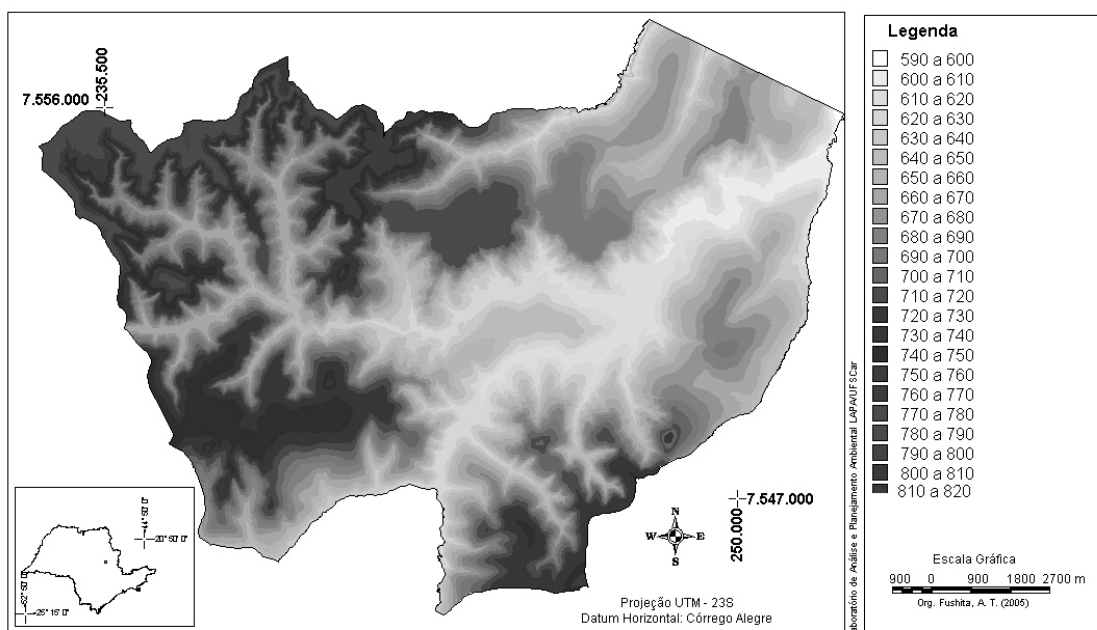


**FIGURA 7** – Hidrografia do Município de Santa Cruz da Conceição.



**FIGURA 8** – Rede viária do Município de Santa Cruz da Conceição.



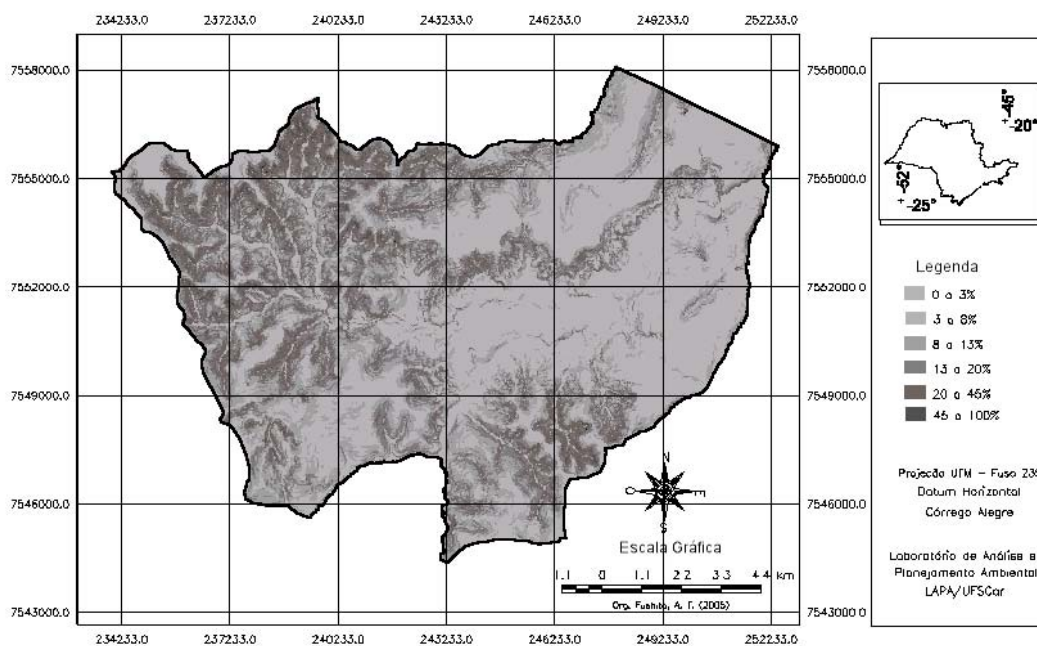


**FIGURA 9** – Mapa de hipsometria do Município de Santa Cruz da Conceição.

O Município de Santa Cruz da Conceição apresenta-se plano em 16,30%, suavemente ondulado em 29,81%, moderado ondulado em 23,51%, ondulado 17,26% fortemente ondulado em 12,24%, montanhoso em 0,87% e escarpado em 0,01% da área total (TABELA 3).

**TABELA 3** – Classes de declividade, as respectivas área (ha) e porcentagem relativa (%) e as características de cada classe clinográfica (Embrapa, 1995 *apud* Tonial, 2003) para o Município de Santa Cruz da Conceição.

Classes	Área (ha)	%	Característica
0 a 3%	2.436,05	16,30	Plano
3 a 8%	4.454,30	29,81	Suave Ondulado
8 a 13%	3.513,00	23,51	Moderado Ondulado
13 a 20%	2.579,09	17,26	Ondulado
20 a 45%	1.829,30	12,24	Forte Ondulado
45 a 100%	130,31	0,87	Montanhoso
Acima de 100%	0,94	0,01	Escarpado
<b>Total</b>	<b>14.943</b>	<b>100,00</b>	



**FIGURA 10** – Clinografia no Município de Santa Cruz da Conceição.

Verificou-se que as Áreas de Preservação Permanente (APP) (FIGURA 11) correspondem a 2.199,42 ha. A área existente abrange 1.051,27 ha, ou seja, 47,80% da APP conceitual apresentam cobertura de vegetação natural (condizente com a legislação). Os demais 52,20% apresentam outros usos da terra (não condizentes com a legislação). O Município de Santa Cruz da Conceição não apresentou APPs em topo de morro e declividade acima de 45°.

#### **4.1.1. Verdade terrestre e acurácia dos mapas de uso e cobertura da terra para o ano de 2002.**

Para a análise da verdade terrestre dos mapas digitais (produzidos a partir da Imagem de Satélite – IS em escala 1:50.000, e do Mosaico Aero-fotográfico – MAF, em escala 1:10.000) foram percorridos 273 km em estradas dentro da área de estudo e identificadas 14 classes de uso e ocupação da terra (TABELA 4), sendo que na interpretação da imagem de satélite foram classificadas 12 classes (FIGURA 12a e 12b). Além da ausência de duas classes (Infra-estrutura rural e Pasto sujo) no mapeamento da imagem de satélite, houve diferenças, em hectares, nas áreas entre os mapeamentos (TABELA 4), uma vez que a sua escala permitiu distinguir menos detalhes.

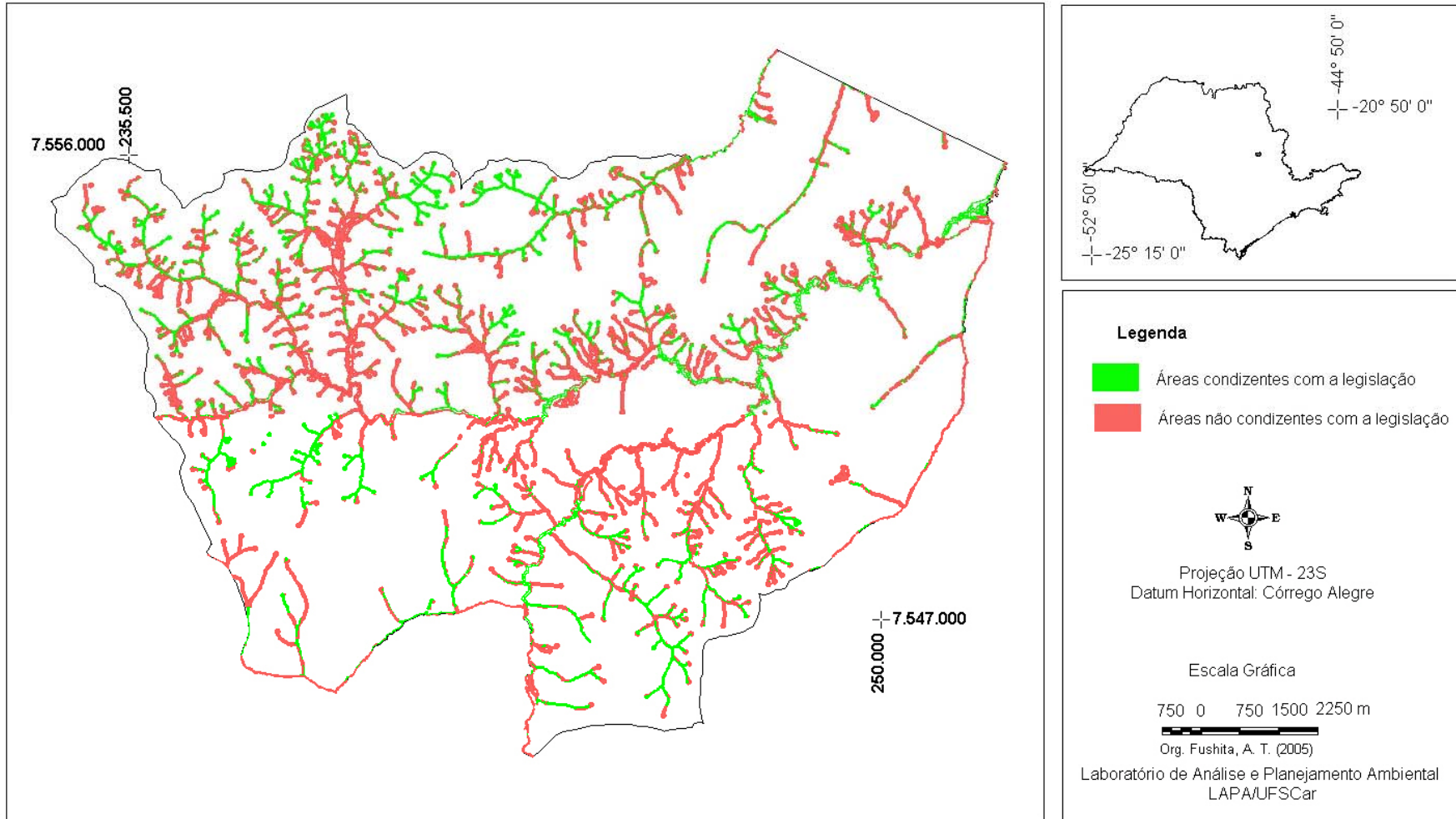


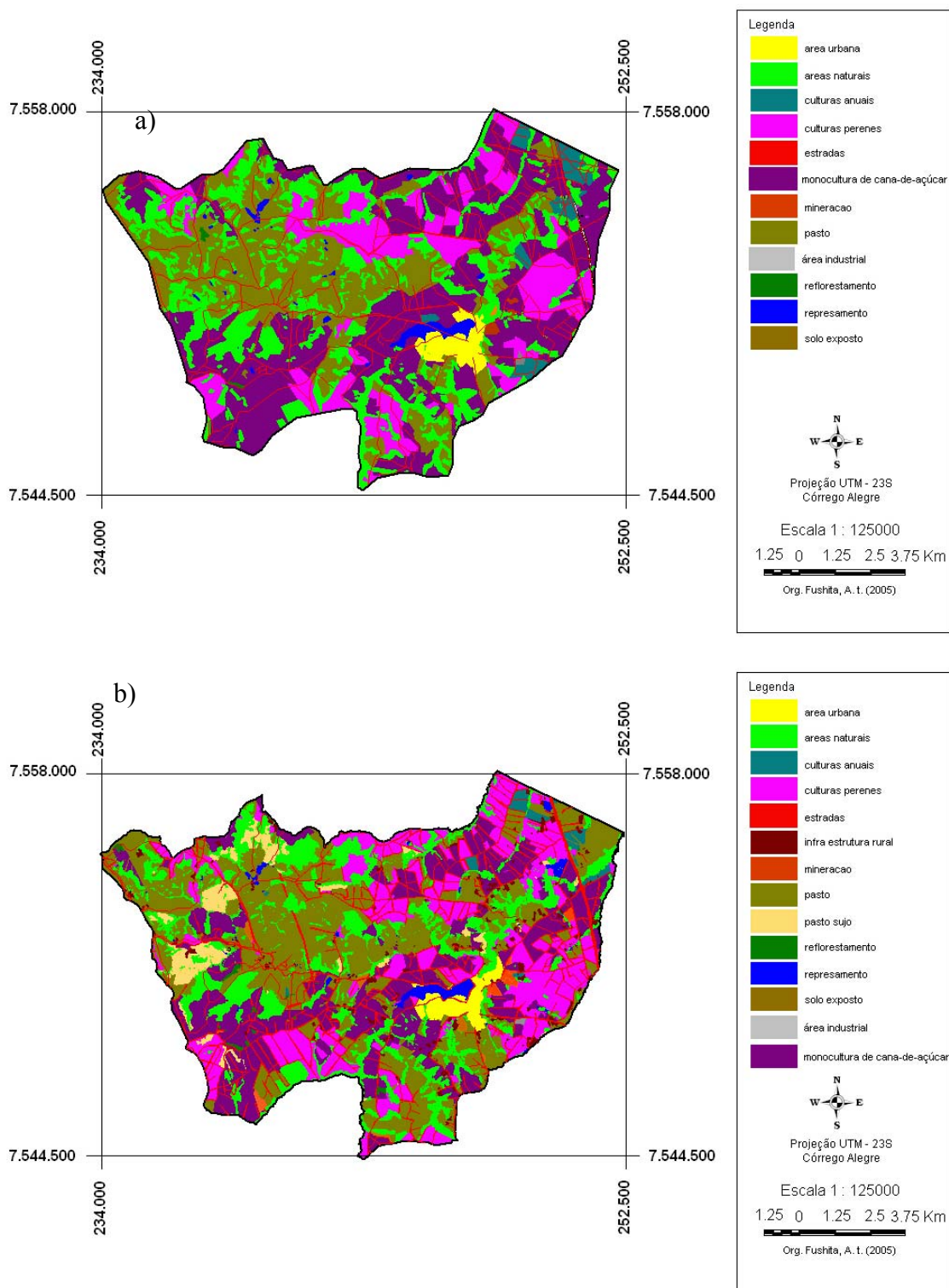
FIGURA 11 – Áreas de Preservação Permanente para o Município de Santa Cruz da Conceição.

**TABELA 4** – Quantificação de área para as classes de uso e ocupação da terra para o município de Santa Cruz da Conceição, SP, a partir de imagens de satélite (escala 1:50.000) e fotografias aéreas (escala 1:10.000), ambas de 2002.

Classes de uso e ocupação da terra	Imagem de satélite		Fotografias aéreas	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área natural	3.272,52	21,9	2.978,14	19,93
Área urbana	248,05	1,66	246,56	1,65
Cana-de-açúcar	5.265,91	35,24	4.127,26	27,62
Culturas perenes	2.290,76	15,33	1.935,12	12,95
Culturas anuais	282,42	1,89	416,91	2,79
Reflorestamento	16,44	0,11	85,18	0,57
Pasto	3.290,45	22,02	3.949,43	26,43
Solo exposto	4,48	0,03	64,25	0,43
Infra-estrutura rural	-	-	384,04	2,57
Represamento	173,34	1,16	162,88	1,09
Mineração	34,37	0,23	32,87	0,22
Indústrias	11,95	0,08	29,89	0,2
Estradas	52,30	0,35	35,86	0,24
Pasto sujo	-	-	494,61	3,31
Total	14.943,00	100	14.943,00	100

O coeficiente de *kappa* (6) foi de  $\kappa_{\text{foto aérea}} = 0,984$  e  $\kappa_{\text{satélite}} = 0,921$ . Os dois mapeamentos estão com acurácia considerada excelente, conforme os critérios apresentados por MOREIRA (2001).

A análise da matriz de erros para o mosaico de fotos aéreas mostrou tendência a discordâncias em relação às classes cana-de-açúcar e cultura perene, entre as classes pastagem e cana-de-açúcar. Para a imagem de satélite, as discordâncias foram entre as classes cana-de-açúcar e pastagem, entre as classes cultura perene e área urbana, havendo discordância também entre reflorestamento e áreas naturais. Provavelmente a confusão deve-se ao fato das fotos aéreas e da imagem estarem defasadas em relação ao trabalho de campo em dois anos.



**FIGURA 12** – Mapeamento de uso e ocupação da terra para o ano de 2002, a partir de: **a)** imagens de satélite e **b)** fotografias aéreas.

Um aspecto também encontrado no estudo de APLIN *et al.* (1999) é a confusão de classificação entre classe urbana e área de campo e culturas, ilustrando o problema de classificação de cobertura do solo urbano como uma mistura de vários componentes de cobertura do solo. Um exemplo disso neste trabalho é a área urbana localizada na margem norte da represa, que possui uma largura aproximada de 60m, ou seja, em torno de dois pixels, foi classificada na imagem de satélite como pertencente à classe cana-de-açúcar (a resposta espectral dos alvos pode ser comprometida devido aos usos do entorno), ao passo que na classificação das fotografias aéreas, pode-se notar até presença de construções entre a vegetação arbórea existente no local.

Nota-se que as confusões encontradas entre as classes para a classificação da imagem de satélite devem-se, também, às diferenças entre as escalas de trabalho, uma vez que associado com um aumento na resolução espacial é comum um aumento na variabilidade interna dentro das parcelas de cobertura da terra classificadas remotamente, as quais podem conduzir a um decréscimo na acurácia da classificação (APLIN *et al.* 1999).

Como, para classificação de uso e ocupação da terra, as fotografias aéreas apresentaram melhor acurácia e possibilitam adquirir informações com melhor resolução, escolheu-se esse material para as demais etapas deste trabalho.

#### **4.1.3. Uso e ocupação da terra.**

Foi realizada a interpretação dos fotomosaicos do Município de Santa Cruz da Conceição, para os anos de 2002, 1972 e 1962. Consideraram-se os 14 tipos principais de uso e ocupação da terra (**TABELA 5 com foto**) e escala 1:30.000.

Em 1962 e 1972 houve predomínio de pastagem, que corresponde a 61,89% e 66,47% da área total do Município, respectivamente (**FIGURA 13 e 14 e TABELA 6**). A paisagem em 2002 destaca-se por pastagem e monocultura de cana de açúcar, que correspondem, respectivamente a 29,94% e 20,90% da área total (**FIGURA 15 e TABELA 6**).

Houve ampliação da classe área urbana, de 0,16% a 1,67% nesse intervalo. O tipo de uso indústrias que não existia em 1962 e 1972, aparece em 2002. É expressivo o aumento do número e da área de estradas no Município de Santa Cruz da Conceição.







Em 1979, com o represamento do Rio Moquém, criou-se a represa Euclides Morelli, levando a mudança na paisagem na área urbana, que se tornou um elemento de

destaque, principalmente no turismo do município. As atividades de mineração destacam-se pela extração de areia e de argila, esta que é a matéria-prima das olarias presentes no Município.

**TABELA 5** – Descrição das classes de uso e ocupação da terra.

Classes de uso e ocupação da terra	Descrição	Foto	
Área natural	Área de vegetação natural e/ou semi-natural (áreas alagadas, campo, cerrado, mata ripária e mata semidecídua), em diversos estados de conservação.		
Área urbana	Área ocupada por aglomeração urbana e peri-urbana, loteamentos e outras infra-estruturas próprias de centros urbanos.		
Cana-de-açúcar	Área agrícola destinada ao cultivo de monocultura de cana-de-açúcar		
Culturas perenes	Área agrícola ocupada por plantações perenes, como laranja e abacate.		
Culturas anuais	Área agrícola ocupada por plantações de culturas de sorgo, senha, girassol, milho e outras.		

**TABELA 5** – Descrição das classes de uso e ocupação da terra.

Classes de uso e ocupação da terra	Descrição	Foto
Reflorestamento	Áreas contendo plantação de espécies vegetais comerciais, principalmente <i>Pinus</i> sp e <i>Eucalyptus</i> sp, utilizadas principalmente para extração de madeira.	
Pasto	Área predominante ocupada por pastagem de pecuária intensiva	
Solo exposto	Áreas que devido às práticas culturais e de manejo, promovem uma exposição significativa do terreno.	
Infra-estrutura rural	Benfeitorias agrícolas como granjas, residências, galpões, pomares.	
Represamento	Represamento de rios, tanques e açudes.	
Mineração	Áreas dedicadas a mineração (extração de argila e areia)	

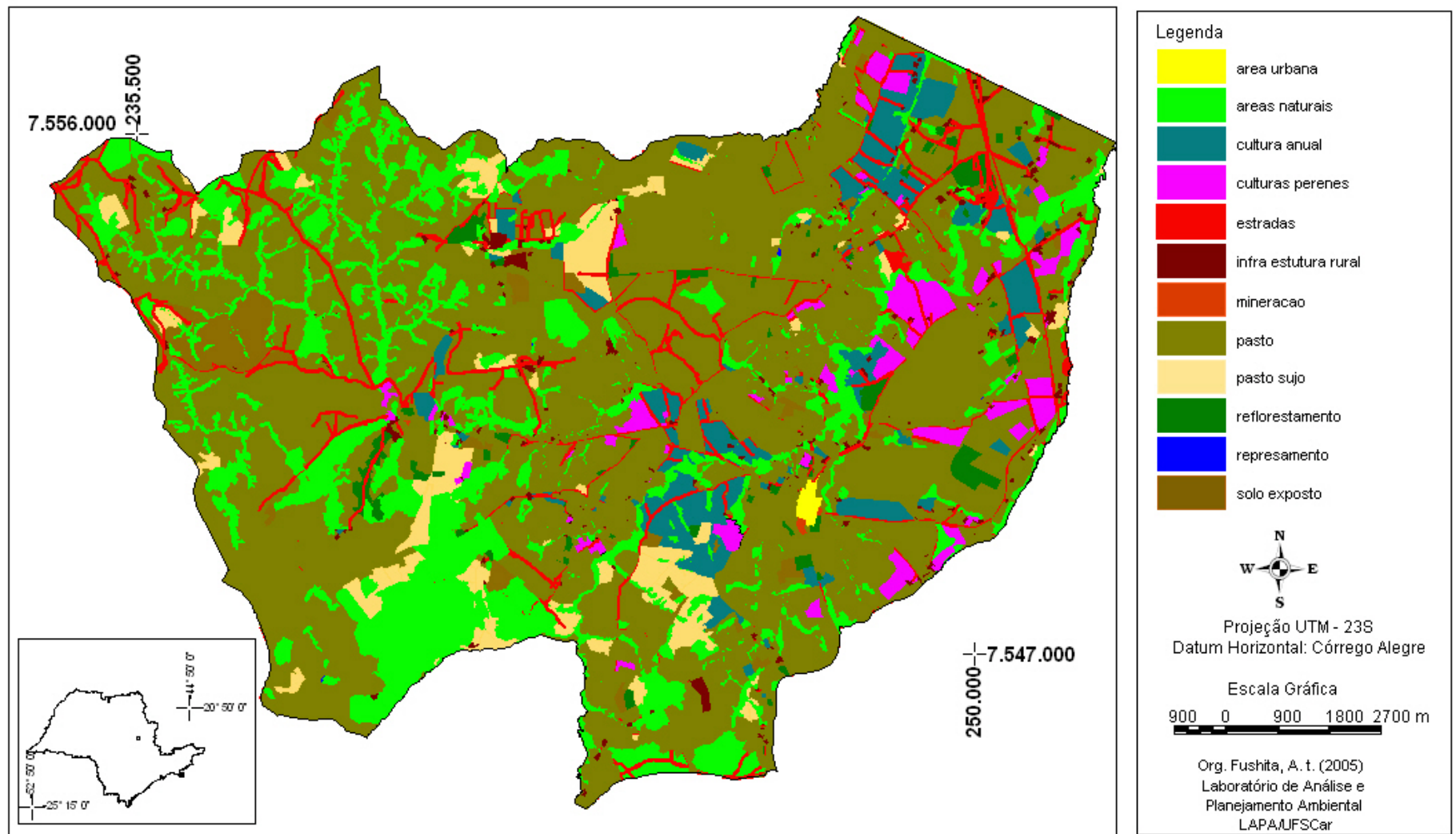


**TABELA 5** – Descrição das classes de uso e ocupação da terra.

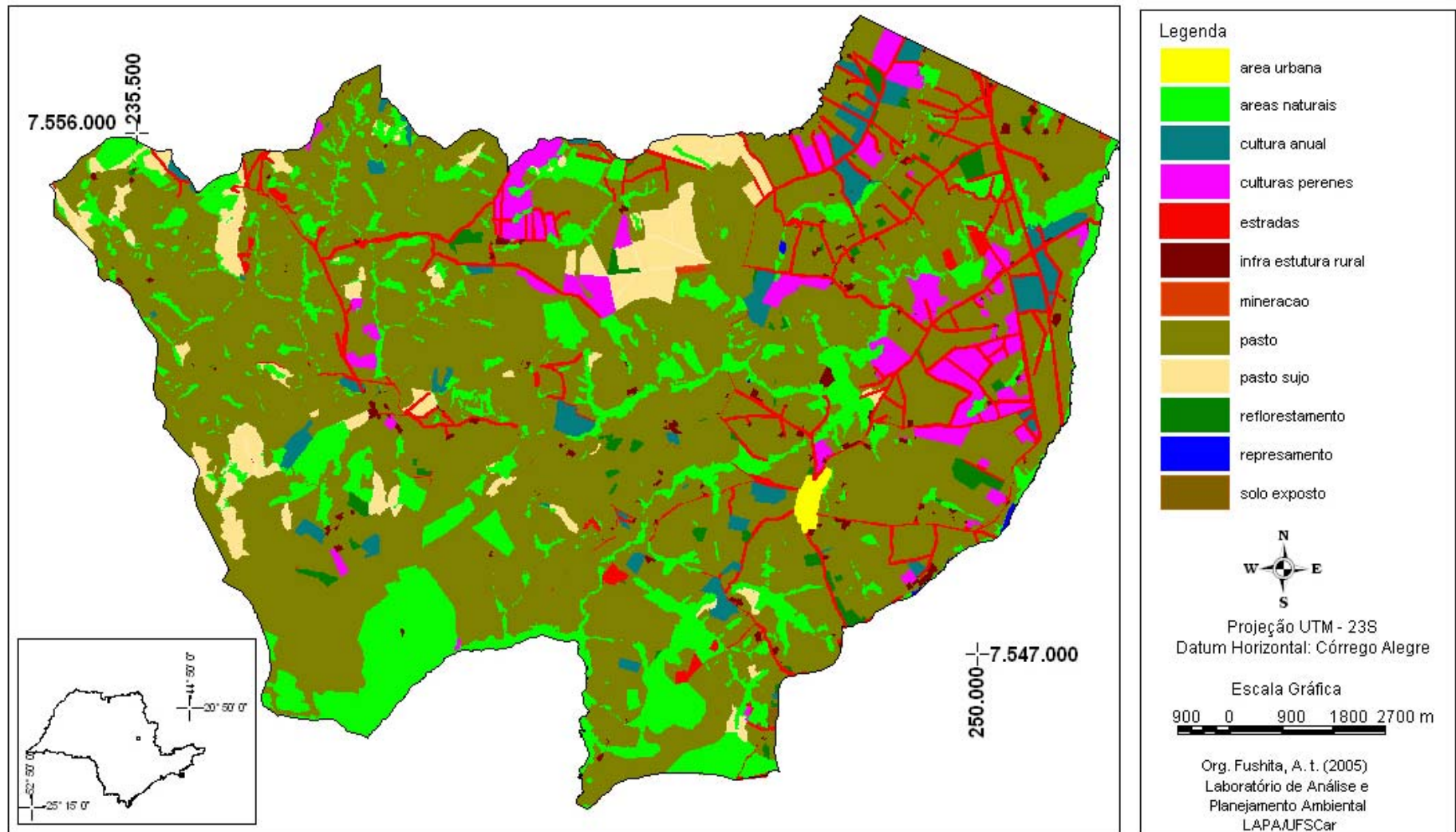
Classes de uso e ocupação da terra	Descrição	Foto	
Área Industrial	Áreas com influência antrópica, destinadas a indústria.		
PASTO SUJO	Áreas de pasto abandonado, com áreas esparsas e com predomínio de gramíneas.		
Estradas	Rodovias, estradas municipais e particulares, aceiros para trânsito de veículos automotores.		

