

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**PADRÃO TEMPORAL E ESPACIAL DAS MUDANÇAS DE USOS DA  
TERRA E CENÁRIOS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
REGIONAL DO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA, MT.**

**Roseli Machado dos Santos**

**SÃO CARLOS – SP**

**2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**PADRÃO TEMPORAL E ESPACIAL DAS MUDANÇAS DE USOS DA TERRA E  
CENÁRIOS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE REGIONAL DO  
MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA, MT.**

**Roseli Machado dos Santos**

**Tese de Doutorado 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 Doutor em Ciências (Ciências Biológicas) na Área de Concentração em Ecologia e Recursos Naturais.**

**SÃO CARLOS – SP**

**2011**

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

S237pt

Santos, Roseli Machado dos.

Padrão temporal e espacial das mudanças de usos da terra e cenários para a conservação da biodiversidade regional do município de São Félix do Araguaia, MT / Roseli Machado dos Santos. -- São Carlos : UFSCar, 2011.  
137 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Ecologia. 2. Análise e planejamento ambiental. 3. Gestão ambiental. 4. Sistemas de informação geográfica. 5. Sustentabilidade. 6. Indicadores ambientais. I. Título.

CDD: 574.5 (20<sup>a</sup>)

**Roseli Machado dos Santos**

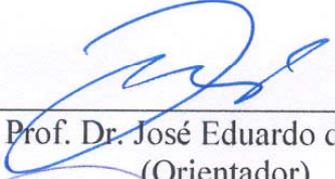
**PADRÃO TEMPORAL E ESPACIAL DAS MUDANÇAS DE USOS DA TERRA  
E CENÁRIOS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE REGIONAL  
DO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA, MT**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

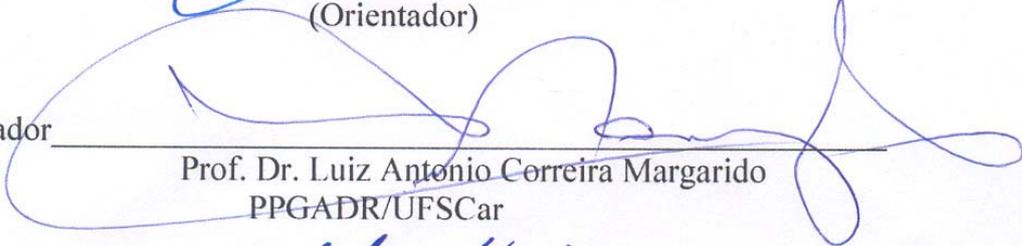
**Aprovada em 01 de março de 2011**

**BANCA EXAMINADORA**

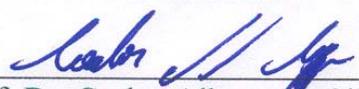
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Eduardo dos Santos  
(Orientador)

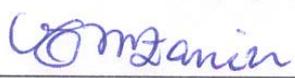
1º Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Antonio Correia Margarido  
PPGADR/UFSCar

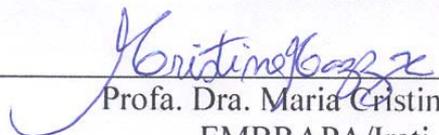
2º Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Mazza  
EMBRAPA/Irati-PR

3º Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Elisabete Maria Zanin  
URI/Erechim-RS

4º Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Maria Cristina Medeiros Mazza  
EMBRAPA/Irati-PR

**Aos meus amados, pai José Francisco dos Santos Neto e mãe Maria Roseana Machado dos Santos. O maior incentivo de minha vida é buscar orgulhar-lhes e ser merecedora de todos seus esforços e dedicação.**

AoCNPQ - Conselho Nacional de  
Desenvolvimento Científico e Tecnológico,  
processo nº142605/2007-7, pelo suporte  
financeiro concedido.

## AGRADECIMENTOS

A elaboração desta tese de Doutorado não seria possível sem a colaboração de instituições e de algumas pessoas que ao longo deste período passaram por meu caminho e que, direta ou indiretamente, consciente ou inconscientemente, me auxiliaram no processo de superação desse desafio. E mesmo temendo omitir a lembrança de alguém, não posso deixar de exprimir os meus agradecimentos:

Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), processo nº 142605/2007-7, pelo suporte financeiro concedido a esta pesquisa;

Ao professor José Eduardo dos Santos pelo esmero na orientação em todas as etapas do meu doutorado. Sem sua dedicação seria efetivamente impossível a concretização desta Tese em tempo hábil;

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN) - UFSCAR incluindo docentes e colegas (Mestrado/Doutorado);

A Marilene de Moura Alves, pela parceria estabelecida durante a realização da primeira etapa desta pesquisa;

Ao meu amigo e grande amor Luiz Eduardo Moschini, pelo apoio afetivo, companheirismo e, principalmente, pelos ensinamentos e auxílio no desenvolvimento das técnicas laboratoriais indispensáveis a elaboração desta Tese. Você é meu herói!

Ao querido Osmar de Almeida, por me proporcionar uma moradia e, por inúmeras vezes, um ombro amigo;

A todos os colegas do LAPA (Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental) com os quais dividi incertezas, angustias e, sobretudo, muitas alegrias. Em especial ao Luciano Elsinor Lopes pela ilustre frase: "Rose, não pense. Faça!". Ao Frederico Yuri Hanai pelas dicas e incentivo. E a querida Regina pelo carinho e conforto em todos os momentos.

A Maria das Graças Pereira Paravani (Graça), pela forma carinhosa com que sempre me recebeu;

Aos estimados alunos do primeiro período do curso de Gestão e Análise Ambiental da Universidade Federal de São Carlos, por reavivarem em mim os sonhos, expectativas e esperanças inerentes a eterna construção do conhecimento;

Aos