As principais mudanças verificadas entre 1962 e 2002, foi o aumento, em área (ha), de terras destinadas a monocultura de cana-de-açúcar (3122,84 ha) e redução de pastagens (4773,03 ha) (**FIGURA 16**), que ocorreu principalmente entre 1972 e 2002 (**FIGURA 18**). Entre 1962 e 1972, verificou-se um aumento no uso da terra para pastagens (685,28ha) e de culturas perenes (237,84 ha) e redução de áreas de vegetação natural e semi-natural (122,49 ha), culturas anuais (390,41 ha) e de solo exposto (396,72 ha) (**FIGURA 17**).

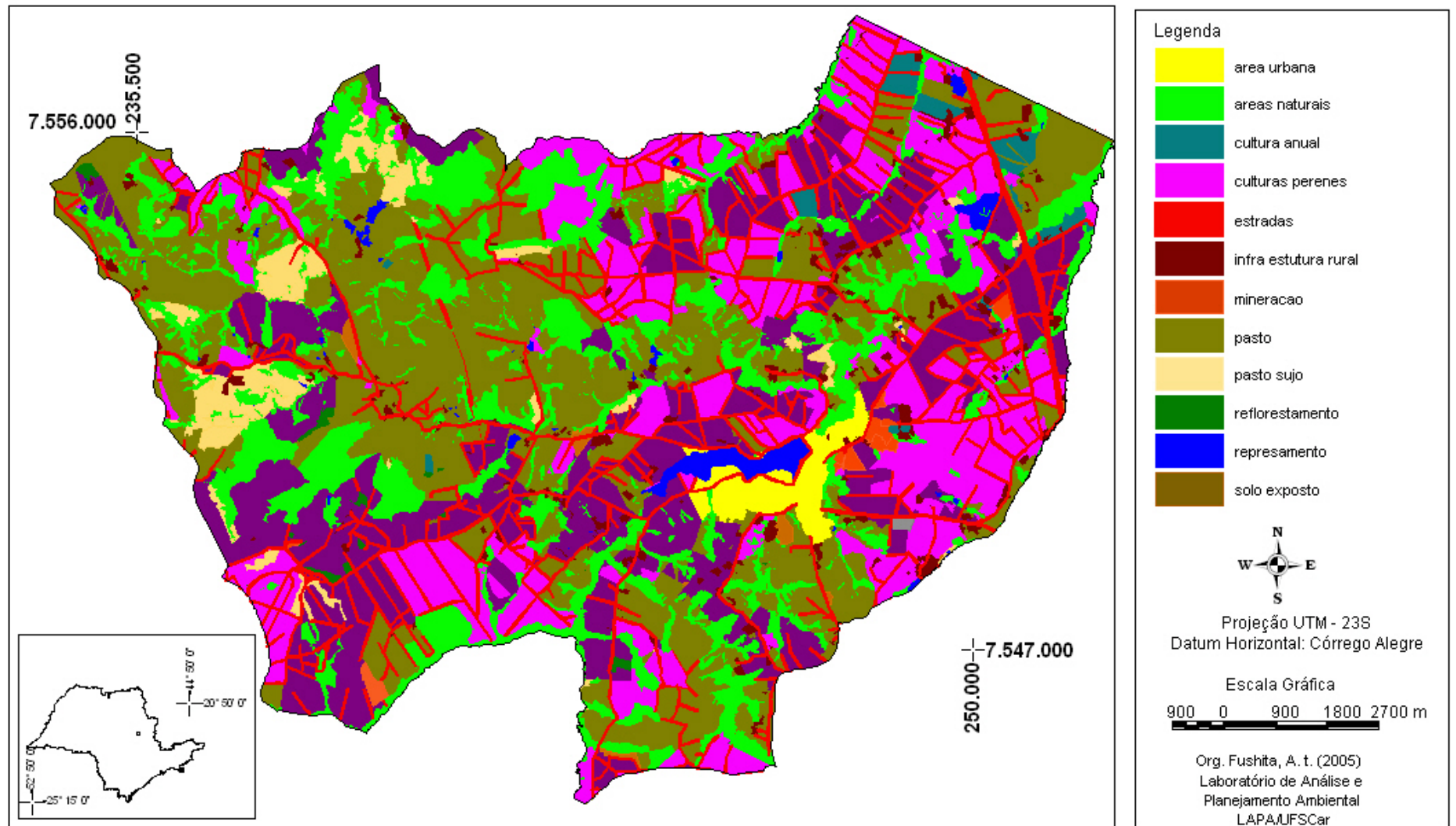
Entre 1972 e 2002 as pastagens foram substituídas por culturas perenes (citricultura), monocultura de cana-de-açúcar e áreas de vegetação natural e semi-natural, principalmente. A substituição de áreas de pastagem por culturas de cana-de-açúcar também foi observada no Município de Piracicaba, com o estudo de FIORIO *et al.* (2000) onde pastagens que representavam 43% do município em 1962 passaram a 25% em 1991 e a cultura canavieira que ocupava 35% passa dos 50% em 1991, sendo também os incentivos governamentais os responsáveis por mudanças expressivas nos canaviais da região.



**FIGURA 13** – Mapeamento de uso e ocupação da terra do município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil referente ao ano de 1962



**FIGURA 14 -** Mapeamento de uso e ocupação da terra do município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil referente ao ano de 1972



**FIGURA 15** – Mapeamento de uso e ocupação da terra do município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil referente ao ano de 2002

A ocupação do solo para atividades rurais, substituindo áreas com vegetação natural e semi-natural provavelmente aconteceu, de forma expressiva, antes de 1962, uma vez que ocupavam em 2002 e 1962, cerca de 17,85% e 17,98% respectivamente (**TABELA 6 e FIGURA 16**).

Estudos de VIANA *et al.* (1997) citam que as taxas de desmatamento no Estado de São Paulo alcançaram o seu máximo entre 1920 e 1935 e SOARES *et al.* (2003) afirmam que a região central do Estado de São Paulo foi severamente desmatada durante a segunda metade do século 19 e começo do século 20, como uma consequência da expansão de plantações de café após 1860, seguido do uso para pasto e agricultura.

No Estado de São Paulo as culturas de cana-de-açúcar e laranja ocuparam terras dedicadas a outras culturas (como arroz, feijão, algodão herbáceo) entre 1975 e 1995, foi uma tendência devido ao desenvolvimento de indústrias sucroalcooleiras e ao surgimento do ProAlcool, criado em novembro de 1975, que destinou pesados subsídios governamentais ao processo agrícola e industrial envolvido na produção de álcool de cana (SOUZA e LIMA, 2003).

**TABELA 6** – Quantificação das classes de uso e ocupação da terra de área e sua respectiva porcentagem relativa para o município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil, para 1962, 1972 e 2002.

Classes de uso e ocupação da terra	1962		1972		2002	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área natural	2667,46	17,85	2544,97	17,03	2686,51	17,98
Área urbana	23,95	0,16	40,95	0,27	249,33	1,67
Cana-de-açúcar	0,00	0,00	0,00	0,00	3122,84	20,90
Culturas anuais	820,13	5,49	429,72	2,88	166,13	1,11
Culturas perenes	395,88	2,65	633,72	4,24	2753,36	18,43
Estradas	261,19	1,75	269,83	1,81	345,63	2,31
Indústrias	0,00	0,00	0,00	0,00	8,49	0,06
Infra-estrutura rural	174,22	1,17	160,16	1,07	331,44	2,22
Mineração	5,31	0,04	9,08	0,06	63,87	0,43
Pasto	9247,57	61,89	9932,86	66,47	4474,54	29,94
Pasto sujo	689,49	4,61	705,00	4,72	464,87	3,11
Reflorestamento	251,11	1,68	201,38	1,35	55,74	0,37
Represamento	1,89	0,01	7,26	0,05	175,16	1,17
Solo exposto	404,80	2,71	8,08	0,05	45,08	0,30

Verificou-se, conforme demonstram as **TABELAS 7 e 8**, áreas de vegetação natural e semi-natural (122,49ha) entre 1962 e 1972, que foram substituídas, principalmente por pasto, e entre 1972 e 2002 (**TABELA 9**) ocorreu o processo inverso, aumentando 141,41 ha.

Apesar de um ligeiro aumento em área da vegetação natural e semi-natural, é bastante provável que a sua qualidade e a da paisagem seja diferente entre os anos estudados, considerando que o processo de fragmentação afeta negativamente as populações pela diminuição da densidade de indivíduos, que ocorre ao longo do tempo (BROTONS *et al.*, 2003), e que os efeitos negativos sobre as áreas remanescentes podem ser exacerbados ou mitigados dependendo da qualidade da matriz, devido, por exemplo, aos impactos das diferentes atividades de uso da terra e à conectividade.

**TABELA 7 – Mudança em área (ha) das classes de uso e ocupação da terra no Município de Santa Cruz da Conceição, entre os anos de 1962 e 2002.**

		2002													
		Area industrial	Area urbana	Áreas Naturais	Cultura anual	Culturas perenes	Estradas	Infra-estrutura rural	Mineração	Monocultura de cana-de-açúcar	Pastagem	Pasto sujo	Reflorestamento	Represamento	Solo exposto
1962	Áreas Naturais	0,00	35,10	1144,62	8,84	395,17	38,79	19,40	13,14	284,31	562,23	62,03	3,96	66,17	7,76
	Cultura anual	0,72	50,58	51,86	46,58	120,76	24,77	21,74	5,60	301,95	169,92	1,22	0,00	25,61	0,00
	Culturas perenes	0,00	1,17	27,72	15,77	172,53	11,75	21,78	0,00	44,33	89,82	5,58	2,79	2,43	0,47
	Mineração	0,00	2,72	1,19	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pastagem	6,86	107,21	1201,77	80,15	1698,57	220,10	198,07	60,23	1997,42	3086,73	369,83	41,24	60,82	31,93
	Pasto sujo	0,00	0,07	134,39	2,05	118,64	9,29	13,66	0,00	168,39	224,03	7,45	1,40	1,22	0,47
	Reflorestamento	0,00	13,66	9,07	1,73	90,59	6,75	6,32	0,29	58,82	55,76	0,43	4,03	0,92	2,59
	Solo exposto	0,00	3,62	44,84	4,16	57,76	9,07	8,78	0,00	144,27	114,35	11,61	0,25	4,57	0,18

**TABELA 8** – Mudança em área (ha) das classes de uso e ocupação da terra no Município de Santa Cruz da Conceição, entre os anos de 1962 e 1972.

		1972													
		Area industrial	Area urbana	Áreas Naturais	Cultura anual	Culturas perenes	Estradas	Infra-estrutura rural	Mineração	Monocultura de cana-de-açúcar	Pastagem	Pasto sujo	Reflorestamento	Repesamento	Solo exposto
1962	Áreas Naturais	0,00	0,00	1278,70	24,41	42,21	27,52	9,23	0,41	0,00	1145,68	86,54	15,35	2,79	8,80
	Cultura anual	0,00	0,00	67,97	83,63	66,71	16,92	10,28	0,00	0,00	537,57	25,61	12,13	0,00	0,47
	Culturas perenes	0,00	0,00	14,63	23,85	136,69	10,01	13,52	0,00	0,00	186,89	0,65	9,65	0,25	0,00
	Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,27	0,00	0,00	1,64	0,00	0,00	3,22	0,00
	Pastagem	0,00	12,15	950,54	249,39	311,31	159,98	78,68	3,60	0,00	6808,84	471,74	79,27	0,77	34,09
	Pasto sujo	0,00	0,00	132,53	11,93	23,00	9,09	4,75	0,00	0,00	432,07	61,16	2,00	0,07	4,48
	Reflorestamento	0,00	0,86	26,19	5,40	1,28	5,87	3,56	4,19	0,00	117,09	14,92	71,60	0,00	0,00
	Solo exposto	0,00	0,00	39,49	13,43	16,52	4,93	3,31	0,00	0,00	317,66	8,51	1,69	0,00	0,00



**TABELA 9** – Mudança em área (ha) das classes de uso e ocupação da terra no Município de Santa Cruz da Conceição, entre os anos de 1972 e 2002.

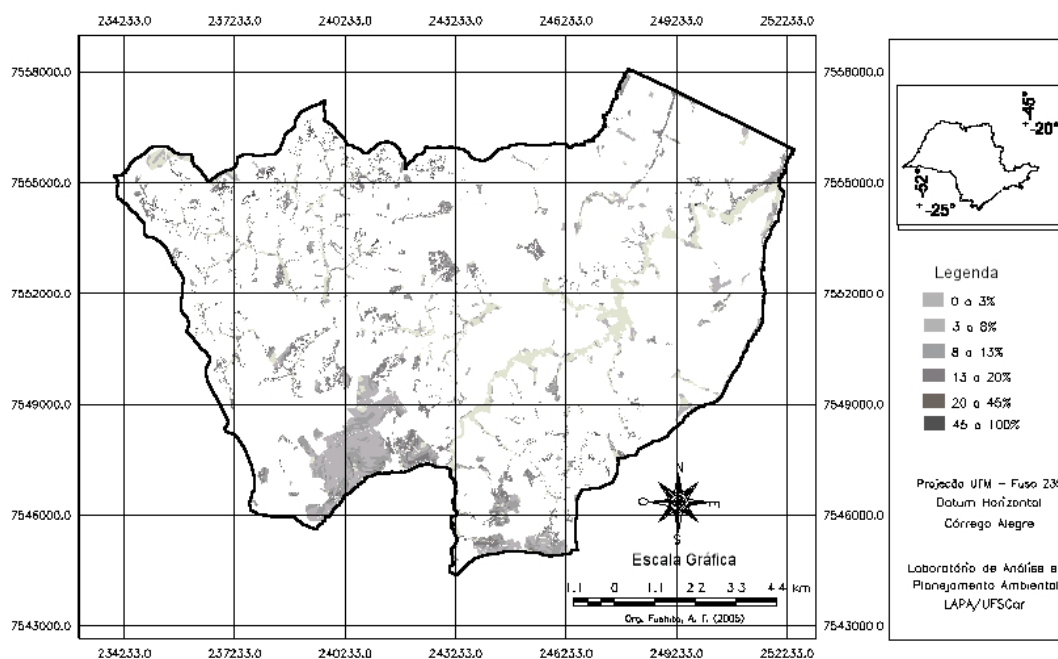
		2002													
		Area industrial	Area urbana	Áreas Naturais	Cultura anual	Culturas perenes	Estradas	Infra-estrutura rural	Mineração	Monocultura de cana-de-açúcar	Pastagem	Pasto sujo	Reflorestamento	Repesamento	Solo exposto
1972	Áreas Naturais	0,00	24,93	1010,81	10,24	330,59	31,82	20,05	28,94	336,60	666,38	73,49	4,73	60,77	4,19
	Cultura anual	0,00	21,17	25,07	28,69	103,48	14,56	12,56	0,05	140,74	72,54	2,07	4,21	0,29	0,14
	Culturas perenes	0,00	10,40	28,24	21,40	258,14	22,30	17,80	2,95	84,20	193,84	0,00	0,59	0,02	1,28
	Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,45	0,00	0,00	6,73	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pastagem	7,25	140,94	1421,12	94,50	1733,76	230,22	224,28	48,92	2253,74	3188,54	363,49	30,87	106,27	37,67
	Pasto sujo	0,00	0,32	141,66	0,00	177,75	16,92	6,12	0,00	152,17	185,38	18,77	3,04	0,63	0,20
	Reflorestamento	0,00	1,82	4,43	1,64	77,72	6,53	6,68	0,00	33,77	55,87	0,18	9,65	0,09	0,25
	Solo exposto	0,00	0,00	9,54	1,06	18,95	1,17	2,63	0,00	9,41	8,21	0,00	0,00	1,53	0,00

## 4.2. Análise de fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição.

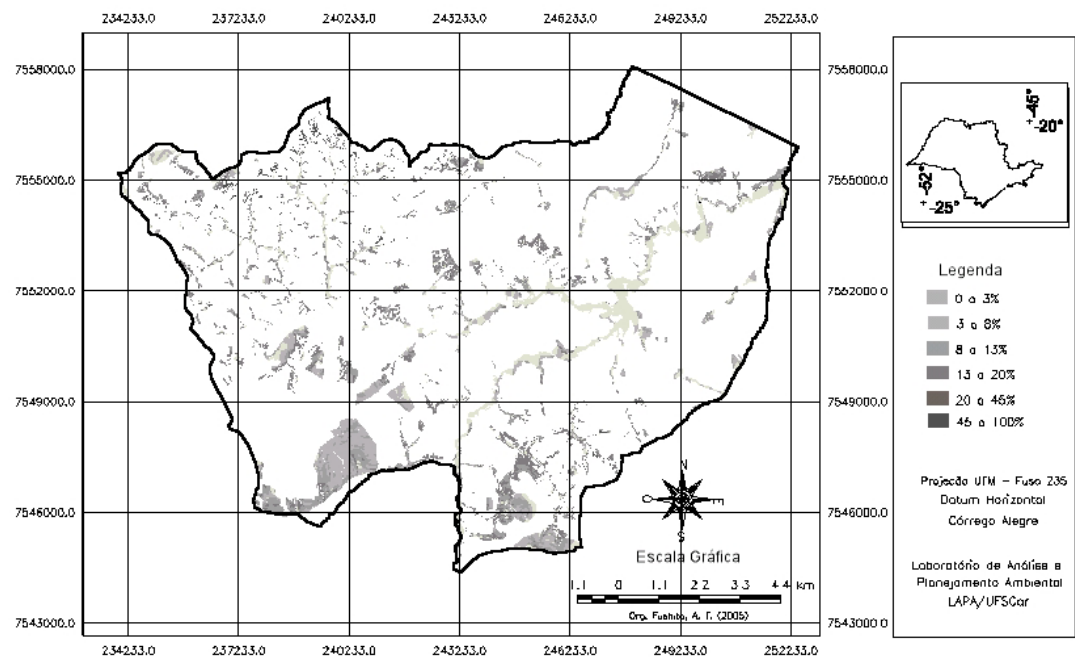
### 4.2.1. Clinografia

Em 1962 e 1972, mais de 50% da área de fragmentos de vegetação natural e semi-natural estava localizada em declividade até 8%, que são considerados aptos à agricultura, enquanto que em 2002, quase 35% encontravam-se em declividade que necessita de práticas para controle de erosão (acima de 13) definida por EMBRAPA (1995 *apud* TONIAL, 2003) (TABELA 10 e FIGURA 16, 17 e 18).

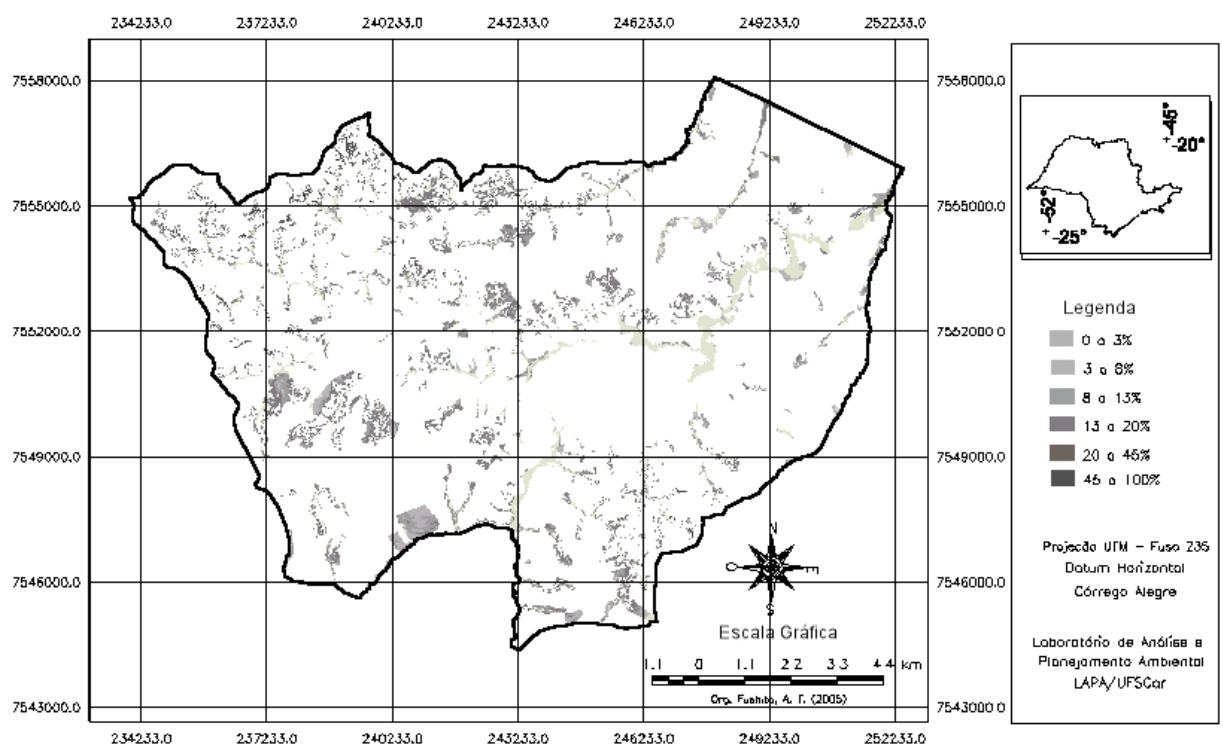
Verificou-se que as diferenças em área entre os anos devem-se, principalmente à substituição das pastagens por áreas naturais entre 1972-2002 e 1962-2002 (1421,12ha e 1201,77 ha, respectivamente) nas classes de declividade acima de 13% e a substituição de áreas naturais por monocultura de cana de açúcar e pasto nas áreas consideradas aptas à agricultura (de 0 a 13%) (TABELA 10).



**FIGURA 16** – Fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição em 1962, classificados quanto às classes de declividade, propostos por EMBRAPA (1995, *apud* TONIAL, 2003).



**FIGURA 17** – Fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição em 1972, classificados quanto às classes de declividade, propostos por EMBRAPA (1995, *apud* TONIAL, 2003).



**FIGURA 18** – Fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição em 2002, classificados quanto às classes de declividade, propostos por EMBRAPA (1995, *apud* TONIAL, 2003).

**TABELA 10** – Área (ha) e porcentagem dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição em relação às classes de declividade definidas por EMBRAPA (1995 *apud* TONIAL, 2003).

Classes (ha)	1962		1972		2002	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
<b>0 a 3%</b>	572,76	26,25	540,95	26,22	465,71	26,96
<b>3 a 8%</b>	573,46	26,28	498,35	24,16	192,58	11,15
<b>8 a 13%</b>	509,72	23,36	507,17	24,58	378,79	21,93
<b>13 a 20%</b>	469,71	21,53	466,31	22,60	596,03	34,51
<b>20 a 45%</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>45 a 100%</b>	55,82	2,56	49,84	2,42	93,65	5,42
<b>Acima de 100%</b>	0,38	0,02	0,41	0,02	0,56	0,03

A recuperação e conservação de áreas de vegetação em topo de morro, principalmente quando estes estão acima de 45% de declividade, são importantes, não somente para controle de erosão, mas porque essas áreas tendem a ser uma fonte natural de propágulos, seja de espécies anemocóricas, como aquelas que podem ser levadas pela chuva, ou mesmo de animais que se movimentariam preferencialmente morro abaixo (RODRIGUES *et al.*, 2003).

#### 4.2.2. Área, densidade e borda

O número de fragmentos, por exemplo, pode determinar o número de subpopulações que compõem uma população espacialmente dispersa, associada com aquele tipo de habitat (MCGARIGAL e MARKS, 1995). O tamanho médio e a densidade de fragmentos são parâmetros que estão diretamente relacionados à qualidade de habitat, pois quanto maior o tamanho dos fragmentos e mais próximos uns dos outros, maior a possibilidade de intercâmbio genético entre eles e, portanto, maior a persistência e estabilidade dos processos ecológicos atuantes na paisagem.

A área de estudo apresentou diferenças em número e área ocupada por vegetação natural e semi-natural de cobertura arbórea-arbustiva no intervalo de tempo estudado (**TABELA 11**). Em 1962 existiam 641 fragmentos de vegetação natural e semi-natural, sendo 550 com cobertura arbórea / arbustiva. Em 2002, eram 350 fragmentos, sendo 334 com cobertura arbórea / arbustiva. O número e a área de fragmentos de vegetação natural e semi-natural com cobertura arbórea arbustiva foi

reduzido entre 1962 e 1972. Entretanto, entre 1972 e 2002, houve aumento em área e diminuição em número de fragmentos (**TABELA 11**).

O ano que apresentou maior número de fragmentos e maior área total foi 1962, sendo que a média da área dos fragmentos (ÁREA\_MN) foi de 6,05 ha e teve a maior densidade de manchas (PD), 2,95 fragmentos em 100 ha da paisagem, enquanto em 1972 e 2002 apresentaram ÁREA\_MN de 9,47 ha e 10,57 ha, respectivamente e PD de 1,84 e 1,69, respectivamente.

Conforme a métrica Índice da Maior Mancha (LPI) observa-se que há distribuição mais irregular dos tamanhos de fragmentos em 1962, pois o LPI e o ÁREA\_SD foram o mais altos (5,32% da paisagem e 39,50) enquanto que 2002 foi regular (1,55% da paisagem) e o desvio padrão foi também alto (**TABELA 12**). Em relação à Borda Total (TE) e Densidade de Borda (ED) foi maior em 1962 e os menores valores foram em 1972.

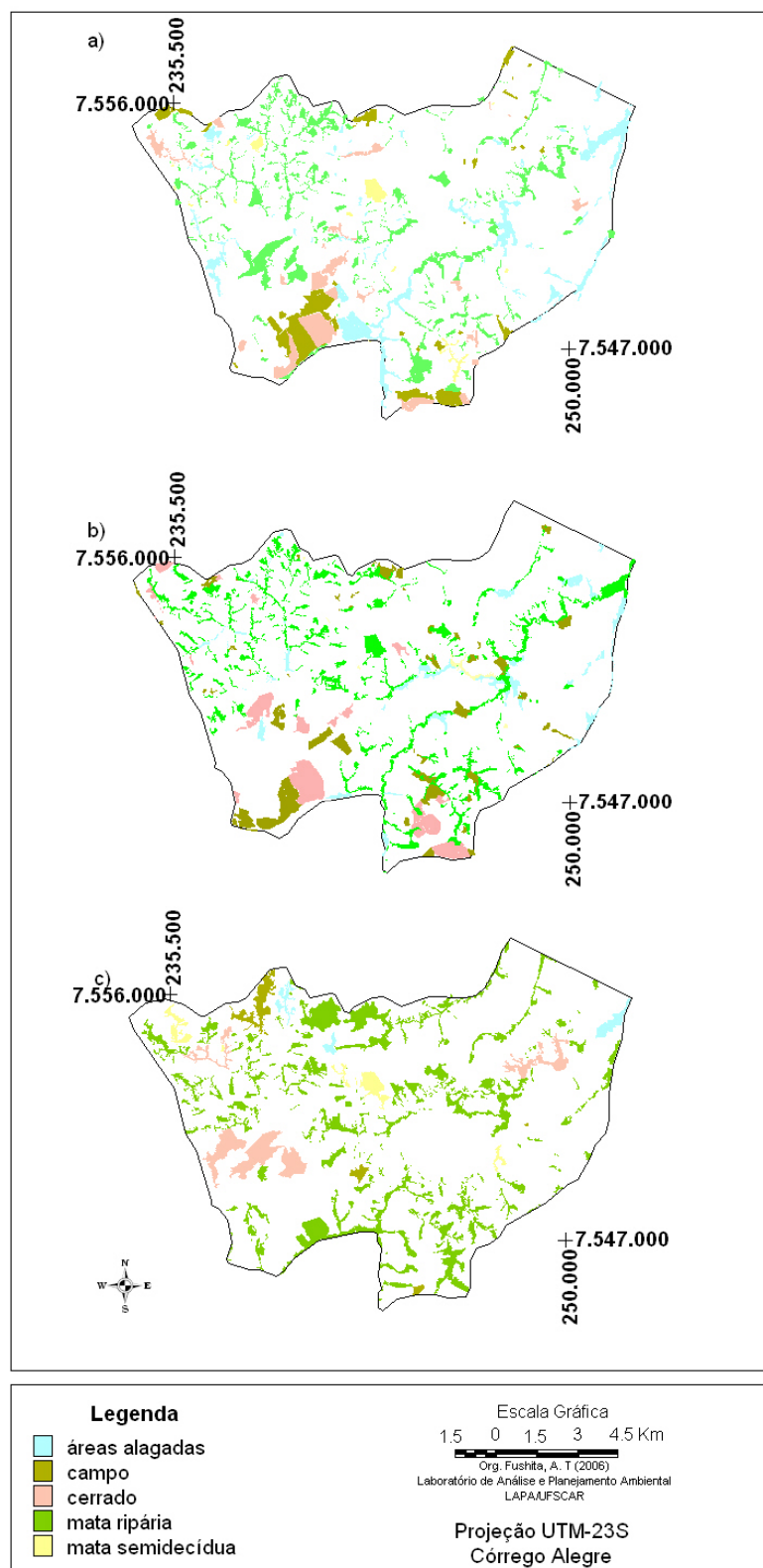
**TABELA 11** – Métricas de área/densidade/borda densidade de manchas (PD), Índice da Maior Mancha (LPI), Borda Total (TE), Densidade de Borda (ED), Área Média das Manchas (ÁREA\_MN) e Desvio Padrão da Área das Manchas (ÁREA\_SD), geradas pelo FRAGSTATS 3.3 para o Município de Santa Cruz da Conceição para os anos de 1962, 1972 e 2002.

Ano	PD	LPI	TE	ED	ÁREA_MN	ÁREA_SD
60	2,95	5,32	743010,00	49,73	6,05	39,50
70	1,84	2,81	661515,00	44,18	9,47	36,49
2000	1,69	1,55	703590,00	46,99	10,57	30,63

Houve das fisionomias campo e alagada entre 1962 e 2002. O cerrado reduziu entre 1972 e 2002 e a mata semidecídua apresentou redução entre 1962 e 1972 e depois recuperação entre 1972 e 2002.

As áreas naturais apresentaram 17,85% do Município em 1962, 17,03% em 1972 e 17,98% em 2002, sendo que áreas alagadas e campo apresentaram redução gradual da área total (CA) (de 545,69 ha e 297,79 ha em 1962 e 1972 para 52,67 ha em 2002; de 515,14 ha e 385,36 ha para 151,87 ha em 2002) (**FIGURA 19**) e conseqüentemente de porcentagem ocupada na paisagem (PLAND). Já a fisionomia cerrado apresentou recuperação entre 1962 e 1972 (556,85 ha para 606,13 ha) e diminuiu em 2002 (364,07 ha) (**FIGURA 19**). Mata ripária apresentou aumento gradativo entre os anos (891,43 ha,

1285,56 ha e 1996,29 ha) e mata semidecídua reduziu entre 1962 e 1972 (154,51 ha e 29,45 ha) e recuperou em 2002 (109,91 ha) (**FIGURA 19**).



**FIGURA 19** – Fisionomias vegetacionais da classe Áreas naturais do Município de Santa Cruz da Conceição, para a) 1962, b) 1972 e c) 2002.

**TABELA 12** – Fragmentos de vegetação natural e semi-natural com cobertura arbórea arbustiva (número absoluto e relativo, em %, e área absoluta, em hectares, e relativa, em %) no Município de Santa Cruz da Conceição, para os anos de 1962, 1972 e 2002, agrupados em classes, conforme o tamanho (em hectares)

Classes (ha)	1962				1972				2002			
	Número de fragmentos		Área dos fragmentos		Número de fragmentos		Área dos fragmentos		Número de fragmentos		Área dos fragmentos	
		(%)	(ha)	(%)		(%)	(ha)	(%)		(%)	(ha)	(%)
< 5	441	80,18	493,53	17,42	383	74,66	530,00	21,20	240	71,86	329,88	12,86
5<x<10	51	9,27	364,71	12,87	61	11,89	461,31	18,45	33	9,88	230,86	9,00
10<x<25	31	5,64	510,14	18,00	56	10,92	905,47	36,21	38	11,38	598,95	23,36
25<x<50	17	3,09	592,04	20,89	9	1,75	311,82	12,47	12	3,59	420,97	16,42
50<x<75	4	0,73	239,10	8,44	3	0,58	167,83	6,71	4	1,20	241,43	9,41
75<x<100	4	0,73	350,48	12,37	0	0,00	0,00	0,00	3	0,90	267,38	10,43
>100	2	0,36	283,55	10,01	1	0,19	123,90	4,96	4	1,20	475,04	18,52
<b>TOTAL</b>	<b>550</b>	<b>100</b>	<b>2833,55</b>	<b>100</b>	<b>513</b>	<b>100</b>	<b>2500,35</b>	<b>100</b>	<b>334</b>	<b>100</b>	<b>2564,51</b>	<b>100</b>

As áreas de mata ripária apresentaram aumento gradual dos valores das métricas CA, PLAND, LPI, ED e ÁREA\_MN entre os anos, porém a densidade de manchas reduziu, ou seja, diminuiu o número de manchas e aumentou a área (**TABELA 11**) e representa a maior porcentagem da paisagem em 2002.

DORNNELLY e MARZULUFF (2004) comentam que o tamanho da reserva é importante para a composição de comunidade de aves na paisagem e quando as reservas diminuem em tamanho, espécies florestais nativas desaparecem. Além do tamanho é necessário considerar a borda, que pode afetar os organismos em um fragmento florestal causando mudanças nas condições bióticas e abióticas (MURCIA, 1995).

Uma regra derivada da teoria de biogeografia de ilhas é que reservas devem minimizar a razão borda-área para maximizar a área de interior efetiva da reserva. Mudanças físicas associadas com a criação de uma borda podem ter efeitos profundos em processos ecológicos (DEBINSKI e HOLT, 2000) e em espécies animais variam entre espécies que evitam ou preferem esse tipo de ambiente (borda) (MURCIA, 1995).

Os fragmentos pequenos raramente são representativos do ambiente original, assim eles podem não incluir muita variabilidade de habitat (ZUIDEMA *et al.*, 1996) e também porque apesar do tamanho do fragmento ser um fator importante para a dinâmica populacional, o efeito de borda pode reduzir ainda mais a área efetiva do fragmento para determinadas espécies (SCARIOT *et al.*, 2003,).

Em 1962 os fragmentos, apesar de serem em maior número que os demais anos, foram menores e, assim, possuíam mais borda. Apesar de 2002 ter menos fragmentos, esses eram maiores, porém apresentou maior borda, sendo que provavelmente as manchas são mais dendríticas que 1972, característico das matas ripárias, que tiveram um aumento gradual e representativo.

Houve recuperação de áreas de mata ripária entre os anos estudados e redução, principalmente de áreas alagadas e campo. Em compensação, áreas de cerrado e mata semidecídua tiveram redução nos períodos de expansão agrícola no Município e depois recuperação desses fragmentos, que estão em áreas com declividades acima de 13%.

A recuperação dessas áreas pode não ser representativa do ponto de vista da conservação, uma vez que, conforme cita METZGER (1999), a diminuição de área pode acarretar redução nos recursos e, por conseqüência, uma intensificação das competições intra e inter-específicas. Pode, ainda, contribuir para a extinção local e regional de espécies sensíveis adaptadas a condições de interior (DUNN *et al.*, 1991).

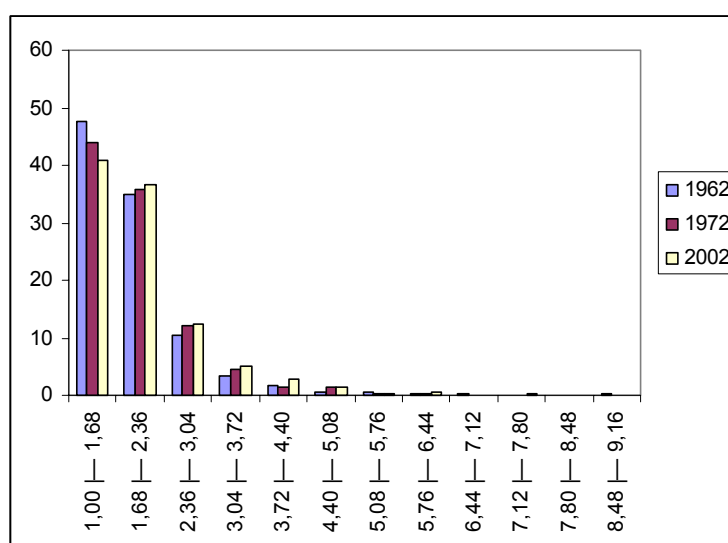


### 4.2.3. Forma

A forma do fragmento determina o grau do efeito de borda e a maior ou menor influência dos fatores externos sobre a biodiversidade (PIRES J., 1995) e é tão importante quanto a área do fragmento, apesar de se conhecer relativamente pouco sobre os efeitos da forma nos ecossistemas (FORMAN e GODRON, 1986). O Índice de Borda (InB) foi adotado a partir do conceito de Grau de desenvolvimento da borda utilizado em lagos (corpos lênticos) por limnologistas, aplicado em fragmentos de vegetação. Nos exemplos citados por FORMAN e GODRON (1986) lagos vulcânicos têm valores próximos a 1, como o Montezuma Well no Arizona (1,04) e lagos alongados, como o Lago Baikal, tem valores entre 3 e 4.

No caso deste estudo, os menores valores encontrados são de 1,06, 1,04 e 1,05; e os valores máximos de 9,12, 6,16 e 7,55 para 1962, 1972 e 2002, respectivamente. Os valores do InB foram agrupados em 12 intervalos, conforme o Postulado de Sturges (ZAR, 1999).

O processo de fragmentação foi gradativo entre 1962-2002, com redução em número de fragmentos próximos à forma circular e aumento dos próximos à alongada. Observa-se na **FIGURA 20** que houve redução da frequência de fragmentos na classe de 1 a 1,68 (neste intervalo, os fragmentos se aproximam da forma circular) de 47,72% para 44,05% e desse para 40,72% (para 1962, 1972 e 2002, respectivamente). Manchas com valores de InB que representam formas mais alongadas aumentaram de 1962 para 2002.



**FIGURA 20** – Frequência relativa de fragmentos em função dos valores de InB, agrupados em 12 classes, para os anos de 1962, 1972 e 2002.

A interação de forma e do tamanho da mancha pode influenciar um número de processos ecológicos importantes e o FRAGSTATS calcula diversas métricas que quantificam a configuração da paisagem em termos de complexidade de forma da mancha (MCGARIGAL e MARKS, 1995). Para métricas de forma, escolheram-se: Índice de Dimensão Fractal (FRAC), Círculo Circunscrito Relacionado (CIRCLE) e Índice de Contigüidade (CONTIG).

O Índice de Dimensão Fractal FRAC é baseado na relação perímetro-área. Os valores são distribuídos no intervalo de 1 a 2, sendo que para formas euclidianas simples (por exemplo, círculos e retângulos)  $FRAC = 1$ , enquanto os polígonos tornam-se mais complexos, FRAC tende a 2 (MCGARIGAL *et al.*, 2002).

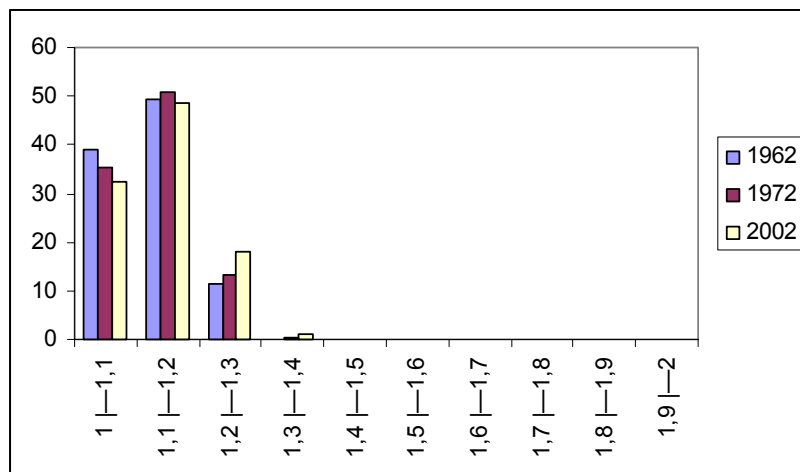
A média de FRAC (FRAC\_MN) foi menor em 1962 e maior em 2002 (TABELA 13). 1962 apresenta, em porcentagem, maior frequência de manchas com formas próximas à euclidiana (círculo, quadrado) e menor com formas complexas do que 2002 (FIGURA 21). Supõe-se, dessa forma, que o processo de fragmentação conduziu gradativamente a formas mais complexas no período analisado, principalmente entre 1962 e 1972.

As classes Cerrado, Mata Ripária e Semidecídua apresentaram os maiores valores de FRAC\_MN em 2002 e Campo e Alagada foram em 1962, lembrando que essas duas fisionomias representam 1,36% da área de estudo e que sofreram redução em área e número de fragmentos entre os anos.

A métrica CIRCLE usa o menor círculo circunscrito em vez do quadrado menor circunscrito e fornece uma medida da alongação total da mancha, varia de 0 a 1, sendo que o menor valor refere-se a manchas circulares e o maior a manchas alongadas (MCGARIGAL e MARKS, 1995).

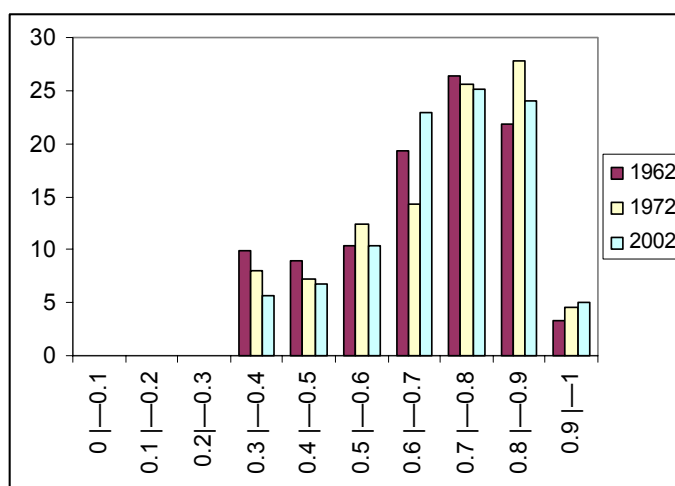
**TABELA 13** – Métricas de forma em nível classes: Índice de Dimensão Fractal Médio (FRAC\_MN), Círculo Circunscrito Relacionado Médio (CIRCLE\_MN) e Índice de Contigüidade Médio (CONTIG\_MN), geradas pelo FRAGSTATS 3.3 para o Município de Santa Cruz da Conceição para os anos de 1962, 1972 e 2002.

ANO	FRAC_MN	CIRCLE_MN	CONTIG_MN
2002	1,1325	0,7021	0,6278
1962	1,1192	0,6747	0,5425
1972	1,1263	0,6915	0,6364



**FIGURA 21** - Frequência relativa dos fragmentos distribuídos nas classes de valores do Índice de Dimensão Fractal (FRAC), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002.

Em 1962 houve maior frequência em classes próximas a zero e em 2002, maior próximas a 1 (**FIGURA 22**). Tanto a análise de classes para as áreas naturais como um todo (**TABELA 13**) e separando as fisionomias, os valores variaram pouco. Dessa forma, não é possível precisar, quanto a essa métrica, a situação da área de estudo nos anos trabalhados.



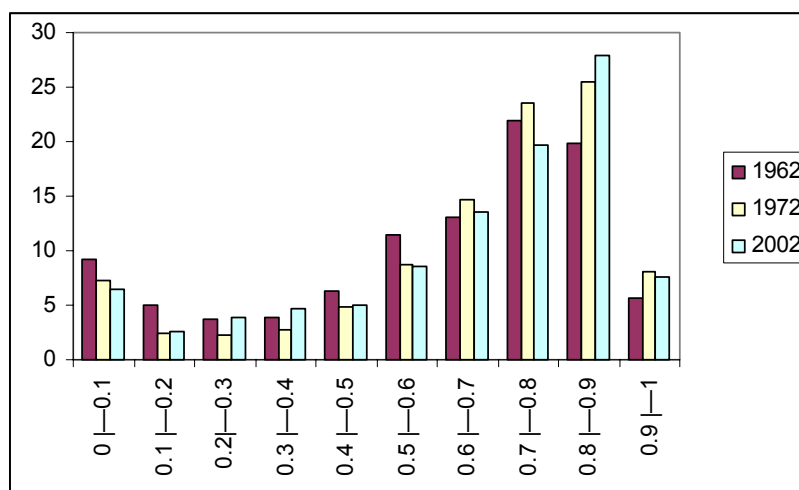
**FIGURA 22** – Frequência relativa dos fragmentos distribuídos nas classes de valores do Círculo circunscrito relacionado (CIRCLE), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002.

O Índice de Contigüidade (CONTIG) avalia a forma da mancha baseado na conectividade espacial das células dentro de uma grade de células para fornecer um

índice de configuração do limite da mancha, varia de 0 a 1, sendo que as manchas contíguas grandes resultam em valores de índice maiores (MCGARIGAL e MARKS, 1995).

Verificou que as maiores frequências, próximo a 1, e a maior média (CONTIG\_MN) foram de 1972, ou seja, nesse ano as manchas tenderam a ser maiores e mais contíguas do que os demais anos. Já em 1962 houve as maiores frequências próximas a zero e o menor CONTIG\_MN, assim, nesse ano a tendência foi manchas menores e menos contíguas que os demais anos (**FIGURA 23**).

Considerando as fisionomias separadas, a mata ripária em 2002 e em 1972 têm praticamente o mesmo valor de CONTIG\_MN. Esse resultado deve ser analisado compreendendo que CONTIG considerada a forma, tamanho e conectividade dos fragmentos de mesmas classes, assim os altos valores em 2002 podem ter sido devido a esse ano apresentar fragmentos maiores que os demais.



**FIGURA 23** – Frequência relativa dos fragmentos distribuídos nas classes de valores do Índice de Contiguidade (CONTIG), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002.

Quanto às métricas do Fragstats, verificou-se as principais mudanças na forma dos fragmentos ocorreram entre 1962 e 1972, apesar da situação ser melhor nesses dois anos, em 1962 eles apresentaram formas próximas à euclidiana que sofrem menos os efeitos de borda (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Esse resultado vem de encontro ao InB, que mostrou que formas mais alongadas do que circulares aumentaram de 1962 para 2002 e a discussão da substituição de áreas naturais, onde fragmentos de cerrado e campo deram lugar ao uso agrícola e se recuperou, principalmente, a mata ripárias ao

longo dos rios a partir de 1965, quando foi dada a atenção às Áreas de Preservação Permanente.

A forma da mancha (como medida da razão perímetro-área ou dimensão fractal) pode ter implicações importantes em escala da paisagem. Manchas de forma simples com limites lisos podem ter mais transições abruptas a manchas adjacentes. Manchas complexas, por contraste, podem ter diferentes conjuntos de condições ambientais em proximidade a outras manchas (DUNN *et al.*, 1991). Assim, a análise da forma das manchas deve ser complementada com outras análises, como o contraste de borda.

#### 4.2.4. Área de interior

A área core, ou área de interior está definida como a área dentro de uma mancha além da influência especificada de borda e da forma da mancha. O significado preliminar da área core em determinar o caráter e a função das manchas em uma paisagem parece estar relacionada ao efeito da borda (MCGARIGAL e MARKS, 1995). Algumas espécies simplesmente evitam habitats de borda ou serão ausentes em manchas pequenas com pouco ou nenhum habitat de interior (MEFFE e CARROLL, 1991).

Considerou-se 30 m de profundidade de borda e analisaram-se as métricas: Área Core (CORE), Número de Áreas Core (NCORE) e Índice de Área Core (CAI). Como o intervalo de valores nas métricas CORE e NCORE é de zero a +infinito, o agrupamento dos dados não seguiu o Postulado de Sturges.

Quando se analisou em nível mancha, CORE, NCORE e CAI verificou-se que em 1962, mais de 50% dos fragmentos não possuíam área de interior e 1972 apresentou menor frequência de CORE = 0 (**FIGURA 24**).

CORE mostrou que a quantidade de habitat de interior (em ha) em 1962 foi menor, com CORE\_MN = 3,25. A mesma tendência das métricas de Área Total não foi observada na métrica de Área de Interior Total, apesar de 2002 apresentar maior CORE\_MN (**TABELA 14**). Uma explicação seria que a forma dos fragmentos em 2002 conduziu à redução de área de interior, corroborando os resultados de InB e das métricas de forma, que mostraram que em 2002 os fragmentos estão com forma mais complexas.

**TABELA 14** – Métricas de forma em nível classes Área de Interior Média (CORE\_MN) e Índice de Área de Interior Médio (CAI\_MN), geradas pelo FRAGSTATS 3.3 para o Município de Santa Cruz da Conceição para os anos de 1962, 1972 e 2002.

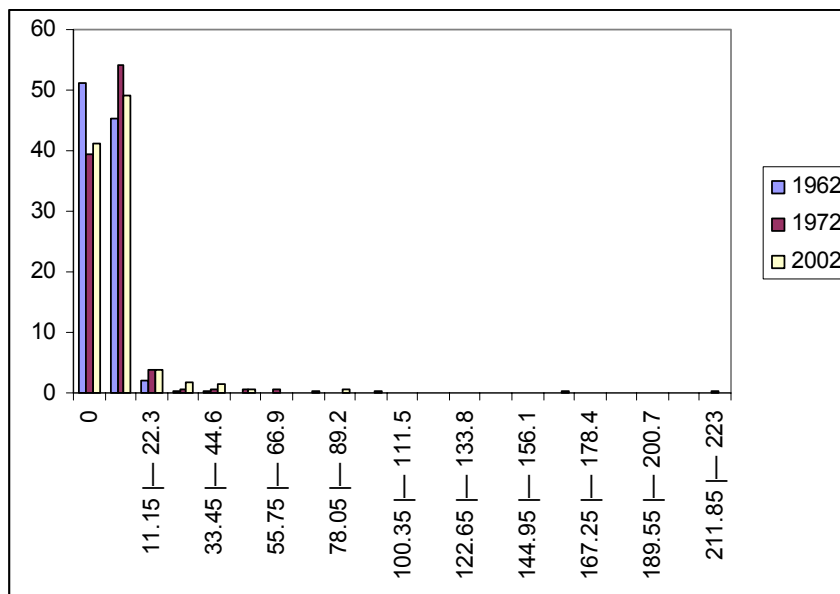
ANO	CORE_MN	CAI_MN
1962	3,25	10,53
1972	5,18	16,02
2002	5,68	17,06

Essa foi uma dificuldade encontrada na análise dessa métrica, onde CORE (em ha) elevado não está relacionado com a integridade, visto que dois fragmentos com mesmo valor de CORE podem tanto ter uma forma dendrítica ou não (formas euclidianas).

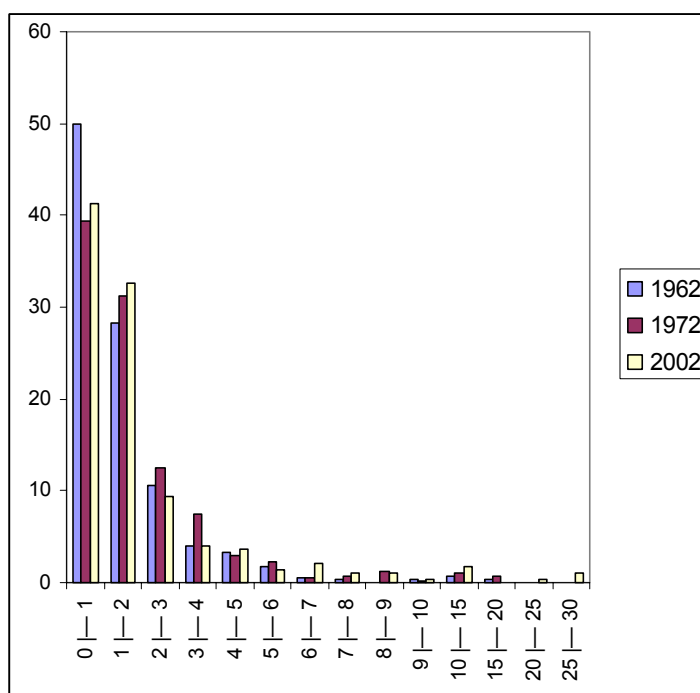
Como uma única mancha pode conter diversas manchas disjuntas de habitat interior é importante considerar o número de áreas de interior disjuntas como manchas separadas. NCORE apresentou uma tendência similar ao CORE, onde 1962 apresentou a maior frequência de fragmentos sem área de interior e 1972 a maior frequência de fragmentos com área de interior (**FIGURA 25**).

Verifica-se que NCORE máximo foi 29, 15 e 19, em 2002, 1972 e 1962, respectivamente. Valores altos de NCORE significam que possivelmente a qualidade dentro das manchas não seja satisfatória, uma vez que cada área de interior detectada pode ser considerada um habitat separado dos demais para as espécies de interior, possuindo formas muito complexas, o que foi verificado nas métricas FRAC e CIRCLE em 2002.

O Índice de Área Core (CAI) é basicamente uma relação borda-interior, trata a borda como uma área de largura variável e é uma medida relativa que quantifica a porcentagem da mancha ocupada pela área de interior. Os fragmentos menores que 3,75 ha tiveram CAI = 0, esses não possuem área de interior. A maior porcentagem de fragmentos que possuem CAI entre 70 e 100 foi em 1972 (**FIGURA 26**). O menor CAI\_MN foi em 1962 (**TABELA 14**), que nas métricas de área de interior apresentou os menores valores.



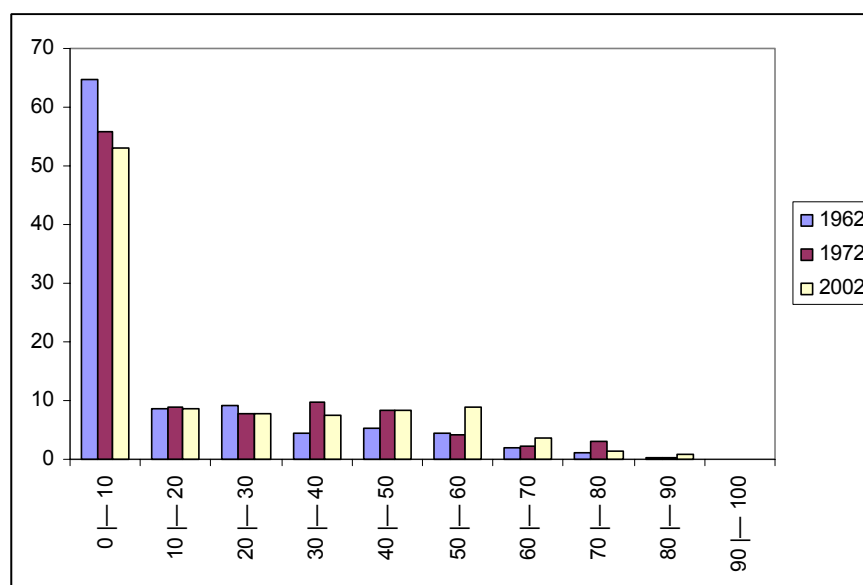
**FIGURA 24** – Frequência relativa dos fragmentos distribuídos nas classes de valores de Área Core (CORE), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002.



**FIGURA 25** – Frequência relativa dos fragmentos distribuídos nas classes de valores do Número de Área Core (NCORE), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002.

Os resultados demonstram que em 1962 existia uma menor quantidade de habitats de interior, apesar de haver maior área e maior porcentagem de fragmentos

próximos à forma euclidiana, o tamanho em muitas manchas não foi suficiente para detectar área de interior, quando aplicou borda de 30 metros.



**FIGURA 26** – Frequência relativa dos fragmentos distribuídos nas classes de valores do Índice de Área Core (CAI), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002.

#### 4.2.5 Conectividade/isolamento

O isolamento de habitats por barreiras de movimento é um efeito da fragmentação tão importante como a redução no tamanho do habitat. Espécies são restritas a tipos de habitats 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 (MEFFE e CARROLL, 1991).

A matriz pode influenciar significativamente a conectividade das manchas de habitat, possivelmente aumentando ou diminuindo a densidade da população local e o risco de extinção (STEFFAN-DEWENTER, 2003) e pode reduzir os movimentos de animais entre fragmentos ou migrações sazonais (CHIARELO, 2000).

Para a análise de conectividade, testaram-se diferentes distâncias  $d$ , e conforme essa aumentava, fragmentos separados e arquipélagos conectavam-se. Essa variação na distância deve ser considerada, pois fragmentos podem estar isolados para determinados organismos, mas conectado para outros, como exemplifica o estudo de BENNETT (2003) o qual cita que um fragmento pode estar isolado para um pequeno roedor, mas pode ser facilmente alcançado por uma ave migratória ou um morcego de floresta.



Em 1962 e 1972 existiam, respectivamente, 550 e 513 fragmentos de vegetação natural e semi-natural com cobertura arbórea / arbustiva, sendo que na distância  $d=30m$ , 2469,27 ha e 2221,51 ha de fragmentos conectados em 79 e 66 arquipélagos e 281,35 ha e 278,84 ha de fragmentos ficaram isolados. A  $d= 350m$ , são 2684,85 e 2495,07 ha de fragmentos conectados em sete arquipélagos (**TABELA 15**). Em 2002, a 30 metros de distância ( $d$ ) existem 532,58 ha de fragmentos conectados em 55 arquipélagos e 2031,93 ha de fragmentos isolados, e com  $d = 350m$  existem 68,09ha de fragmentos isolados e 2496,42 ha de fragmentos conectados em nove arquipélagos (**TABELA 15**).

A área conectada aumenta com o aumento da distância  $d$ , sendo que a maior área conectada é de 2684,85 ha (98,30%), 2495,07 ha (99,79%) e 2496,42 ha (97,37%) para 1962, 1972 e 2002, respectivamente. (**TABELA 15**).

Em 1972, houve a menor porcentagem de fragmentos isolados (22,61%) e em 2002 a maior porcentagem de fragmentos isolados (32,63%). Se considerarmos esse como o único critério de averiguação da conectividade, 1972 seria o mais conectado e 2002 o menos conectado.

Para o número de fragmentos conectados, assim como para o número de fragmentos isolados, a porcentagem foi proporcional, o que era esperado, pois a soma desses dois valores resulta no número total de fragmentos.

Em 2002 o número de arquipélagos com dois fragmentos foi maior que os demais (média de 35,42%) e o menor número foi em 1962 (19,54%). Esses dois critérios diminuíaam com o aumento da distância  $d$ .

**TABELA 15** – Análise de conectividade do município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil, em função da distância  $d$ , para os anos de 1962 e 2002.

distância	Soma da área dos fragmentos isolados			Soma da área dos fragmentos conectados			Número de arquipélagos			Soma da área dos fragmentos do maior arquipélago			Soma da área de arquipélagos com dois fragmentos		
	1962	1972	2002	1962	1972	2002	1962	1972	2002	1962	1972	2002	1962	1972	2002
30	281,35	278,84	532,58	2469,27	2221,51	2031,93	79	66	55	885,29	383,82	208,00	249,86	273,9	539,74
50	258,60	246,09	430,99	2492,02	2254,25	2133,52	58	65	54	897,82	628,29	229,22	248,80	271,1	281,81
100	196,95	126,19	170,10	2553,67	2374,15	2394,41	37	53	43	1203,72	946,79	261,87	109,70	144,5	65,84
150	160,73	102,17	95,79	2589,90	2398,17	2468,72	26	31	31	1427,93	987,73	433,68	68,26	91,49	56,84
200	133,94	38,72	90,86	2616,68	2461,63	2473,65	18	27	22	1696,27	1356,20	1158,84	17,19	85,59	48,15
250	78,12	20,05	77,90	2672,50	2480,30	2486,61	13	14	11	1710,44	1483,85	1737,49	15,05	37,48	33,44
300	70,83	5,75	77,90	2679,79	2494,60	2486,61	13	8	10	1741,01	1685,20	1747,84	13,21	7,51	31,13
350	65,77	5,28	68,09	2684,85	2495,07	2496,42	8	7	9	2580,91	2262,24	2306,86	2,42	7,51	30,52

O número de arquipélagos sozinho não é uma boa medida de conectividade, pois a quantidade de arquipélagos com dois fragmentos pode também determinar se os fragmentos são habitats acessíveis ou não. Dois pequenos fragmentos conectados em um arquipélago podem ser habitats isolados para determinadas espécies.

Os maiores valores (relativos) de fragmentos no maior arquipélago, na distância  $d$  de 30 a 150m são em 1972 e a 200 m e a 350m, são em 1962. Essa variação pode ser devido ao aumento do número de estradas entre 1962 e 2002, que são barreiras para o movimento de espécies entre os fragmentos e foram consideradas nessa análise.

Deve-se acrescentar que não foi analisado o isolamento proporcionado por características da matriz (permeabilidade) e o quanto algumas barreiras, como estradas, impedem o movimento de organismos entre fragmentos. Estes aspectos podem ser tão importantes quanto a redução do tamanho das manchas de fragmentos.

DRISCOLL e 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 nas respostas das espécies para a fragmentação.

Os estudos de GUSTAFSON e GARDNER (1996) mostram que a probabilidade de extinção da população de uma espécie dentro de manchas de habitat isoladas aumenta como uma função inversa do tamanho e qualidade da mancha. Já FORMAN e GODRON (1986) citam que a diversidade de espécies em um determinado fragmento varia em função das suas características, como a diversidade de habitats dentro do fragmento, a intensidade e o tipo de perturbação ou o impacto exercido sobre ele, a sua área, a sua idade, a heterogeneidade da matriz onde está situada, o grau de isolamento e o tipo de fronteira entre o fragmento e a matriz.

O isolamento de manchas de habitat é um fator crítico na dinâmica de populações espacialmente estruturadas e é particularmente importante no contexto da fragmentação do habitat. Depende das distâncias e das áreas de todos os fragmentos vizinho, do arranjo espacial dos fragmentos de habitat, assim como das características do ambiente entre os fragmentos (METZGER, 1999).

Pelo FRAGSTATS calculou-se uma métrica que adota a perspectiva de biogeografia de ilhas no isolamento da mancha: o Índice de Proximidade (PROX) (MCGARIGAL e MARKS, 1995), além do Índice de Similaridade (SIMI).

Apesar de freqüentemente ser usado o método da *distância do vizinho mais próximo* para avaliar a isolamento da mancha, neste trabalho utilizou-se o índice de Proximidade, pois o isolamento não é apenas medido pela distância física entre os fragmentos, mas também por características da vizinhança.

O Índice de Proximidade (PROX) considera o tamanho e a proximidade de todas as manchas cujas bordas estão dentro de um raio especificado de busca da mancha focal. O índice é calculado como a soma, sobre todas as manchas do tipo correspondente da mancha cujas bordas estão dentro do raio da busca e cada tamanho de mancha é dividido pelo quadrado de sua distância da mancha foco (MCGARIGAL e MARKS, 1995). O índice varia de zero ao infinito, sendo que zero não possui manchas vizinhas da mesma classe e quanto maior o índice possui maior número de manchas maiores e mais próximas.

O maior valor de PROX (2109,57) foi em 1962, o que pode ter elevado o índice desse ano, uma vez que houve maior número de fragmentos com PROX = 0, maior freqüência de manchas com PROX até 100 e menor freqüência em 1000 e 2500 (**TABELA 16**).

O Índice de Proximidade Média (PROX\_MN) foi menor (244,79) em 2002 e os maiores valores foram em 1962 (PROX\_MN = 294,38) e 1972 (PROX\_MN = 265,45). O ano de 2002 teve o Índice de Proximidade mais baixo, possuindo manchas menores e/ou mais distantes entre si do que os demais anos, visto que em análises anteriores, nesse ano os fragmentos eram menores.

Considerando a análise para cada fisionomia, campo e cerrado tiveram PROX\_MN maiores em 1962 e Alagada e Semidecídua em 1972 e Mata ripária em 2002. O valor alto de Mata Ripária em 2002 reflete o seu formato mais alongado e sua distribuição ao longo dos rios, resultando em alta freqüência e altos valores de área dentro do raio de busca de 350m.

Como a distribuição espacial dos fragmentos na paisagem e os tipos de elementos da paisagem que os separam ou conectam determinam o grau de isolamento das populações das espécies de plantas nos fragmentos (SCARIOT *et al.*, 2003), utilizou-se, ainda, a métrica Índice de Similaridade (SIMI), que considera o tamanho e a proximidade de todas as manchas cujas bordas estão dentro de um raio especificado da busca da mancha e distingue distribuições escassas de pequenas e insulares manchas de

habitat das configurações onde o habitat dá forma a um conjunto complexo de manchas maiores (MCGARIGAL *et al.*, 2002).

**TABELA 16** – Frequência absoluta (Fa) e frequência relativa (Fr) dos fragmentos distribuídos nas classes de valores do Índice de Proximidade (PROX), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002

Classes			1962		1972		2002	
			Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
0	0	109	15,75	59	14,46	22	7,97	
0	— 10	279	40,32	161	39,46	61	22,10	
10	— 20	90	13,01	46	11,27	30	10,87	
20	— 30	52	7,51	24	5,88	19	6,88	
30	— 40	25	3,61	18	4,41	21	7,61	
40	— 50	17	2,46	11	2,70	6	2,17	
50	— 60	21	3,03	17	4,17	5	1,81	
60	— 70	10	1,45	7	1,72	4	1,45	
70	— 80	13	1,88	2	0,49	5	1,81	
80	— 90	6	0,87	8	1,96	5	1,81	
90	— 100	5	0,72	8	1,96	4	1,45	
100	— 200	27	3,90	21	5,15	35	12,68	
200	— 300	21	3,03	18	4,41	19	6,88	
300	— 400	4	0,58	1	0,25	7	2,54	
400	— 500	4	0,58	1	0,25	5	1,81	
500	— 600	4	0,58	0	0,00	2	0,72	
600	— 700	1	0,14	3	0,74	5	1,81	
700	— 800	0	0,00	3	0,74	7	2,54	
800	— 900	0	0,00	0	0,00	2	0,72	
900	— 1000	0	0,00	0	0,00	3	1,09	
1000	— 1010	0	0,00	0	0,00	2	0,72	
1500	— 1510	1	0,14	0	0,00	7	2,54	
2000	— 2010	3	0,43	0	0,00	0	0,00	

Para o cálculo dessa métrica é necessária a elaboração de uma matriz quadrada que indica a similaridade entre as classes dentro da paisagem. Varia de 0 a 1, onde 0 são classes sem similaridade e 1 com alta similaridade.

Os maiores valores de SIMI por mancha foram em 1972, onde o menor valor foi 831,58 e o maior foi 345766,20. Já o maior valor para 1962 e 2002 foi 320212,60 e 69072,81, respectivamente (**TABELA 17**). A mancha com menor índice foi em 1962 (1,95). SIMI\_MN foi maior em 1972 (41634,54) e o menor em 2002 (3232,69), assim como para todas as fisionomias.

**TABELA 17** – Frequência absoluta (Fa) e frequência relativa (Fr) dos fragmentos distribuídos nas classes de valores do Índice de Similaridade (SIMI), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002.

Classes			1962		1972		2002	
			Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
0	—	35000	482	69,86	29	7,06	275	98,57
35000	—	70000	41	5,94	260	63,26	4	1,43
70000	—	105000	6	0,87	3	0,73	0	0
105000	—	140000	26	3,77	0	0	0	0
140000	—	175000	0	0	21	5,11	0	0
175000	—	210000	0	0	0	0	0	0
210000	—	245000	48	6,96	0	0	0	0
245000	—	280000	84	12,17	0	0	0	0
280000	—	315000	0	0	44	10,71	0	0
315000	—	350000	3	0,43	54	13,14	0	0

Os fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição estão inseridos em uma matriz menos similar às áreas naturais em 2002 e uma matriz mais similar a essa classe foi em 1972. Isto significa que a matriz seria mais permeável em 1972 a espécies que possuem habilidade de se dispersarem em campos abertos, como áreas de pasto sujo e pastagem.

Pelas métricas de isolamento/proximidade, a paisagem em 2002 apresentou fragmentos mais isolados e em 1972 estavam menos isolados. Esse resultado vem de

encontro à análise de conectividade, quando detectou que a paisagem em 1972 estava mais conectada. O Índice de Similaridade permite analisar a questão da permeabilidade da matriz para uma determinada espécie (por meio da similaridade entre as classes de uso).

Essas considerações do SIMI são importantes, uma vez que, além da distância, a qualidade do habitat também interfere na dinâmica da metapopulação, isto é, com a contínua extinção e recolonização (CERQUEIRA *et al.*, 2003).

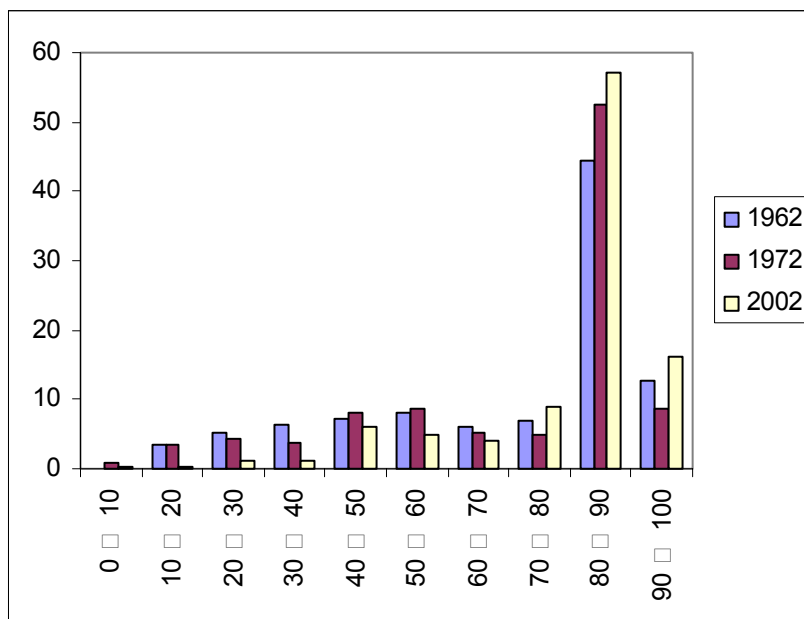
#### 4.2.6 Contraste

Nas florestas tropicais e nos cerrados, grandes áreas estão sendo convertidas em monoculturas agrícolas ou pastagens, fazendo com que os fragmentos de habitat fiquem em contato com áreas abertas e, portanto, expostos aos ventos e à penetração de luz e calor (SCARIOT *et al.*, 2003, p.105). O contraste é forte se elementos adjacentes da paisagem são muito diferentes e a transição entre eles é estreita ou ausente (FORMAN e GODRON, 1986). Refere-se ao valor da diferença entre tipos adjacentes de mancha com respeito a um ou mais atributos ecológicos em uma escala dada, que são relevantes ao organismo ou ao processo sob a consideração (MCGARIGAL *et al.*, 2002).

O contraste entre uma mancha e sua vizinhança pode influenciar o número de processos ecológicos importantes (FORMAN e GODRON 1986) e não é somente um indicador do isolamento, mas também do efeito borda (MEFFE e CARROLL, 1991).

Em nível mancha, o FRAGSTAT permite calcular o Índice de Contraste de Borda (ECON) que mede o grau de contraste entre uma mancha e sua vizinhança imediata, para sua análise, considera-se cada segmento do perímetro da mancha conforme o grau de contraste (que varia de 0 a 1) com a mancha adjacente. Da mesma forma que o SIMI, é necessário uma matriz quadrada que indica os valores de contraste entre as classes, sendo que zero não há contraste e 1 o contraste é máximo.

O maior ECON foi em 1962 (88,69). Na **FIGURA 27** é possível observar que mais de 80% dos fragmentos apresentam ECON maior que 70 em 2002, enquanto que nos demais anos é menor que 65%. Em relação a ECON menores que 50, em 1962 e 1972 houve maior frequência de fragmentos nesse intervalo. ECON\_MN foi maior em 1962 (88,24), apesar dos valores individuais por mancha terem sido mais altos em 2002.



**FIGURA 27** – Freqüência relativa dos fragmentos distribuídos nas classes de valores do Índice de Contraste de Borda (ECON), para fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição para 1962, 1972 e 2002.

Em 1962 houve maior densidade de borda, que influencia nos valores de ECON\_MN. Para auxiliar essa análise, utilizou-se o Contraste Ponderado pela Densidade de Borda (CWED) que padroniza a borda por unidade de área, sendo que os maiores valores foram em 1962 e 2002. Considerando a Densidade de Borda, o ano com mais contraste de borda (em metros) por área (ha) é 2002, que possui CWED de 41,59m/ha para um ED de 46,99m/ha (**TABELA 18**). O mesmo aconteceu com as fisionomias mata ripária e semidecídua que possuem maiores valores de CWED em 2002 e valores menores de ECON\_MN. A Densidade de Borda de mata ripária em 2002 é a mais alta, se comparada com as demais fisionomias.

**TABELA 18** – Valores de Densidade de Borda (ED) e Contraste Ponderado pela Densidade de Borda (CWED), para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição, em 1962, 1972 e 2002.

Ano	ED	CWED
2000	46,99	41,59
60	49,73	44,79
70	44,18	39,75



Embora em todos os anos o contraste das bordas dos fragmentos seja alto (mais de 80% da borda dos fragmentos), a paisagem do Município de Santa Cruz da Conceição apresentou, em 2002, maior contraste de borda, provavelmente deve-se ao fato do aumento de áreas de monocultura-de-cana-de-açúcar e redução de pastagem, visto que o primeiro uso apresenta maior contraste de borda que o segundo.

#### 4.2.7 Grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa

O grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER) apresentou-se alto em 503 fragmentos (1316,60 ha), 466 (1455,05 ha) e 307 (1383,40 ha) para os anos de 1962, 1972 e 2002 (**TABELA 19**). Fragmentos de baixo VER corresponderam a seis (619,35 ha), quatro (291,73 ha) e oito fragmentos (833,83 ha) para 1962, 1972 e 2002, respectivamente. Esses últimos possuem maior possibilidade de riqueza populacional de espécies e foram considerados fragmentos *fonte* (*sensu* PULLIAM, 1988).

**TABELA 19** – Classificação dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural do Município de Santa Cruz da Conceição quanto ao Índice de Vulnerabilidade Ecológica Relativa, em 1962, 1972 e 2002.

	1962		1972		2002	
	Número de fragmentos	Área (ha)	Número de fragmentos	Área (ha)	Número de fragmentos	Área (ha)
Alto VER	503	1316,60	466	1455,05	307	1383,40
Médio VER	41	814,67	43	753,56	18	347,29
Baixo VER	6	619,35	4	291,73	8	833,83
Total	550	2750,62	513	2500,35	334	2564,51

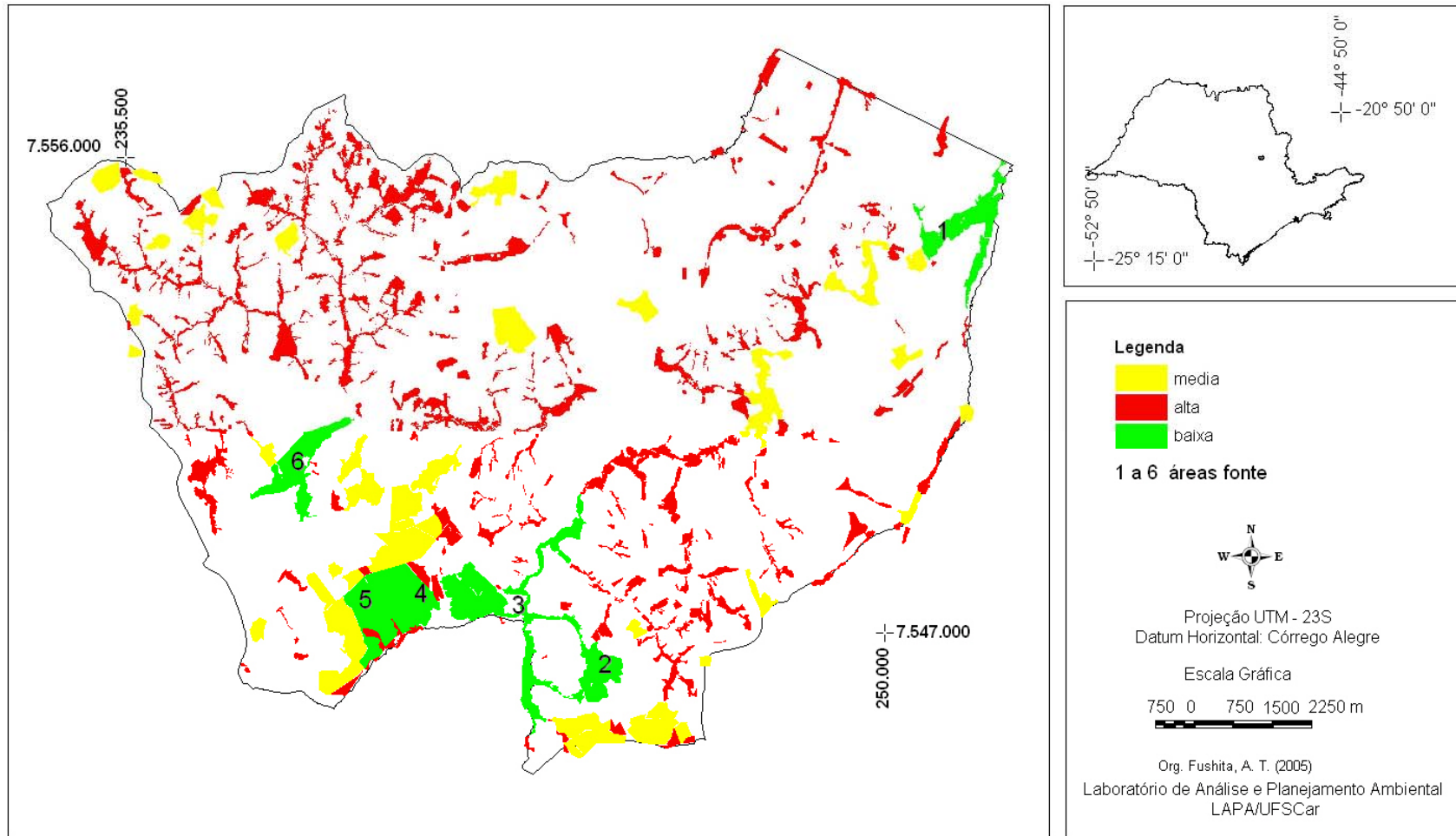
Paisagens podem mudar em duas formas: as manchas podem surgir, mudar a forma ou tamanho ou desaparecer e a estrutura função ou composição de manchas individuais pode mudar (MEFFE e CARROLL, 1991). No caso do Município de Santa Cruz da Conceição, somente dois fragmentos *fonte* permaneceram nos anos estudados (fragmentos 4 e 6, em 1962 - **FIGURA 27** -; fragmentos 1 e 3, em 1972 - **FIGURA 28** -; e fragmentos 4 e 7, em 2002 - **FIGURA 29**). Os demais fragmentos *fonte* de 1962 foram reduzidos em tamanho (fragmentos 6, 5 e 4 - **FIGURA 27**) ou desapareceram em 1972 (fragmentos 2 e 3 - **FIGURA 27**) ou em 2002 (fragmento 1 da **FIGURA 27**). Em

2002 aqueles considerados com VER baixo, exceto os dois fragmentos já citados, foram classificados como de VER médio ou alto em 1962 e/ou 1972, sendo provavelmente resultado de recuperação de áreas.

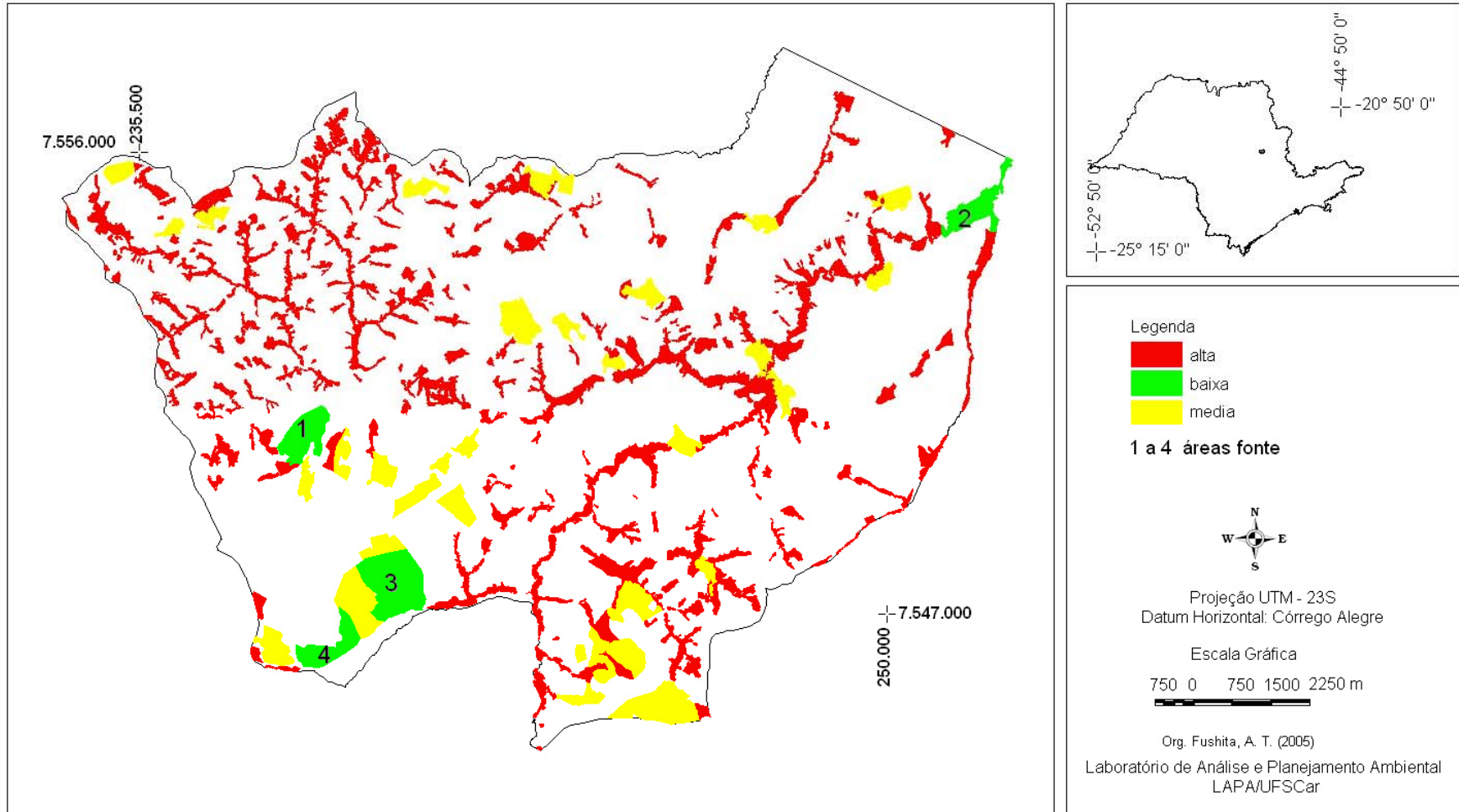
Em 1962 e 1972 todos os fragmentos *fonte* estavam em meio à pastagem, enquanto que em 2002 dois fragmentos *fonte* estavam rodeados por pastagem, quatro encontravam-se em áreas de monocultura de cana-de-açúcar e dois em citricultura. Em 2002, algumas áreas *fonte* estão próximas umas as outras (as áreas *fonte* 1 e 2 e as áreas *fonte* 4, 5 e 6). Em 1962, considerando o modelo de fonte-sumidouro, os fragmentos 2, 3, 4, 5 e 6 estão próximos (ligados entre si ou por meio de fragmentos de média VER), ou seja, esta situação facilita o movimento biológico entre os fragmentos se comparado com 2002.

Duas áreas fontes estão ligadas por meio de um fragmento de VER médio e os outros dois estão distantes, em 1972. Assim, possivelmente, em 1972, a integridade da paisagem, considerando o VER, estava mais baixa que nos demais anos. É importante salientar que esta discussão é teórica, pois a partir de 1972 muito material biológico, especialmente do ponto de vista genético, pode ter sido perdido e, dessa forma, a integridade foi prejudicada a despeito de ter sido aumentada a quantidade e o número de fragmentos, quando se pensa em um prazo maior (centenas de anos).

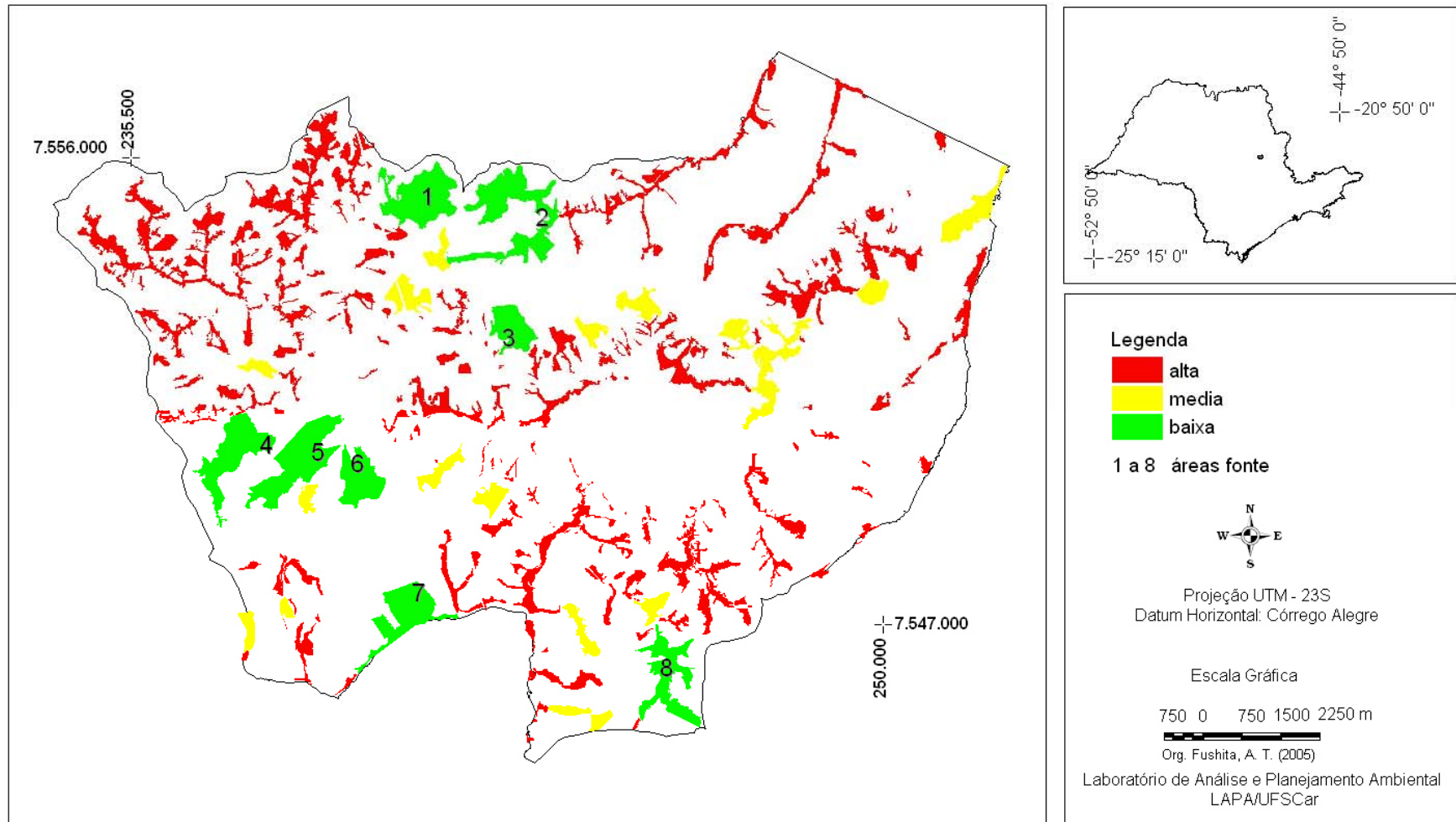
Considerando o modelo “fonte-sumidouro”, sabe-se que a “*fonte*” é *resistente* a extinção, mas o “*sumidouro*” não (DELIBES *et al.*, 2001) e que a presença de uma dada espécie em uma mancha pode ser uma função não somente do tamanho e isolamento de mancha, mas também do tipo de habitat de vizinhança (ANDRÉN, 1994). TAYLOR *et al.* (1993) citam que uma *fonte* pouco conectada irá contribuir com menos indivíduos para sumidouros do que as que estão mais conectadas, e similarmente, um sumidouro que é facilmente acessado para uma ou mais fontes pode atrair mais animais do que um que é conectado pobremente. Conforme a situação a conectividade entre as áreas *fonte* pode influenciar na relação entre os fragmentos no modelo “fonte-sumidouro”, uma vez que sumidouros conectados podem funcionar como corredores, ligando diferentes áreas *fonte*.



**FIGURA 27** – Fragmentos de vegetação natural e semi-natural do município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil, classificados quanto ao grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa para 1962. Os números (1 a 6) referem-se aos fragmentos fontes.



**FIGURA 28** – Fragmentos de vegetação natural e semi-natural do município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil, classificados quanto ao grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa para 1972. Os números (1 a 4) referem-se aos fragmentos *fontes*.



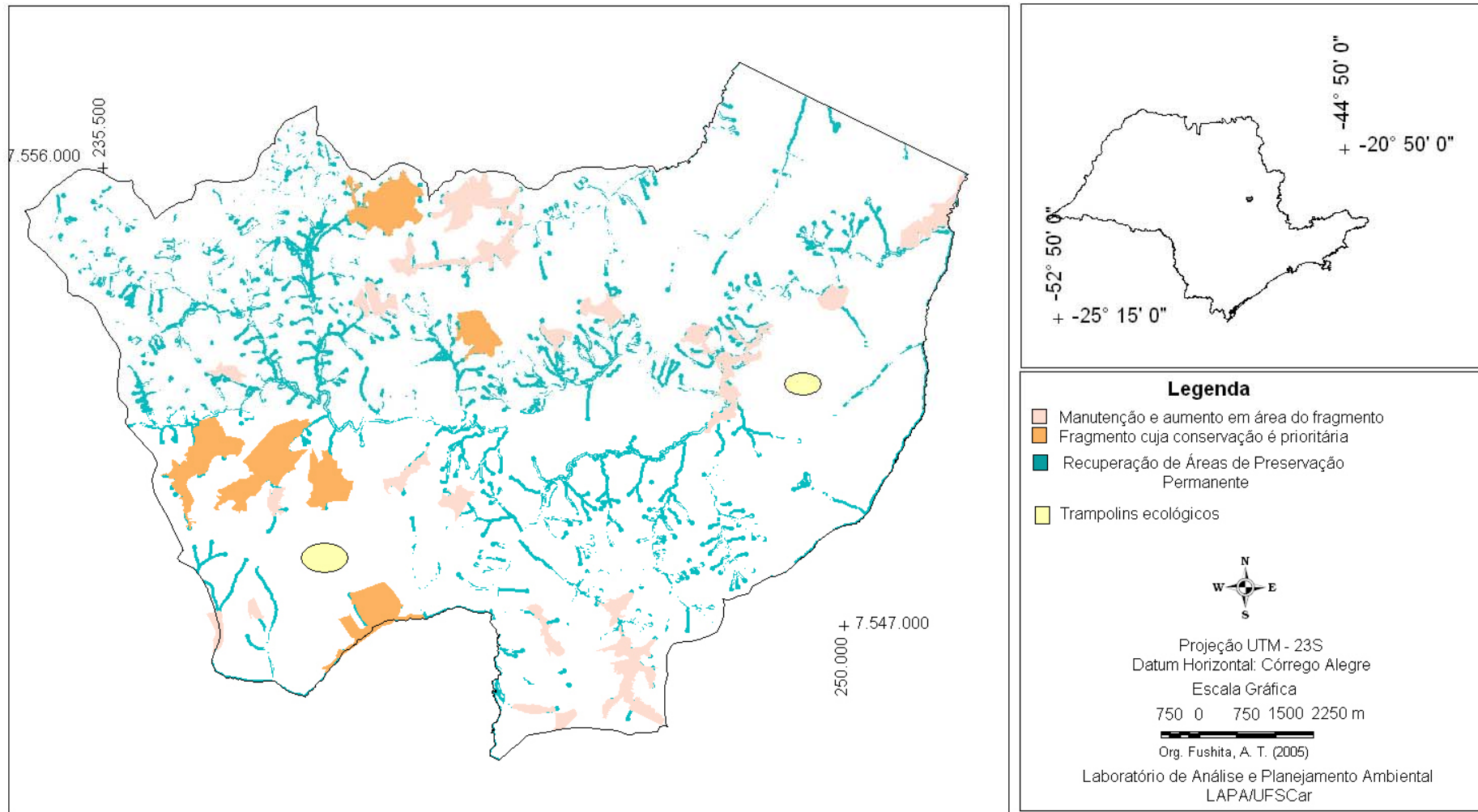
**FIGURA 29** – Fragmentos de vegetação natural e semi-natural do município de Santa Cruz da Conceição, SP, Brasil, classificados quanto ao grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa, para 2002. Os números (1 a 8) referem-se aos fragmentos *fontes*.

### 4.3. Elaboração de medidas para melhoria da integridade da paisagem.

As análises permitiram verificar que existem diversas áreas de conservação prioritária (**FIGURA 30**), que são os fragmentos *fontes* detectados para 2002. Estes fragmentos mostram importância quando se embasa na dinâmica de *fonte-sumidouro* e devem ser mantidas, como por exemplo, por meio da averbação como reservas legais, assim como os fragmentos onde averiguou ser extremamente importante a sua manutenção e aumento em área (**FIGURA 30**).

Essas áreas totalizam 1181,12 ha e auxiliariam na melhoria da integridade da paisagem. Outra medida importante, é a recuperação de APPs no Município de Santa Cruz da Conceição, que correspondem a 1148,15 ha.

Como se trata de uma análise teórica levando em consideração alguns aspectos da estrutura da paisagem, deve-se ressaltar que, por não abordar aspectos funcionais dos fragmentos, todo fragmento na atual situação deve ser conservado e os esforços devem se concentrar na recuperação de áreas, como as APPs e a restauração de fragmentos que podem funcionar como trampolins ecológicos em locais onde os fragmentos existentes não estão conectados (**FIGURA 30**).



**FIGURA 30** – Mapa das ações propostas para a melhoria da integridade da paisagem do Município de Santa Cruz da Conceição, São Paulo, Brasil.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos métodos para a elaboração dos mapas pode-se dizer que, apesar de os mapas apresentarem um coeficiente de *kappa* elevado, foram encontradas discordâncias entre as áreas mapeadas e o uso e ocupação atual da terra devido a defasagem temporal entre a aquisição dos materiais utilizados e o trabalho de campo.

É necessário refletir sobre o custo-benefício dos tipos de classificação, por exemplo, a classificação supervisionada por máxima verossimilhança é rápida mas sua acurácia é baixa. Neste estudo, a fotointerpretação foi o método com acurácia mais elevada, porém é mais demorado e oneroso. A escolha das escalas e a precisão necessária para cumprir o objetivo da pesquisa são primordiais para definir o melhor método de classificação de uso e ocupação do solo.

A discussão sobre a superioridade das fotografias aéreas ou imagens de satélite é freqüente entre os pesquisadores. A resolução espacial das fotografias aéreas é melhor, apesar de sua resolução espectral ser menor (RODRIGUES *et al.*, 2003). As relações entre padrões espaciais e processos ecológicos dependem da escala porque eles podem variar de acordo com a escala de abordagem (METZGER, 2003a). Portanto dependendo do tipo de pesquisa a ser realizado é necessário considerar estas questões antes de iniciar o processo de aquisição de produtos de sensoriamento remoto. Para esta pesquisa entretanto, como não se trata de análise da paisagem para um organismo específico, não foram detectados problemas de escala.

Com relação à análise da variação temporal da paisagem, verificou-se que a maioria das mudanças em área e forma dos fragmentos ocorreu entre 1962 e 1972. Esses resultados vêm de encontro com o trabalho de MISSIO (2003) no Município de Frederico Westphalen, que verificou perdas significativas ocorreram antes de 1984, e com a discussão da substituição de áreas naturais, onde fragmentos de cerrado e campo deram lugar ao uso agrícola e houve a recuperação, principalmente, de matas ripárias. É importante observar que a partir de 1965 foi dada maior atenção às Áreas de Preservação Permanente. Entre 1972 e 2002, foi mais freqüente a substituição do tipo de cultura em terras com uso agrícola do que redução de áreas naturais.

Em 1962 os fragmentos, apesar de serem em maior número, eram menores e possuíam mais borda e menor área de interior, mas a forma era mais próxima à euclidiana. Assim, seu baixo valor de borda se deve ao pequeno tamanho dos



fragmentos, que é evidenciado pelo número relativamente alto de fragmentos (51%) que não apresentavam área de interior (core).

Em relação a 2002, apesar de apresentar um número menor de fragmentos, o tamanho dos mesmos foi maior e, portanto, apresentou maior área de borda. Nesse ano, a forma das manchas é complexa devido, principalmente, a maior porcentagem de matas ripárias que, por acompanharem os cursos de água, são, por característica, dendríticas. As manchas estavam mais isoladas entre si e houve maior contraste de borda nos fragmentos.

Considerando a análise integrada de todas as métricas, verificou-se uma paisagem em melhor situação em 1972 que nos demais anos, com fragmentos de formas simples, mais conectados nas menores distâncias entre as manchas estudadas e mais similares entre si.

Deve-se ter cautela quando se analisa comparativamente a aparente melhora no Grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa entre 2002 e 1972, pois, apesar de maior número de fragmentos *fonte*, a integridade interna pode não ser satisfatória para a permanência de populações neles. Considerando os critérios abordados neste trabalho, os fragmentos de vegetação natural e semi-natural apresentaram menores valores de área de interior e estavam mais isolados uns dos outros em 2002, esses são aspectos importantes que também interferem na existência de espécies florestais em fragmentos.

Sabe-se que, tanto a Teoria da Biogeografia de Ilhas, quanto à dinâmica metapopulacional e de *fonte-sumidouro* consideram que a possibilidade de movimento entre as manchas é primordial para a manutenção dessas populações. Se as populações locais ficam isoladas e as distâncias são tão grandes que o movimento entre as manchas de habitat torna-se impossível, as populações locais são extintas, e não há possibilidade de repovoamento (CERQUEIRA *et al.*, 2003).

Este trabalho concentrou-se em aspectos teóricos, pois um habitat *fonte* é definido por características demográficas - sucesso reprodutivo e sobrevivência - e não apenas pela densidade da população (MEFFE e CARROLL, 1991) e a diferença entre uma área (ou população) *fonte* da qual os indivíduos dispersam para áreas (ou populações) *sumidouro* não é o tamanho, mas a qualidade do habitat (CAGHLEY e GUNN, 1996).

Uma das formas de mitigação dos efeitos de mudanças antrópicas na paisagem é a redução da distância entre manchas (GOODWIN e FAHRIG, 2002). No Brasil entre as instrumentos legais que podem auxiliar nos esforços de conservação, em especial

para a ligação entre áreas, estão as Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Reservas Legais (RLs).

Os resultados apresentados na etapa de análise da paisagem mostram a dinâmica de desmatamento e de perda da qualidade dos fragmentos de vegetação natural e semi-natural no Município de Santa Cruz da Conceição até 1972 e a relativa recuperação e/ou manutenção de áreas naturais entre 1972 e 2002. Possivelmente, essa condição vem de encontro às ações governamentais de proteção aos recursos naturais, como o Código Florestal de 1965, que delimita as APP e foi alterada pela medida Provisória nº 1956-57 de 14/12/2000 e regulamentada pela Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002.

NAIMAN e DÉCAMPS (1997) verificaram que diversos autores sugerem que as zonas ripárias são sistemas chave como ligações entre sistemas aquático e terrestre, e podem funcionar como corredores. Nesse sentido, a recuperação das APP conceituais não condizentes com a legislação (1148,15 ha) seria uma alternativa para a melhora da conectividade da paisagem estudada.

É importante ressaltar que a dispersão de indivíduos ao longo de corredores irá ajudar o fluxo gênico entre habitats naturais, podendo aumentar o tamanho efetivo das populações, e encorajar a dinâmica de metapopulação pelo qual uma população em declínio em um habitat isolado pode ser resgatada (efeito resgate) pela dispersão de outra. Por outro lado deve-se tomar muito cuidado quando analisamos a situação apenas pelo viés teórico.

A idéia de que corredores é a solução para a perda de biodiversidade, principalmente quando estes são de largura muito reduzida, é ainda questão de debate entre os conservacionistas, pois não existem evidências científicas comprovadas de que eles realmente funcionem (MEFFE e CARROLL, 1994; SIMBERLOFF e COX, 1987; NOSS, 1987; SOULÉ, 1991; DEWMARK, 1993 *in*: Pires J., 1995). Há muita discussão sobre o quão funcional é um corredor, pois os mesmos podem ajudar a dispersar doenças e fogo e aumentar a exposição de caça, predação e competição com animais domésticos ou animais silvestres com alta plasticidade ambiental, generalistas e biologicamente agressivos (CAGHLEY e GUNN, 1996; METZGER, 2003b).

A reserva legal, que deve ser averbada junto da matrícula do imóvel e a determinação do local dentro de uma propriedade rural depende de aprovação do órgão ambiental competente (estadual, municipal ou outra instituição habilitada) e deve considerar o plano de bacia hidrográfica, o plano diretor municipal, o zoneamento

ecológico-econômico, outras categorias de zoneamento ambiental e a proximidade com outra reserva legal, APP, unidade de conservação ou outra área legalmente protegida.

Uma combinação de diversos fatores deve determinar os lugares mais adequados para o estabelecimento de RLs e serão diferentes para as espécies que podem freqüentemente ser usadas para classificar os habitats como adequados *versus* não adequados (MEFFE e CARROLL, 1991).

Em paisagens onde habitats naturais foram severamente fragmentados pela urbanização e agricultura, redes de reservas naturais estão sendo propostas como uma solução (VERBOOM *et al.*, 2001). O planejamento pode ter um papel na preservação da biodiversidade para a seleção de rede de reservas, e o aumento dos fragmentos existentes ou adição de novas manchas para realçar a biodiversidade (LANGEVELDE *et al.*, 2000).

Os fragmentos *fonte* são importantes para a manutenção de populações, mas deve-se considerar que, na situação atual, onde a maior parte das áreas com vegetação natural foi reduzida a remanescentes pequenos, todos os fragmentos são importantes. Apesar disso, a definição de reservas como tratamento para prevenir ou reverter o declínio de populações mostrou uma clara divisão entre teoria e prática (CAGHLEY e GUNN, 1996).

Em Santa Cruz da Conceição, considerando as 14 Unidades de Gerenciamento, somente cinco possuem fragmentos de menor VER, considerados como áreas *fonte*, e sete possuem somente fragmentos de alta VER. Nesse aspecto, é importante incluir no planejamento áreas que permitam recuperação da vegetação para que melhore a sua integridade.

A conservação dos fragmentos *fonte*, o aumento em área de fragmentos de VER média e a recuperação de vegetação em APP e em locais chave para a dispersão de organismos podem facilitar a troca de indivíduos por *trampolins ecológicos* (*stepping stones*), que têm sido alocados para conectar áreas *fonte* nas áreas de uso intensivo da terra como áreas de monocultura e pastagens em larga escala (LANGEVELDE *et al.*, 2000; PIRES A. *et al.*, 2004). Essas medidas podem melhorar a integridade da paisagem no Município de Santa Cruz da Conceição.

Para que as estratégias de manejo e o planejamento ambiental sejam efetivos quanto à proteção da biodiversidade na paisagem é necessário compreender o contexto em que está inserida, a influência da matriz nos processos internos dos fragmentos, além

do conhecimento do comportamento, da dispersão e de outros aspectos da vida dos organismos, principalmente aqueles que mais necessitam de cuidados de conservação.

Nesse aspecto, raros são os municípios que possuem o entendimento da necessidade de incorporar parâmetros ambientais no processo de gerenciamento e de planejamento da ocupação e de utilização dos recursos ambientais (espaço, materiais e processos). O espaço rural dificilmente é objeto de regulamentação e permanece suscetível a todas as formas de apropriação e degradação (PIRES J., 1995), o que pode implicar em prejuízos ambientais.

Apesar dessas considerações, o diagnóstico da situação dos fragmentos, do ponto de vista da integridade, e as informações sobre a paisagem e sua história são ferramentas que auxiliam a compreender a dinâmica da paisagem e assim podem subsidiar na elaboração de medidas que considerem os aspectos ecológicos, que muitas vezes são esquecidos.

Este estudo permitiu visualizar aspectos importantes para a manutenção da integridade da paisagem no Município de Santa Cruz da Conceição e fornece subsídios e alternativas para a minimização dos efeitos negativos advindos do processo de fragmentação de habitat.

Cabem aos órgãos gestores a elaboração de políticas públicas que considerem os aspectos como os levantados neste trabalho para que essas ações sejam realmente em prol da conservação da biodiversidade. A adoção de medidas que considerem a conservação como um dos itens prioritários em planejamento ambiental, principalmente da área agrícola mostrou ser pouco aplicável, mesmo que essencial. Deve-se dessa forma, estreitar a distância hoje existente entre a teoria e a prática na elaboração e na execução de planos em nível local e regional, e no gerenciamento e no planejamento do uso de recursos naturais.

## 5 REFERÊNCIAS

ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, v.71, p. 355-366, 1994.

AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Belém, Pará: Sociedade Civil Mamirauá/MCT CNPq, 2003. 292p.

APLIN, P.; ATKINSON, P. M.; CURRAN, P. J. Fine Spatial resolution simulated satellite sensor imagery for land cover mapping in the United Kingdom. **Remote sens. Environ**, v. 68, p.206-216, 1999.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: A management perspective**. Ottawa, Canadá: WDL publications, 1994. 294 p.

BENNETT, A. F. **Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation**. Gland,Switzerland: IUCN and Cambridge, 2003. 254p.

BROTONS, L.; MONKKONEN, M.;MARTIN. J. L. Are fragments Islands? Landscape context and density-area relationships in boreal forest birds. **The American Naturalist**, v. 162, n 3, p. 344-357, 2003.

CAUGHLEY, G.; GUNN, A. **Conservation Biology in Theory and Practice**. Massachusetts: Blackwell Science Inc, 1996. 459p.

CAVALLINI, M. M. **Agricultura tradicional, composição paisagística e conservação de biodiversidade na região sul mineira: subsídios ao desenvolvimento rural sustentável**. 2001. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M. T.; PARDINI, R. Fragmentação: Alguns conceitos. *In* RAMBALDI, D. M; OLIVEIRA, D. A. S. (orgs.). **Fragmentação**

**de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 24 – 40.

CHIARELLO, A. G. Conservation value of a native forest fragment in a region of extensive agriculture. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p.237-247,1999.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170p.

DEBINSKI, D. M.; HOLT, R. D. A survey and overview of habitat fragmentation Experiments. **Conservation Biology**, v. 14, n. 2, 342-355, 2000.

DONNELLY, R.; MARZLUFF, J. M. Importance of Reserve Size and Landscape Context to Urban Bird Conservation. **Conservation Biology**, v. 18, p. 3733-745, 2004.

DRISCOLL, D. A.; WEIR, T. Beetle responses to habitat fragmentation depend on ecological traits, habitat condition, and remnant size. **Conservation Biology**, v. 19, n. 1, p. 182-194, 2005.

DUNN, C. P.; SHARPE, D. M.; GUNTENSPERGEN, G. R.; STEARNS, F.; YANG, Z. Methods for Analyzing Temporal Changes in Landscape Pattern.173-198. *In*: TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. (eds). **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity.** New York: Springer- Verlag, 1991. 556p.

ESCADA, M. I. S.; KURKDJIAN, M. L. N.O. Utilização de tecnologia de sensoriamento remoto para o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1993. Curitiba. **Anais...** p32-39.

FEER, F.; HINGRAT, Y. Effects of forest fragmentation on a dung beetle community in French Guiana. **Conservation Biology**, v. 19, n. 4, p.1103-1112, 2005.

FIORIO, P. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; SPAROVEK, G. Cronologia e impacto ambiental do uso da terra na microbacia hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p 671-672, 2000.

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

FREEMAN, R. E.; RAY, R. O. Landscape ecology practice by small scale river conservation groups. **Landscape and Urban Planning**, v. 56, p. 171-184, 2001.

GILPIN, M.; HANSKI, I. **Metapopulation dynamics: empirical and theoretical investigations**. London: Academic Press 1991. 313p.

GOODWIN, B. J.; FAHRIG, L. How does landscape structure influence landscape connectivity? **Oikos**, v. 99, p. 552-570, 2002.

GUSTAFSON, E. J. Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? **Ecosystems**, v. 1, p. 143-156, 1998.

GUSTAFSON, E. J.; GARDNER, R. H. The effect of landscape heterogeneity on the probability of patch colonization. **Ecology**, v. 77, n. 1, p. 94-107, 1996.

HANSKI, I.; MOILANEN, A.; GYLLENBERG, M. Minimum viable metapopulation size. **The American Naturalist**. v. 147, n 2, 1996.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. São Paulo. Fundação Instituto de Geografia e Estatística, Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 24 de agosto de 2005.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - Coordenadoria de Ação Regional. Secretaria de Estado dos Negócios do Interior. Governo do Estado de São Paulo. **Plano Topográfico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1979/1990. Escala 1:10.000.

KOFFLER, N.F.; MORETTI, E. Diagnóstico do uso agrícola das terras do município de Rio Claro. **Revista Geografia**, vol. 16 n- 2, p. 1-76, 1991.

KRAMER, E. A. Measuring Landscape Changes in Remnant Tropical Dry Forests. In: LAURAMES, W. F.; BIERRGARD. O. J. **Tropical Forest Remnants, ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 386-409.

LANGEVELDE, F. van; SCHOTMAN, A.; CLAASSEN, F.; SPARENBURG, G. Competing land use in the reserve site selection problem. **Landscape Ecology**, v.15, p. 243-256, 2000.

LEVINS, R. Extinction. In: ESTERNHABER, M. **Some mathematical problems in biology**. Providence: American Mathematical Society, 1970. p. 77-107.

LIMA, E. A. C. F. **Estudo da paisagem do município de Ilha Solteira – SP: Subsídios para o planejamento físico-ambiental**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1997.

LUIJTEN, J. C. A systematic method for generating land use patterns using stochastic rules and basic landscape characteristics: results for a Colombian hillside watershed. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 95, p. 427–441, 2003.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The Theory of Island Biogeography**. New Jersey, Princeton University Press, 1967.

MALANSON, G. P.; CRAMER, B. E.. Landscape heterogeneity, connectivity, and critical landscapes for conservation. **Diversity and Distributions**, v. 5, p. 27–39, 1999.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A; NEEL; M. C.; ENE, E. **FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html), 2002.



MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. US. Forest Service General Technical Report PNW 351, 1995.

MEFEE, G. K.; CARROLL, C. R. **Principles of Conservation Biology**. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc, 1994. 600p

METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. **An. Acad. Bras. Ci.**, v. 71, n. 3-I, p. 445-463, 1999.

METZGER, J. P. Delineamento de experimentos numa perspectiva de ecologia da paisagem.. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. 1 ed. Curitiba: IPE, 2003, v. 1. p. 539-553.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. 1 ed. Curitiba: IPE, 2003, v. 1. p. 423-453.

METZGER, J. P.; DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: an hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Oecologica**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 1997.

MISSIO, E. **Caracterização, Diagnóstico e Proposta de Zoneamento Ambiental para o Município de Frederio Westphalen – RS**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologia de aplicação**. São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais, 2001. 250p.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

NAINAN, R. J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: Riparian Zones. **Annual Rev. Ecol. Syst.**, v. 28, p. 621-658, 1997.

PAESE, A. **A utilização de modelos para análise da paisagem na região nordeste do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

PAREDES, E. A. **Sistema de Informação Geográfica: Princípios e Aplicações (Geoprocessamento)**. São Paulo: Editora Érica, 1996, 10ª Edição.1996.

PEREIRA, B. C. C. G.; SANTOS, R.F. Avaliação das escalas de 1:25.000 e 1:100.000 em mapeamentos orientados a planejamentos ambientais. **Caderno de Informações Georreferenciadas**, v. 1, n. 3, artigo 1, 1999.

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D. F. B.; REMPEL, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais**, Goiânia, Brasil: INPE, 16-21 abril 2005. p 2339-2346.

PIRES, A. M. Z. C. R. **Diretrizes para a Conservação da Biodiversidade em Planos de Manejo de Unidades de Conservação. Caso de Estudo: Estação Ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio (Luiz Antônio – SP)**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

PIRES, A. M. Z. C. R.; PIRES, J. S. R. e SANTOS, J. E. Avaliação da Integridade Ecológica de Bacias Hidrográficas. In: SANTOS, J. E.; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J. S. R.; HENKE-OLIVEIRA, C.; PIRES, A. M. Z. C. R. (org.). **Faces da Polissemia da**

**Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção..** 1 ed. São Carlos: Rima, 2004, v. 1. p. 123-154.

PIRES, J.S.R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural:** Abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antônio – SP. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

PIRNAT, J. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscapes. **Landscape and Urban Planning**, v. 52, p. 135-143, 2000.

PRIMACK, R. B. **Essentials of conservation biology.** 2<sup>a</sup>ed. Sinauer Associates, Inc. 1998.

PRIMACK. R. B.; RODRIGUES, E. (2001). **Biologia da Conservação.** Londrina: Editora Sinauer, 2001.

PULLIAM, H. R. Source, sinks and population regulation. **American Naturalist**, v. 132, p. 652-661, 1988.

QUATTROCHI, D. A.; PELLETIER, R. E. Remote( Sensing for Analysis of Landscapes: An Introduction.. *In:* TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. (eds). **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity.** New York: Springer- Verlag, 1991. p. 51-76.

RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMEA, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 385-403, 1998.

RITCHIE, M. E. Populations in a Landscape Context: Sources, Sinks and Metapopulations. *In:* BISSONETTE, J. R. (org). **Wildlife and landscape ecology: Effects of pattern and scale.** New York: Spring-Verlag, 1997. p. 160-184.

RODRIGUES, E.; CAINZOS, R. L. P.; QUEIROGA, J.; HERRMANN, B. C. Conservação de paisagens fragmentadas. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. 1 ed. Curitiba: IPE, 2003, v. 1. p. 481-503.

SCARIOT, A.; FREITAS, S. R. de; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA, L. C. de; SANAIOTTI, T.; SEVILHA, A. C.; VILLELA, D. M. Vegetação e Flora. In RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S.(orgs.). **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p.104-123.

SILVA, L. A. **Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de São Carlos – SP**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

SOARES, J. J., SILVA, D. W.; LIMA, M. I. S. Current state and projection of the probable original vegetation of the São Carlos region of São Paulo State, Brazil. **Braz. J. Biol.**, v, 63, n. 3, p. 527-536, 2003.

SOUZA, P. M.; LIMA, J. E. Mudanças na pauta de produtos e efeitos sobre o perfil do emprego agrícola nas Regiões Sul e Sudeste - 1975-1995. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 104, p 41-60, 2003.

STEFFAN-DEWENTER, I. Importance of Habitat Area and Landscape Context for Species Richness of Bees and Wasps in Fragmented Orchard Meadows. **Conservation Biology**, v. 17, n. 4, p. 1036–1044, 2003.

TAYLOR, P. D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K.; MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, v. 68, n.3, p.571-573, 1993.

TONIAL, T. M. **Dinâmica da Paisagem na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) –

Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

TOPPA, R. H. **Análise ambiental de um fragmento de cerrado como subsídio para conservação da biodiversidade**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

URBAN, D.L.; KEITT, T. Landscape Connectivity: a graph theoretic perspective. **Ecology**, v. 82, n. 5, p. 1205–1218, 2001.

VERBOOM, C. C. V.; OPDAM, P. F. M.; TER BRAAK, C. J. F. Toward Ecologically Scaled Landscapes Indices. **The American Naturalist**, v. 183, n. 1, p. 24-41, 2001.

VIANA, V. M. (1990). Biologia e manejo de fragmentos florestais. 6º Congresso Florestal Brasileiro, **Anais...**, Campos do Jordão, p. 113-118, 1990.

WU, J. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations, **Landscape Ecology**, v. 19, p. 125–138, 2004.

ZUIDEMA, P. A.; SAYER, J. A.; DIJKMAN, W. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. **Environmental Conservation**, v. 23, n. 4, p 290-297, 1996.

**APENDICES**

**APÊNDICE A** – Métricas geradas pelo FRAGSTATS 3.3, abreviatura, descrição, intervalo, tipo de métrica e níveis de análises realizadas neste trabalho.

Métrica	Abreviatura	Descrição	Intervalo	Tipo	Análises feitas em	
					Mancha	Classe
<b>Área média dos fragmentos</b>	AREA_MN	A soma de todas as manchas da classe multiplicada pela abundância proporcional da mancha (área da mancha dividida pela soma da área de todas as manchas).	$\geq 0$ , sem limite	Área/densidade/borda	Não	Sim
<b>Desvio Padrão da área das manchas</b>	AREA_SD	A raiz quadrada da soma dos desvios ao quadrado de cada valor da métrica de mancha do tipo de mancha correspondente dividido pelo número de manchas do mesmo tipo.	$\geq 0$ , sem limite		Não	Sim
<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 (para converter em porcentagem).	$0 < LPI \leq 100$		Não	Sim
<b>Borda Total</b>	TE	A soma do comprimento de todos os segmentos de borda do tipo de mancha correspondente.	$TE \geq 0$ , sem limite		Não	Sim
<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 (para converter em 100 hectares).	$PD > 0$		Não	Não

**APÊNDICE A** – Métricas geradas pelo FRAGSTATS 3.3, abreviatura, descrição, intervalo, tipo de métrica e níveis de análises realizadas neste trabalho.

<b>Métrica</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Análises feitas em</b>	
<b>Área da Classe</b>	CA	A soma da área de todas as manchas do tipo de mancha correspondente dividido por 10.000 (para converter em hectares).	$CA > 0$ , sem limite	Área/densidade/ borda	Não	Não
<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.	$0 < PLAND \leq 100$		Não	Não
<b>Índice de Dimensão Fractal</b>	FRAC	Duas vezes o logaritmo do perímetro da mancha, dividido pelo logaritmo da área da mancha	$1 \leq FRAC \leq 2$	Forma	Sim	Não
<b>Círculo Circunscrito Relacionado</b>	CIRCLE	Um menos a área da mancha dividida pela área do menor círculo circunscrito.	$0 \leq CIRCLE < 1$		Sim	Não
<b>Índice de Contigüidade</b>	CONTIG	O valor médio da contigüidade para as células em uma mancha pelo número total de pixels na mancha, menos 1, dividido pela soma dos valores menos 1.	$0 \leq CONTIG \leq 1$		Sim	Não
<b>Média do Índice de Dimensão Fractal</b>	FRAC_MN	A soma dos valores de cada mancha do tipo de mancha correspondente, dividido pelo número de manchas do mesmo tipo	$1 \leq FRAC\_MN \leq 2$		Não	Sim
<b>Média do Círculo Circunscrito Relacionado</b>	CIRCLE_MN		$0 \leq CIRCLE\_MN < 1$		Não	Sim
<b>Media do Índice de Contigüidade</b>	CONTIG_MN		$0 \leq CONTIG\_MN \leq 1$		Não	Sim



**APÊNDICE A** – Métricas geradas pelo FRAGSTATS 3.3, abreviatura, descrição, intervalo, tipo de métrica e níveis de análises realizadas neste trabalho.

Métrica	Abreviatura	Descrição	Intervalo	Tipo	Análises feitas em	
					Sim	Não
Área Core	CORE	Área dentro da mancha que está compreendida pela distância de borda especificada (neste estudo, 30m), dividida por 10.000.	$CORE > 0$ , sem limite	Área de interior ou área core	Sim	Não
Número de Área Core	NCORE	Número de áreas core disjuntas contidas dentro do limite da mancha.	$NCORE > 0$ , sem limite		Sim	Não
Índice de Área Core	CAI	Área core da mancha dividida pela área total da mancha multiplicada por 100.	$0 \leq CAI < 100$		Sim	Não
Média da Área Core	CORE_MN	A soma dos valores de cada mancha do tipo de mancha correspondente, dividido pelo número de manchas do mesmo tipo	$CORE\_MN > 0$ , sem limite		Não	Sim
Média do Índice de Área Core	CAI_MN		$0 \leq CAI\_MN < 100$		Não	Sim

**APÊNDICE A** – Métricas geradas pelo FRAGSTATS 3.3, abreviatura, descrição, intervalo, tipo de métrica e níveis de análises realizadas neste trabalho

Métrica	Abreviatura	Descrição	Intervalo	Tipo	Análises feitas em	
					Sim	Não
<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.	$PROX \geq 0$	Isolamento/proximidade/	Sim	Não
<b>Índice de Similaridade</b>	SIMI	Soma de todas as manchas vizinhas com as bordas dentro da distância especificada da mancha foco vezes o coeficiente de similaridade entre o tipo de mancha foco e a classe vizinha, dividido pelo quadrado da distância borda-a-borda entre a mancha foco e a mancha vizinha.	$SIMI \geq 0$		Sim	Não
<b>Média do Índice de Proximidade</b>	PROX_MN	A soma dos valores de cada mancha do tipo de mancha correspondente, dividido pelo número de manchas do mesmo tipo	$PROX\_MN \geq 0$		Não	Sim
<b>Média do Índice de Similaridade</b>	SIMI_MN		$SIMI\_MN \geq 0$		Não	Sim

**APÊNDICE A** – Métricas geradas pelo FRAGSTATS 3.3, abreviatura, descrição, intervalo, tipo de métrica e níveis de análises realizadas neste trabalho

Métrica	Abreviatura	Descrição	Intervalo	Tipo	Análises feitas em	
					Sim	Não
<b>Índice de Contraste de Borda</b>	ECON	Soma do comprimento do perímetro da mancha multiplicado pelo peso do contraste correspondente, dividido pelo perímetro total da mancha, multiplicado por 100.	$0 \leq \text{ECON} \leq 100$	Contraste de borda	Sim	Não
<b>Média do Índice de Contraste de Borda</b>	ECON_MN	A soma dos valores de cada mancha do tipo de mancha correspondente, dividido pelo número de manchas do mesmo tipo	$0 \leq \text{ECON\_MN} \leq 100$		Não	Sim
<b>Contraste Ponderado pela Densidade de Borda</b>	CWED	A soma do comprimento de cada segmento de borda, envolvendo o tipo de mancha correspondente pelo peso do contraste correspondente, dividido pela área total da paisagem, multiplicado por 10.000.	$\text{CWED} \geq 0$ , sem limite.		Não	Sim

**APÊNDICE B: Classes hipsométricas e suas respectivas áreas (ha) e percentagem relativa (%) do Município de Santa Cruz da Conceição.**

<b>Classes hipsométrica</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentagem relativa (%)</b>
590 a 600	7,34	0,049
600 a 610	209,13	1,4
610 a 620	549,80	3,679
620 a 630	783,60	5,244
630 a 640	904,35	6,052
640 a 650	1018,39	6,815
650 a 660	973,36	6,514
660 a 670	1722,12	11,52
670 a 680	1411,22	9,444
680 a 690	1102,42	7,377
690 a 700	1080,80	7,233
700 a 710	954,96	6,391
710 a 720	1036,49	6,936
720 a 730	723,31	4,84
730 a 740	662,01	4,43
740 a 750	795,02	5,32
750 a 760	155,90	1,043
760 a 770	351,34	2,351
770 a 780	261,78	1,752
780 a 790	183,37	1,227
790 a 800	29,81	0,199
800 a 810	12,49	0,084
810 a 820	13,98	0,094
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

**APÊNDICE C** - Matriz de erros para a análise de acurácia obtida para as classes de uso e ocupação da terra para o município de Santa Cruz da Conceição (SP): 1- área natural; 2 - área urbana; 3 - monocultura de cana-de-açúcar; 4 - culturas perenes; 5 - culturas anuais; 6 - reflorestamento; 7 - pasto; 8 - solo exposto; 9 - infra-estrutura rural; 10 - represamento; 11 - mineração e 12 - área industrial; para a classificação de **a)** fotografias aéreas e **b)** imagem de satélite.

<b>a)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	0	0	29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	30
4	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
7	0	0	1	0	0	0	29	0	0	0	0	0	30
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	3	30	25	3	2	29	0	0	0	0	0	102

<b>b)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	0	0	28	0	0	0	2	0	0	0	0	0	30
4	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	24
5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
6	1	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	2
7	0	0	5	0	0	0	25	0	0	0	0	0	30
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	2	35	24	3	1	27	0	0	0	0	0	102

**APÊNDICE D** – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE) para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
0.23	0.00	1.25	0.02	0.00	1.08	49.57	2.17	2.19
3.30	0.18	1.95	1.00	0.00	2.33	5.25	0.43	2.14
6.39	1.06	1.30	0.02	0.00	1.11	0.29	0.00	1.08
4.27	0.72	1.33	2.37	0.13	1.89	1.22	0.00	2.02
1.03	0.00	1.94	7.31	0.09	5.35	1.33	0.02	1.99
2.45	0.13	1.59	1.47	0.20	1.42	0.33	0.00	1.21
0.40	0.00	1.48	9.25	0.58	2.00	1.12	0.01	1.52
0.42	0.00	1.25	0.23	0.00	1.42	0.14	0.00	1.52
0.24	0.00	1.89	0.71	0.03	1.19	0.75	0.00	2.14
22.19	3.29	1.10	3.42	0.27	1.90	0.12	0.00	1.18
1.16	0.09	1.22	0.50	0.00	1.18	0.49	0.00	1.69
1.84	0.06	1.97	0.49	0.00	1.18	4.61	0.24	2.36
1.02	0.00	1.56	0.18	0.00	1.50	0.99	0.00	2.16
1.44	0.00	2.80	0.12	0.00	1.61	0.84	0.00	1.66
1.32	0.25	1.33	0.13	0.00	1.75	0.22	0.00	1.83
3.40	0.77	1.16	1.72	0.03	1.92	0.25	0.00	1.57
4.87	1.05	1.17	0.49	0.01	1.07	0.19	0.00	1.62
2.14	0.42	1.19	3.85	0.49	1.54	0.05	0.00	1.16
8.15	1.54	1.17	0.53	0.00	1.15	0.36	0.00	1.85
7.71	1.17	1.32	1.01	0.08	1.30	0.08	0.00	1.18
0.37	0.00	1.69	6.46	0.84	1.64	1.07	0.01	1.55
0.23	0.00	1.64	0.10	0.00	1.71	0.89	0.00	2.08
0.30	0.00	1.78	0.52	0.00	1.70	0.18	0.00	1.85
0.11	0.00	1.26	0.57	0.00	1.88	0.28	0.00	1.17
0.14	0.00	1.38	0.08	0.00	1.74	1.75	0.00	2.54
0.79	0.02	1.36	0.19	0.00	1.35	8.58	0.77	2.17
7.86	0.35	2.99	1.10	0.00	2.35	3.09	0.36	2.08
0.30	0.00	1.92	1.50	0.17	1.59	0.44	0.00	1.89
0.47	0.00	3.65	1.03	0.13	1.19	0.57	0.00	1.44
0.05	0.00	1.92	0.68	0.01	1.44	0.98	0.00	2.89
0.39	0.00	2.59	0.47	0.00	1.44	0.15	0.00	1.28
0.12	0.00	2.50	0.40	0.00	1.65	0.05	0.00	1.24
0.24	0.00	1.82	0.64	0.00	1.15	1.72	0.25	1.59
0.02	0.00	1.21	1.72	0.20	1.44	0.56	0.00	1.31
0.02	0.00	1.15	3.24	0.15	1.74	1.75	0.20	1.30
0.02	0.00	1.12	3.60	0.34	1.75	3.32	0.41	1.77
0.03	0.00	1.49	0.45	0.00	1.78	0.57	0.00	2.49
0.01	0.00	1.37	0.31	0.00	1.22	0.53	0.00	1.30
0.40	0.00	3.04	0.67	0.01	1.37	0.21	0.00	1.20
0.49	0.02	1.10	1.23	0.00	3.02	0.79	0.00	1.42
0.60	0.00	1.72	1.05	0.00	1.64	4.02	0.09	2.38
1.39	0.00	1.70	1.77	0.00	1.90	0.30	0.00	1.49
1.07	0.00	1.94	1.74	0.25	1.29	1.04	0.00	2.21
0.07	0.00	1.06	0.64	0.00	1.33	0.40	0.00	1.51
0.33	0.00	1.98	0.65	0.00	1.92	0.68	0.06	1.19
32.78	3.70	1.21	0.28	0.00	1.50	0.15	0.00	1.08
0.59	0.00	1.78	0.82	0.00	1.97	0.09	0.00	1.35

**APÊNDICE D – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE)**  
 para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com  
 cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da  
 Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
47.41	4.39	1.28	1.72	0.34	1.41	0.64	0.00	1.71
0.82	0.00	2.46	2.44	0.05	2.13	0.64	0.01	1.19
0.59	0.00	2.18	1.23	0.08	1.53	0.07	0.00	1.34
1.45	0.00	2.24	3.02	0.18	1.72	0.09	0.00	1.42
1.13	0.00	2.51	0.32	0.00	1.73	0.33	0.00	1.75
0.47	0.00	1.17	0.82	0.00	1.36	0.41	0.00	1.58
0.63	0.00	1.65	2.69	0.07	2.95	0.19	0.00	1.18
0.88	0.00	1.98	0.59	0.00	1.35	0.77	0.00	1.90
0.96	0.00	1.67	1.09	0.01	1.38	0.38	0.00	2.01
0.20	0.00	1.66	1.98	0.03	2.05	1.76	0.00	2.26
0.72	0.00	2.12	1.34	0.17	1.19	1.38	0.07	1.46
1.06	0.00	1.86	1.46	0.01	1.72	0.11	0.00	1.25
0.29	0.00	1.29	3.44	0.10	2.04	0.24	0.00	1.61
0.09	0.00	1.38	8.11	1.14	1.70	0.85	0.01	1.96
0.02	0.00	1.15	1.02	0.09	1.28	0.08	0.00	1.15
9.62	1.70	1.20	0.13	0.00	1.75	0.36	0.00	1.59
0.59	0.00	1.64	0.14	0.00	1.45	1.00	0.00	1.88
0.66	0.00	2.47	2.48	0.36	1.52	0.57	0.00	1.63
0.93	0.11	1.13	11.98	1.31	1.60	0.94	0.00	2.23
1.08	0.01	1.44	1.57	0.00	2.21	4.33	0.71	1.40
1.49	0.11	1.33	1.12	0.08	1.45	0.47	0.00	1.20
5.59	1.09	1.23	1.22	0.00	2.30	0.87	0.00	2.76
0.69	0.00	1.50	2.74	0.21	1.76	0.29	0.00	1.23
0.54	0.00	1.18	0.94	0.00	2.01	2.52	0.30	1.73
1.80	0.02	2.29	1.60	0.00	2.06	0.14	0.00	1.20
0.41	0.00	2.54	2.04	0.00	2.52	2.27	0.17	1.57
1.20	0.00	1.69	1.27	0.02	1.62	9.00	0.71	2.09
0.30	0.00	1.33	0.64	0.00	1.45	10.65	1.70	1.25
0.49	0.00	1.59	0.84	0.00	1.75	0.75	0.00	1.88
0.78	0.01	1.50	1.37	0.00	2.20	0.68	0.00	1.59
0.09	0.00	1.91	0.16	0.00	1.49	1.50	0.21	1.29
0.35	0.00	1.08	3.68	0.15	2.55	0.42	0.00	1.86
0.65	0.00	1.80	3.95	0.30	1.83	0.14	0.00	1.75
0.39	0.00	1.84	5.19	0.40	1.70	0.42	0.00	1.32
0.71	0.00	2.11	1.74	0.26	1.43	0.16	0.00	1.49
0.64	0.00	1.77	3.21	0.01	2.51	0.08	0.00	1.19
1.05	0.03	1.43	1.65	0.26	1.40	0.63	0.00	1.46
1.88	0.27	1.32	0.05	0.00	1.21	0.22	0.00	1.89
2.48	0.07	1.76	1.23	0.00	2.08	0.68	0.00	1.48
1.78	0.04	1.70	0.56	0.00	1.79	0.37	0.00	1.21
0.58	0.00	1.15	4.22	0.27	1.91	2.76	0.08	2.36
2.00	0.04	1.90	0.78	0.00	2.50	1.19	0.06	1.70
0.48	0.00	1.40	5.26	0.20	2.61	3.37	0.07	1.86
0.56	0.00	1.46	1.53	0.01	2.06	4.69	0.70	1.53
7.64	0.63	1.89	0.63	0.00	1.38	1.04	0.09	1.72
0.84	0.00	1.73	1.20	0.00	2.15	0.05	0.00	1.16
1.08	0.06	1.29	0.18	0.00	1.25	5.39	0.84	1.51
1.08	0.06	1.29	0.18	0.00	1.25	5.39	0.84	1.51

**APÊNDICE D – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE)**  
 para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com  
 cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da  
 Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
0.76	0.00	1.63	0.94	0.07	1.33	7.61	0.34	2.88
0.26	0.00	1.55	1.43	0.00	1.92	1.82	0.00	2.03
0.26	0.00	1.78	0.22	0.00	1.78	12.83	0.79	2.34
0.36	0.00	2.21	6.53	0.02	4.29	7.20	0.12	3.02
0.28	0.00	1.45	0.32	0.00	1.38	13.40	1.07	2.06
0.18	0.00	1.24	7.44	0.42	2.01	0.18	0.00	1.65
2.53	0.64	1.09	0.17	0.00	1.14	0.17	0.00	1.32
0.95	0.00	1.79	0.17	0.00	2.03	0.41	0.00	1.47
0.13	0.00	1.51	0.02	0.00	1.13	0.21	0.00	1.13
2.35	0.15	1.49	0.36	0.00	2.01	0.77	0.05	1.34
0.53	0.00	1.34	0.14	0.00	2.10	0.74	0.00	1.64
9.52	0.73	1.80	0.25	0.00	2.27	0.41	0.00	1.26
0.54	0.00	2.02	0.34	0.00	1.39	0.24	0.00	1.28
1.28	0.00	2.35	0.30	0.00	1.65	0.13	0.00	1.67
0.38	0.00	1.71	1.55	0.01	2.28	0.18	0.00	1.33
0.98	0.00	2.51	0.13	0.00	1.22	0.92	0.00	1.94
6.06	0.37	1.99	0.38	0.00	1.79	1.36	0.00	2.53
1.93	0.10	1.54	9.76	0.29	3.70	0.16	0.00	1.19
10.54	1.07	1.61	4.23	0.43	1.73	0.79	0.00	2.50
2.55	0.20	1.52	0.20	0.00	1.80	0.85	0.00	1.54
7.09	1.44	1.15	7.74	0.32	2.43	1.25	0.00	2.62
12.02	1.56	1.60	12.48	0.57	2.48	0.38	0.00	1.31
0.73	0.02	1.28	3.60	0.30	2.08	0.14	0.00	1.44
1.91	0.00	2.03	0.63	0.00	1.61	0.39	0.00	2.22
2.90	0.59	1.21	0.06	0.00	1.29	1.99	0.01	2.01
0.35	0.00	1.49	0.86	0.00	1.72	1.69	0.03	2.02
1.59	0.00	2.13	1.04	0.00	3.21	1.66	0.16	1.54
2.61	0.31	1.36	9.37	0.39	2.69	0.48	0.00	1.21
0.65	0.05	1.16	2.95	0.01	3.27	0.51	0.00	1.42
2.85	0.62	1.19	7.15	0.12	3.21	0.54	0.00	2.22
43.11	4.33	1.22	0.17	0.00	1.87	1.02	0.04	1.51
4.57	0.12	2.10	0.72	0.00	2.14	0.45	0.00	2.32
0.13	0.00	1.39	0.05	0.00	1.12	2.91	0.08	2.93
1.39	0.00	1.39	0.10	0.00	1.60	1.33	0.00	2.40
0.47	0.00	1.80	0.12	0.00	1.08	1.62	0.17	1.39
27.28	2.33	1.63	0.19	0.00	1.62	5.10	0.22	2.50
0.86	0.00	1.81	0.22	0.00	1.92	6.88	0.64	1.89
0.93	0.00	1.51	0.34	0.00	1.60	6.05	0.83	1.47
0.22	0.00	1.46	0.34	0.00	1.48	2.30	0.41	1.38
0.43	0.00	1.44	1.07	0.00	1.80	1.34	0.00	2.15
1.14	0.00	1.59	0.51	0.00	1.81	4.27	0.46	1.56
0.75	0.09	1.14	1.84	0.02	1.78	0.89	0.00	2.16
0.84	0.11	1.15	2.66	0.13	1.97	4.09	0.21	2.03
1.82	0.26	1.25	0.36	0.00	1.32	5.46	0.08	2.96
0.30	0.00	1.39	0.49	0.00	1.42	11.70	0.26	3.28
0.54	0.00	1.94	2.76	0.13	2.42	3.19	0.39	1.77
0.16	0.00	1.66	0.76	0.00	1.76	0.77	0.00	1.46
0.34	0.00	1.30	0.53	0.00	1.97	3.40	0.49	1.62



**APÊNDICE D** – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE) para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
3.39	0.68	1.23	3.31	0.26	2.31	1.40	0.00	2.54
0.72	0.01	1.18	0.48	0.00	1.53	0.42	0.00	1.50
0.53	0.00	1.95	0.64	0.00	1.56	2.42	0.00	2.42
5.35	0.33	1.81	1.20	0.00	2.37	4.01	0.24	1.77
0.42	0.00	2.54	0.17	0.00	1.48	4.05	0.01	4.05
0.71	0.00	1.35	13.49	1.19	1.85	1.15	0.00	1.61
0.30	0.00	1.25	3.00	0.14	1.61	0.79	0.00	1.41
0.80	0.08	1.16	10.22	0.90	1.87	0.94	0.00	1.82
1.78	0.01	1.88	0.91	0.09	1.19	0.54	0.02	1.10
2.10	0.52	1.14	22.85	2.02	1.62	0.52	0.02	1.05
0.57	0.04	1.07	7.08	0.95	1.40	21.33	1.21	2.40
0.27	0.00	1.51	18.24	1.61	1.63	22.43	0.63	4.31
0.08	0.00	2.21	2.37	0.04	2.23	1.20	0.00	1.96
0.15	0.00	1.46	2.79	0.67	1.14	6.35	0.85	1.44
0.73	0.00	2.23	0.42	0.00	1.25	14.56	1.16	1.78
0.53	0.00	1.94	0.48	0.00	1.19	0.83	0.00	1.90
0.16	0.00	1.10	1.44	0.00	1.67	0.85	0.00	2.06
0.82	0.00	2.11	0.87	0.00	2.08	1.02	0.05	1.23
0.20	0.00	1.49	9.93	0.58	2.42	2.67	0.37	1.36
0.23	0.00	1.82	0.48	0.00	1.13	2.56	0.00	2.75
0.27	0.00	1.65	0.41	0.01	1.06	20.34	0.62	3.35
0.19	0.00	1.83	3.14	0.08	2.42	7.31	0.95	1.53
0.27	0.00	1.86	0.47	0.00	1.32	2.75	0.33	1.44
1.63	0.23	1.29	0.20	0.00	1.51	3.88	0.24	2.07
2.25	0.32	1.32	0.84	0.12	1.09	21.38	1.13	2.45
0.83	0.01	1.28	8.55	1.42	1.28	0.25	0.00	2.04
0.42	0.00	1.92	5.56	1.18	1.15	1.14	0.00	1.40
2.02	0.26	1.35	18.38	1.63	1.62	2.61	0.43	1.31
0.97	0.03	1.42	2.89	0.01	2.29	6.97	0.32	2.22
0.71	0.00	2.21	1.60	0.03	1.83	7.11	0.67	2.09
13.52	1.26	1.64	2.65	0.58	1.17	13.53	0.72	2.31
1.59	0.08	1.39	1.93	0.25	1.29	42.16	0.70	4.50
0.12	0.00	1.74	1.62	0.17	1.29	0.97	0.00	2.32
0.30	0.00	1.31	0.76	0.03	1.16	11.76	0.18	3.50
0.72	0.00	1.69	3.60	0.55	1.30	2.96	0.22	1.71
0.09	0.00	1.81	0.61	0.00	1.38	0.79	0.01	1.40
0.03	0.00	1.47	0.96	0.02	1.39	12.16	0.98	1.83
0.57	0.00	2.14	19.15	0.34	3.47	2.48	0.10	2.03
0.38	0.00	1.47	8.92	1.11	1.43	2.43	0.23	1.54
0.13	0.00	1.26	7.54	0.14	2.94	3.12	0.13	2.59
0.05	0.00	1.23	2.20	0.17	1.56	2.12	0.08	1.55
0.30	0.00	1.69	0.16	0.00	1.50	2.54	0.17	2.26
0.57	0.00	2.64	0.50	0.00	1.66	0.15	0.00	1.28
2.17	0.06	2.27	2.72	0.12	1.65	0.35	0.00	2.08
0.58	0.00	1.56	0.70	0.00	1.72	12.42	0.40	2.86
3.82	0.83	1.17	0.40	0.00	1.78	4.69	0.19	2.86
1.08	0.00	1.74	0.51	0.00	1.89	4.97	0.07	2.80
0.77	0.00	1.27	0.52	0.00	1.97	11.48	0.87	1.99
0.64	0.00	1.99	0.23	0.00	1.87	21.36	2.84	1.26

**APÊNDICE D – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE)**  
 para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com  
 cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da  
 Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
2.79	0.45	1.31	1.13	0.00	2.34	0.50	0.00	1.40
0.54	0.00	3.00	0.07	0.00	1.24	0.75	0.00	1.58
0.24	0.00	2.00	1.10	0.00	1.66	0.63	0.00	1.91
0.08	0.00	1.26	1.63	0.17	1.28	3.59	0.26	2.15
0.19	0.00	1.60	3.17	0.42	1.77	1.20	0.13	1.26
0.07	0.00	1.91	3.63	0.47	1.51	0.55	0.00	1.87
1.68	0.02	2.55	0.98	0.01	1.47	2.58	0.04	2.30
0.11	0.00	1.34	2.19	0.35	1.34	22.18	0.72	3.27
0.04	0.00	1.19	1.67	0.15	1.45	22.34	1.27	2.24
3.09	0.27	1.61	0.61	0.02	1.22	0.06	0.00	1.27
0.66	0.00	2.49	0.22	0.00	1.47	0.27	0.00	1.86
2.40	0.07	2.32	1.69	0.21	1.35	0.10	0.00	1.28
0.43	0.00	1.21	2.13	0.30	1.31	0.27	0.00	1.69
0.27	0.00	2.29	0.43	0.00	1.12	0.74	0.00	3.20
3.04	0.07	2.22	0.76	0.00	1.87	1.43	0.03	1.77
1.40	0.00	2.68	0.44	0.00	1.41	1.43	0.01	2.82
2.21	0.06	2.12	0.07	0.00	1.12	3.38	0.27	1.97
0.36	0.00	2.19	0.15	0.00	1.04	0.23	0.00	1.36
0.04	0.00	1.11	1.06	0.00	1.93	11.91	1.14	1.62
0.18	0.00	1.22	0.58	0.00	2.15	8.83	0.63	2.00
12.81	2.06	1.18	1.23	0.03	1.91	0.74	0.00	1.76
0.37	0.00	1.59	2.05	0.04	2.38	2.19	0.09	1.92
7.84	1.27	1.29	4.18	0.67	1.30	1.76	0.00	2.01
0.57	0.00	1.46	1.25	0.26	1.10	3.62	0.14	1.98
0.29	0.00	1.47	0.47	0.00	1.17	2.02	0.06	2.08
0.07	0.00	1.26	0.08	0.00	1.32	4.29	0.97	1.16
0.25	0.00	1.21	0.21	0.00	1.46	10.57	0.35	3.59
0.60	0.00	1.24	0.68	0.00	1.71	24.19	0.26	5.33
1.19	0.00	2.02	4.63	0.41	1.71	23.93	0.44	3.91
3.31	0.29	1.70	2.46	0.01	2.40	1.79	0.00	2.30
1.25	0.00	1.87	2.77	0.03	2.55	11.36	0.92	1.94
0.38	0.00	1.12	1.40	0.07	1.65	3.77	0.06	2.51
0.18	0.00	1.62	0.67	0.00	2.13	2.39	0.30	1.42
0.18	0.00	1.38	0.52	0.00	1.61	1.70	0.14	1.35
0.50	0.00	1.76	17.23	1.12	2.26	8.69	0.80	2.05
0.54	0.00	1.61	1.33	0.00	1.81	1.55	0.09	1.50
0.60	0.00	1.86	17.14	2.74	1.11	3.16	0.03	2.37
4.18	0.07	2.63	0.63	0.00	1.31	4.36	0.59	1.51
1.28	0.01	2.25	2.14	0.39	1.24	14.55	0.91	2.51
1.65	0.32	1.23	1.22	0.14	1.29	2.13	0.01	3.46
6.84	0.81	1.49	0.19	0.00	1.24	11.24	0.53	2.29
4.67	0.07	3.10	1.25	0.10	1.39	1.36	0.02	1.78
28.01	1.99	1.85	0.58	0.00	1.44	4.72	0.23	1.94
1.56	0.06	1.93	0.50	0.00	1.50	26.69	0.33	4.31
15.11	1.77	1.41	0.58	0.00	1.69	16.40	1.22	2.01
0.57	0.00	1.68	3.37	0.38	1.46	110.34	3.72	2.32

**APÊNDICE D – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE)**  
para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com  
cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da  
Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
0.56	0.00	1.37	0.47	0.00	1.84	15.08	0.39	3.31
1.06	0.02	1.99	1.32	0.03	1.58	6.54	0.56	1.85
1.61	0.13	1.57	1.09	0.00	3.60	126.71	4.40	2.09
0.14	0.00	1.23	0.73	0.00	2.18	3.36	0.09	2.13
1.35	0.06	1.80	2.21	0.10	1.64	12.33	0.17	3.46
0.19	0.00	1.69	1.05	0.09	1.52	14.24	0.65	3.02
0.51	0.02	1.15	0.47	0.00	1.27	7.72	1.15	1.42
0.54	0.00	1.32	20.47	1.32	2.23	0.12	0.00	1.61
0.56	0.03	1.09	0.60	0.05	1.06	7.26	0.19	4.04
0.22	0.00	2.36	0.35	0.00	1.10	1.16	0.00	1.76
2.62	0.13	1.77	7.86	1.05	1.41	3.63	0.14	2.19
0.43	0.00	1.27	1.80	0.07	1.99	3.02	0.09	1.87
0.37	0.00	1.35	0.14	0.00	1.74	3.75	0.12	2.44
0.22	0.00	1.40	0.96	0.00	2.13	5.65	0.45	1.89
3.02	0.24	1.78	20.15	1.67	1.88	0.21	0.00	1.15
4.52	0.54	1.52	0.58	0.00	1.74	1.57	0.32	1.17
1.50	0.34	1.14	9.10	1.00	1.83	17.13	0.65	2.77
0.77	0.00	1.24	0.43	0.00	1.65	5.45	0.55	1.91
1.09	0.04	1.35	2.51	0.06	2.37	1.55	0.09	2.13
0.17	0.00	1.13	0.07	0.00	1.25	0.84	0.01	1.45
0.29	0.00	1.13	1.85	0.05	2.44	27.94	1.79	1.95
0.51	0.02	1.12	1.95	0.01	2.80	0.54	0.00	1.48
0.26	0.00	1.29	1.07	0.00	1.94	3.85	0.03	3.43
0.46	0.00	2.00	2.42	0.00	2.57	2.38	0.00	2.78
0.25	0.00	2.25	11.28	0.05	4.61	0.07	0.00	1.31
0.31	0.00	1.18	5.74	0.60	1.67	100.52	3.51	2.43
0.94	0.00	1.97	1.40	0.02	1.94	2.63	0.18	1.71
5.61	0.89	1.33	0.02	0.00	1.24	0.90	0.00	2.69
1.10	0.02	1.39	0.93	0.00	2.14	5.75	0.05	3.33
0.48	0.00	1.67	0.55	0.00	2.49	10.65	0.25	3.72
0.40	0.00	1.26	0.55	0.00	1.58	21.98	1.93	1.76
0.53	0.00	1.32	0.49	0.00	1.24	39.72	0.64	4.66
0.36	0.00	1.48	1.39	0.03	2.10	6.81	0.41	2.04
0.49	0.00	1.20	8.22	0.22	3.36	7.21	0.40	2.42
3.42	0.30	2.27	0.74	0.04	1.47	8.96	0.07	4.35
4.80	0.46	1.82	3.28	0.06	2.50	18.60	1.30	1.89
7.74	0.49	1.89	1.04	0.00	2.08	68.35	1.01	4.54
0.26	0.00	1.15	0.42	0.00	1.75	18.08	1.44	2.02
0.37	0.00	1.45	0.18	0.00	2.09	0.18	0.00	1.21
0.14	0.00	1.16	0.65	0.00	2.68	5.14	0.05	3.03
0.17	0.00	1.26	1.31	0.00	2.60	2.01	0.02	2.28
1.49	0.06	1.39	0.49	0.00	2.37	4.93	0.15	2.73
6.22	0.62	1.63	0.26	0.00	1.17	10.91	0.74	2.16
0.37	0.00	2.06	1.71	0.05	1.57	4.55	0.26	2.27
2.17	0.08	1.71	2.63	0.11	1.74	1.77	0.05	2.41
0.24	0.00	1.27	1.11	0.00	2.03	32.22	0.53	4.21
0.16	0.00	1.46	3.16	0.00	3.19	38.15	0.90	3.67

**APÊNDICE D – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE)**  
para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com  
cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da  
Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
1.33	0.00	2.17	6.27	0.61	1.81	30.23	0.16	5.78
0.36	0.00	1.37	0.08	0.00	1.11	28.66	0.56	4.40
4.48	0.57	1.55	1.76	0.00	2.81	8.46	0.56	2.21
4.99	0.26	2.24	1.74	0.02	2.29	3.28	0.09	2.34
1.33	0.02	1.66	6.75	0.91	1.42	1.12	0.00	1.79
0.27	0.00	1.42	12.72	1.93	1.23	2.30	0.02	2.00
0.99	0.00	2.30	12.28	2.11	1.15	1.67	0.02	1.50
0.31	0.00	1.25	1.74	0.01	1.79	0.12	0.00	1.32
4.05	0.66	1.29	1.31	0.01	1.93	0.44	0.00	1.55
2.95	0.58	1.33	8.44	0.69	1.82	2.05	0.00	2.70
4.32	1.06	1.11	0.34	0.00	1.89	1.32	0.16	1.52
0.39	0.00	1.45	0.37	0.00	1.90	2.15	0.44	1.17
1.54	0.00	2.35	5.46	1.05	1.21	66.02	4.21	1.58
0.23	0.00	1.18	9.53	1.16	1.43	0.68	0.00	1.36
7.28	0.62	1.87	2.01	0.22	1.59	0.27	0.00	1.17
1.59	0.30	1.23	8.08	0.92	1.61	0.23	0.00	1.17
0.96	0.00	2.51	3.89	0.15	1.97	6.56	0.24	2.55
1.52	0.17	1.32	4.79	0.87	1.34	1.72	0.37	1.12
0.79	0.01	1.89	0.28	0.00	1.15	1.72	0.29	1.21
0.51	0.00	2.14	2.63	0.24	1.51	14.97	1.52	1.55
0.96	0.06	1.53	9.60	0.38	2.55	88.34	3.02	2.57
9.11	1.25	1.54	1.24	0.00	2.38	18.52	0.41	3.15
1.24	0.00	2.91	2.08	0.06	1.78	83.05	1.59	3.90
0.10	0.00	1.65	0.61	0.00	1.60	4.19	0.47	1.77
0.06	0.00	1.80	0.51	0.00	1.37	53.03	3.47	1.66
0.08	0.00	2.08	0.72	0.00	1.40	137.47	1.99	4.06
0.97	0.00	4.01	9.20	1.21	1.51	42.60	0.17	7.55
0.24	0.00	2.31	0.34	0.00	1.69	6.06	0.67	1.82
1.91	0.02	2.54	0.52	0.00	1.65	37.64	0.97	3.56
0.01	0.00	1.25	1.53	0.22	1.40	95.98	0.84	5.95
0.13	0.00	1.61	3.49	0.49	1.45	1.21	0.03	1.53
2.68	0.01	3.26	0.89	0.01	1.78	1.74	0.27	1.27
3.05	0.01	3.36	1.87	0.01	2.33	1.45	0.01	1.63
0.35	0.00	1.65	1.63	0.00	2.02	7.13	0.79	1.83
0.29	0.00	2.21	3.82	0.24	3.05	1.01	0.01	1.42
0.92	0.01	1.69	3.22	0.16	2.01	8.98	0.90	1.73
0.11	0.00	1.55	1.85	0.03	1.70	1.11	0.12	1.19
0.17	0.00	2.08	10.28	0.37	2.73	25.39	1.56	2.23
0.07	0.00	1.85	3.72	0.29	1.84	9.70	1.01	1.77
0.15	0.00	2.21	0.65	0.02	1.21	3.91	0.22	1.81
0.03	0.00	1.19	3.31	0.09	2.69	13.46	0.46	3.07
0.12	0.00	2.28	1.04	0.00	1.78	0.81	0.01	1.48
0.22	0.00	1.52	0.14	0.00	1.13	12.99	0.49	3.01
0.63	0.00	1.57	0.33	0.00	1.18	54.03	0.67	5.02
0.51	0.00	2.14	0.93	0.00	1.59	5.70	0.66	1.90
0.33	0.00	1.60	29.82	0.58	4.22	3.34	0.01	3.32
2.76	0.03	2.18	5.22	0.03	3.65	0.07	0.00	1.74

**APÊNDICE D – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE)**  
 para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com  
 cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da  
 Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
0.30	0.00	2.40	3.44	0.15	2.27	0.07	0.00	2.08
1.34	0.02	1.89	4.11	0.28	1.82	0.24	0.00	1.11
0.69	0.00	2.50	0.58	0.00	1.76			
0.87	0.00	1.77	0.05	0.00	1.22			
2.55	0.39	1.27	1.66	0.00	2.28			
0.37	0.00	1.74	3.88	0.40	1.98			
0.64	0.00	1.61	3.10	0.22	1.82			
0.19	0.00	1.25	2.58	0.30	1.62			
0.50	0.00	1.70	2.23	0.00	3.64			
0.63	0.00	2.21	0.06	0.00	2.29			
0.08	0.00	2.15	7.21	0.21	2.65			
0.29	0.00	2.18	3.92	0.34	1.92			
0.63	0.00	1.44	2.34	0.00	3.18			
3.49	0.13	1.92	0.46	0.00	1.24			
2.99	0.01	2.90	0.12	0.00	1.22			
0.48	0.00	1.61	2.40	0.00	2.73			
1.36	0.00	2.08	18.93	1.20	2.01			
0.39	0.00	2.96	19.12	2.08	1.44			
0.06	0.00	1.11	123.90	7.68	1.27			
0.13	0.00	1.31	7.50	1.28	1.23			
1.32	0.23	1.19	0.56	0.00	1.38			
1.26	0.01	1.77	15.49	0.78	2.39			
1.64	0.12	1.45	7.69	0.82	1.63			
9.66	1.67	1.21	8.24	0.71	1.84			
2.12	0.00	2.44	3.53	0.03	2.49			
0.19	0.00	1.80	48.68	4.13	1.41			
0.09	0.00	1.73	3.56	0.67	1.29			
0.16	0.00	1.49	5.45	0.29	2.32			
0.61	0.00	2.69	0.76	0.00	3.07			
0.80	0.01	1.53	2.18	0.26	1.51			
0.04	0.00	1.51	0.51	0.00	1.79			
2.08	0.15	1.65	12.28	0.56	2.27			
1.29	0.00	2.47	7.68	0.57	2.17			
0.86	0.00	2.40	0.85	0.03	1.43			
1.44	0.00	3.04	0.65	0.00	1.36			
8.50	1.22	1.35	0.42	0.00	1.45			
0.05	0.00	2.02	7.61	0.66	1.73			
0.44	0.00	2.53	4.71	0.79	1.45			
7.02	0.93	1.42	0.87	0.04	1.28			
0.28	0.00	1.65	1.56	0.04	1.90			
2.06	0.44	1.20	7.37	0.50	2.30			
6.34	0.66	1.87	9.48	0.73	2.19			
19.80	2.52	1.28	5.68	0.06	3.90			
8.09	0.86	1.81	2.69	0.00	3.71			
4.24	0.14	2.29	15.76	0.15	4.83			
0.25	0.00	1.21	2.29	0.18	1.97			
5.47	0.41	1.73	0.12	0.00	1.19			

**APÊNDICE D** – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE) para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
1.03	0.00	3.32	5.64	0.52	1.88			
0.47	0.00	1.49	61.55	4.02	1.53			
2.79	0.02	2.44	41.21	2.06	2.10			
0.38	0.00	1.16	1.44	0.11	1.51			
1.13	0.01	1.74	34.90	4.08	1.20			
5.10	0.90	1.32	10.09	0.51	2.37			
5.01	0.33	2.04	19.15	2.18	1.40			
0.70	0.01	1.55	1.37	0.00	1.92			
1.48	0.01	1.73	5.73	0.18	2.40			
5.84	0.60	1.59	3.33	0.53	1.32			
0.07	0.00	2.12	5.97	0.45	1.75			
1.04	0.08	1.54	54.80	2.00	2.54			
0.25	0.00	1.43	23.63	0.11	6.16			
2.25	0.04	2.28	0.86	0.00	1.87			
0.84	0.00	1.76	25.81	2.85	1.31			
0.78	0.00	1.70	15.79	0.54	2.73			
0.65	0.02	1.22	5.31	0.46	1.73			
1.82	0.10	1.66	13.23	1.10	2.33			
6.85	0.47	1.88	21.26	1.09	2.66			
0.54	0.00	1.32	1.18	0.00	2.39			
0.39	0.00	1.50	0.75	0.03	1.27			
2.48	0.23	1.65	9.42	0.29	2.78			
2.68	0.02	1.92	8.20	0.05	4.74			
3.79	0.46	1.73	11.07	0.48	2.98			
3.10	0.71	1.14	19.61	0.62	3.23			
0.17	0.00	1.22	8.29	0.20	2.99			
0.31	0.00	1.53	7.22	0.13	3.02			
4.28	0.10	2.15	4.27	0.31	1.85			
1.78	0.20	2.01	24.47	0.25	5.75			
0.26	0.00	1.26	1.61	0.00	1.97			
1.21	0.00	3.66	0.87	0.01	1.57			
0.13	0.00	2.09	1.47	0.00	2.57			
1.50	0.04	2.40	5.47	0.18	2.46			
0.15	0.00	1.41	0.43	0.00	1.21			
0.51	0.00	1.92	0.25	0.00	1.80			
16.03	1.78	1.94	3.66	0.22	1.82			
0.25	0.00	2.53	4.04	0.72	1.28			
0.16	0.00	1.53	3.46	0.09	2.19			
0.85	0.00	2.36	51.47	2.74	1.92			
1.25	0.00	2.18	7.76	0.64	2.17			
0.17	0.00	2.40	14.52	1.20	1.82			
3.56	0.39	1.75	8.35	0.74	2.11			
0.17	0.00	1.92	23.78	2.56	1.42			
0.21	0.00	1.38	28.04	0.47	3.83			
2.48	0.02	2.11	44.98	4.01	1.35			
0.81	0.00	1.74	0.79	0.01	1.56			
0.42	0.00	2.02	7.30	0.54	2.00			

**APÊNDICE D – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE)**  
 para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com  
 cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da  
 Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
0.04	0.00	1.50	4.17	0.05	2.82			
0.11	0.00	1.64	3.53	0.01	3.17			
0.05	0.00	1.88	0.33	0.00	1.84			
0.09	0.00	2.26	1.58	0.00	2.08			
1.99	0.02	2.25	2.79	0.00	2.61			
0.47	0.00	1.99	0.41	0.00	1.69			
4.77	0.15	3.31	4.75	0.06	2.86			
0.10	0.00	1.86	9.23	0.63	2.07			
23.31	2.58	1.41	0.32	0.00	1.27			
8.00	1.36	1.24	2.12	0.18	1.81			
0.14	0.00	1.46	2.33	0.17	1.67			
7.85	0.35	2.89	3.75	0.09	2.75			
0.96	0.00	3.51	0.26	0.00	1.72			
5.47	0.76	1.41	6.19	0.42	2.24			
0.33	0.00	2.11	16.85	0.09	6.13			
2.31	0.01	2.39	0.38	0.00	2.07			
0.62	0.05	1.16	10.39	0.39	4.36			
3.41	0.39	1.44	2.73	0.06	2.72			
2.52	0.27	1.66	0.81	0.00	1.46			
2.35	0.00	2.66	1.25	0.05	1.50			
0.13	0.00	1.67	2.35	0.18	2.10			
0.26	0.00	1.75	16.39	1.92	1.53			
0.20	0.00	1.38	1.38	0.00	2.13			
1.68	0.00	2.29	9.41	0.29	3.46			
0.16	0.00	1.59	1.15	0.01	1.74			
8.84	0.81	2.79	15.19	2.19	1.25			
16.65	0.82	2.64	0.68	0.00	1.62			
2.17	0.00	3.00	32.28	0.33	4.84			
4.79	0.38	1.98	4.03	0.06	2.17			
1.66	0.00	2.83	11.22	0.79	2.07			
6.03	0.43	2.10	0.92	0.00	1.55			
13.80	0.06	5.82	15.16	2.37	1.19			
3.11	0.00	4.34	16.65	1.46	1.67			
6.20	0.19	3.58	10.09	0.65	1.92			
3.39	0.40	1.58	26.10	2.92	1.31			
0.47	0.00	2.19	9.31	0.64	2.09			
3.33	0.01	3.67	3.41	0.27	2.37			
5.03	0.06	4.33	23.83	0.29	4.27			
1.73	0.01	2.36	9.79	1.38	1.45			
2.14	0.02	2.34	3.38	0.33	1.88			
8.16	0.02	5.49	14.72	0.79	2.26			
20.97	0.21	4.58	1.25	0.00	2.68			
20.22	2.00	1.50	0.40	0.00	1.83			
0.56	0.00	1.31	24.28	0.31	4.69			
1.89	0.24	1.41	6.64	0.42	2.04			
38.42	3.88	1.26	0.76	0.00	1.55			
19.78	1.33	2.28	13.86	0.47	3.13			
7.80	0.20	2.70	3.11	0.53	1.38			

**APÊNDICE D – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE)**  
 para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com  
 cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da  
 Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
9.10	0.08	4.06	1.47	0.24	1.21			
0.70	0.00	2.11	0.21	0.00	1.41			
1.04	0.01	1.50	16.52	0.75	3.81			
15.56	0.03	6.58	1.98	0.35	1.30			
32.78	0.94	3.94	1.00	0.00	1.56			
53.73	0.31	9.12	6.56	0.10	3.16			
10.10	1.09	1.82	1.11	0.10	1.35			
48.38	1.89	2.45	14.08	0.35	3.50			
94.56	2.51	2.89	9.04	0.04	4.50			
37.84	0.88	3.61	10.86	0.57	2.47			
8.15	1.36	1.35	2.25	0.28	1.61			
105.10	7.02	1.39	0.31	0.00	1.90			
76.15	3.79	1.84	1.19	0.15	1.27			
8.76	0.46	2.58	0.91	0.00	1.91			
7.08	0.88	2.10	1.29	0.00	2.45			
36.67	0.75	3.53	0.77	0.00	1.47			
25.17	0.59	3.75	0.21	0.00	1.56			
12.68	1.52	1.48	15.09	1.24	2.38			
37.77	0.70	4.96	2.07	0.37	1.20			
3.00	0.06	2.34	0.35	0.00	1.86			
10.95	0.53	2.44	18.42	0.59	3.21			
9.68	0.45	2.44	13.61	0.54	2.83			
15.79	1.05	1.94	24.93	0.73	3.34			
12.90	0.83	2.10	17.08	1.71	1.79			
20.94	0.45	4.05	17.96	1.09	2.16			
3.98	0.02	2.67	1.01	0.00	1.85			
13.62	0.36	3.18	4.08	0.48	1.66			
6.93	0.49	2.06	2.99	0.18	1.65			
40.93	1.10	3.03	0.26	0.00	1.18			
5.64	0.62	1.60	2.91	0.06	2.69			
5.43	0.20	2.30	3.08	0.00	3.23			
7.59	0.49	1.89	13.86	1.15	1.82			
6.80	0.30	2.13	10.22	0.37	2.59			
23.88	0.88	2.82	2.37	0.30	1.75			
29.37	1.92	1.92	17.71	0.27	4.84			
9.46	0.10	5.18	0.21	0.00	1.27			
2.28	0.28	2.01	0.05	0.00	1.52			
18.78	0.80	3.68	4.33	0.77	1.33			
1.20	0.05	2.42						
5.06	0.43	2.32						
4.50	0.06	3.30						
31.52	1.77	2.19						
4.12	0.06	2.69						
23.66	0.71	3.34						
13.44	0.63	2.57						
15.12	0.61	2.58						
21.37	0.21	4.57						
13.86	0.94	2.05						



**APÊNDICE D** – Área (Ha), Razão Interior/Borda (I\_B) e Índice de Borda (INDICE) para os fragmentos de vegetação natural e semi-natural com cobertura arbórea arbustiva do Município de Santa Cruz da Conceição em 1962, 1972 e 2002.

1962			1972			2002		
Area	I_B	INDICE	Area	IB	INDICE	Area	I_B	INDICE
96.84	1.66	3.92						
178.45	1.63	5.12						
29.35	2.46	1.56						
4.82	0.66	1.46						
25.25	2.51	1.41						
15.82	1.00	2.39						
4.72	0.58	1.45						
2.82	0.00	2.75						
0.34	0.00	1.42						
0.32	0.00	1.79						
2.15	0.00	3.09						
2.67	0.16	1.72						
2.41	0.07	1.77						
53.17	0.71	6.61						
7.06	0.07	3.38						
5.09	0.59	1.91						
2.65	0.16	2.22						
2.25	0.17	1.47						
14.90	0.71	3.01						
1.50	0.00	1.93						
63.95	1.48	3.31						
0.94	0.00	1.89						
4.98	0.37	1.78						
2.28	0.41	1.46						
3.52	0.00	4.17						
68.25	2.31	2.58						
1.95	0.03	1.97						

**APÊNDICE E** – Matriz de similaridade das classes de uso e ocupação do solo, para o Município de Santa Cruz da Conceição.

		mata riparia	semidecidua	cerrado	campo	alagada	reflorestamento	cult perene	cana	cult anual	pasto sujo	pastagem	infra estrut	represa	area urbana	area industrial	mineracao	solo exposto	estradas
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
mata riparia	1	1	0.9	0.8	0.3	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0
semidecidua	2	0.9	1	0.8	0.3	0.1	0.6	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0
cerrado	3	0.8	0.8	1	0.5	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.5	0.4	0	0	0	0	0	0	0
campo	4	0.3	0.3	0.5	1	0.8	0.2	0.5	0.7	0.7	0.8	0.7	0	0	0	0	0	0	0
alagada	5	0.1	0.1	0.2	0.8	1	0.1	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0	0.2	0	0	0	0	0
reflorestamento	6	0.5	0.6	0.4	0.2	0.1	1	0.6	0.3	0.3	0.6	0.3	0	0	0	0	0	0	0
cult perene	7	0.2	0.2	0.3	0.5	0.4	0.6	1	0.5	0.4	0.5	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0
cana	8	0.1	0.1	0.2	0.7	0.6	0.3	0.5	1	0.7	0.4	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0
cult anual	9	0.1	0.1	0.2	0.7	0.6	0.3	0.4	0.7	1	0.4	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0
pasto sujo	10	0.2	0.2	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	1	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0
pastagem	11	0.1	0.1	0.4	0.7	0.8	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	1	0.1	0	0.3	0	0	0	0
infra estrut	12	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1	0	0.9	0.9	0.5	0.1	0.8
represa	13	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
area urbana	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.9	0	1	0.9	0.7	0.1	0.9
area industrial	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	1	0.8	0.4	0.9
mineracao	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.7	0.8	1	0.4	0.9
solo exposto	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.4	0.4	1	0.9
estradas	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0.9	0.9	0.9	0.9	1

**APÊNDICE F** – Matriz de contraste de borda das classes de uso e ocupação do solo, para o Município de Santa Cruz da Conceição.

		mata riparia	semidecidua	cerrado	campo	alagada	reflorestamento	cult perene	cana	cult anual	pasto sujo	pastagem	infra estrut	represa	area urbana	area industrial	mineracao	solo exposto	estradas
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
mata riparia	1	0	0.1	0.2	0.7	0.9	0.5	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	1	1	1	1	1	1	1
semidecidua	2	0.1	0	0.2	0.7	0.9	0.4	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	1	1	1	1	1	1	1
cerrado	3	0.2	0.2	0	0.5	0.8	0.6	0.7	0.8	0.8	0.5	0.6	1	1	1	1	1	1	1
campo	4	0.7	0.7	0.5	0	0.2	0.8	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	1	1	1	1	1	1	1
alagada	5	0.9	0.9	0.8	0.2	0	0.9	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	1	0.8	1	1	1	1	1
reflorestamento	6	0.5	0.4	0.6	0.8	0.9	0	0.4	0.7	0.7	0.4	0.7	1	1	1	1	1	1	1
cult perene	7	0.8	0.8	0.7	0.5	0.6	0.4	0	0.5	0.6	0.5	0.7	0.9	1	1	1	1	1	1
cana	8	0.9	0.9	0.8	0.3	0.4	0.7	0.5	0	0.3	0.6	0.4	0.9	1	1	1	1	1	1
cult anual	9	0.9	0.9	0.8	0.3	0.4	0.7	0.6	0.3	0	0.6	0.4	0.9	1	1	1	1	1	1
pasto sujo	10	0.8	0.8	0.5	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0	0.2	0.9	1	1	1	1	1	1
pastagem	11	0.9	0.9	0.6	0.3	0.2	0.7	0.7	0.4	0.4	0.2	0	0.9	1	0.7	1	1	1	1
infra estrut	12	1	1	1	1	1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0	1	0.1	0.1	0.5	0.9	0.2
represa	13	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
area urbana	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.1	1	0	0.1	0.3	0.9	0.1
area industrial	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	0.1	0	0.2	0.6	0.1
mineracao	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	0.3	0.2	0	0.6	0.1
solo exposto	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	1	0.9	0.6	0.6	0	0.1
estradas	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.2	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0

**APÊNDICE G** – Métricas do FRAGSTATS geradas para a classe áreas naturais em 1962, 1972 e 2002.

<b>Métrica</b>	<b>1962</b>	<b>1972</b>	<b>2002</b>
<b>Área média dos fragmentos</b>	6,05	9,72	10,57
<b>Desvio Padrão da área das manchas</b>	39,50	36,49	30,63
<b>Índice da Maior Mancha</b>	5,32	2,81	1,55
<b>Borda Total</b>	743010	661515	703590
<b>Densidade de mancha</b>	2,95	1,84	1,69
<b>Densidade de Borda</b>	49,73	44,18	46,99
<b>Média do Índice de Dimensão Fractal</b>	1,12	1,13	1,13
<b>Média do Círculo Circunscrito Relacionado</b>	0,67	0,69	0,70
<b>Media do Índice de Contigüidade</b>	0,54	0,63	0,63
<b>Média da Área Core</b>	3,25	5,18	5,68
<b>Média do Índice de Área Core</b>	10,53	16,02	17,06
<b>Média do Índice de Proximidade</b>	294,38	265,45	244,79
<b>Média do Índice de Similaridade</b>	25614,67	41634,54	3232,69
<b>Média do Índice de Contraste de Borda</b>	88,24	86,55	84,02
<b>Contraste Ponderado pela Densidade de Borda</b>	44,79	39,75	41,59

**APÊNDICE H** – Métricas geradas pelo FRAGSTATS para as fisionomias áreas alagadas, campo, cerrado, mata ripária e mata semidecídua para 1962, 1972 e 2002.

<i>Fisionomia/ Ano</i>	<i>Métricas</i>													
	CA	PLAND	PD	LPI	ED	LSI	AREA MN	CORE MN	CAI MN	PROX MN	SIMI MN	CWED	ECON MN	MN
MataRiparia														
60	891.43	5.97	2.79	0.41	29.98	37.92	2.14	0.57	6.93	38.04	25026.37	26.29	87.23	
Campo 60	515.14	3.45	0.58	0.89	7.69	12.98	5.99	3.52	22.37	58.48	134155.04	4.07	48.45	
Alagada 60	545.69	3.65	0.87	0.60	13.23	21.59	4.20	1.65	15.30	20.03	185542.85	5.55	42.32	
Cerrado 60	556.85	3.73	0.26	1.27	6.26	10.09	14.28	9.63	41.11	177.18	86286.26	3.85	59.08	
SemiDecidua														
60	154.51	1.03	0.12	0.32	2.39	7.19	8.58	5.06	31.72	4.00	24748.99	2.08	86.88	
Campo 70	385.36	2.57	0.33	0.31	5.95	11.79	7.71	4.29	32.55	25.92	265565.15	3.12	45.92	
MataRiparia														
70	1285.56	8.59	1.80	0.54	33.11	35.37	4.78	1.79	12.17	56.38	40621.74	29.08	86.27	
Alagada 70	297.79	1.99	0.43	0.17	6.14	14.59	4.65	1.93	17.89	25.72	297934.22	2.68	42.16	
SemiDecidua														
70	29.45	0.20	0.04	0.16	0.78	5.33	4.91	1.57	18.21	35.77	43197.58	0.68	89.80	
Cerrado 70	606.13	4.05	0.15	1.77	4.41	7.04	27.55	21.02	42.91	39.16	160444.47	3.05	57.70	
MataRiparia														
2000	1996.29	13.33	1.68	1.23	42.97	37.04	7.92	3.50	15.39	193.10	3229.00	37.70	83.96	
Campo 2000	151.88	1.01	0.11	0.21	2.18	6.70	8.93	5.36	43.64	5.06	22049.99	1.17	53.39	
Alagada														
2000	52.67	0.35	0.01	0.33	0.45	2.97	26.34	17.90	55.99	0.00	8143.94	0.15	32.32	
SemiDecidua														
2000	109.91	0.73	0.03	0.36	1.37	4.89	27.48	17.87	55.88	0.00	4399.81	1.13	65.39	
Cerrado														
2000	364.07	2.43	0.03	1.31	2.20	4.35	91.02	74.72	77.77	28.86	18450.32	1.50	63.56	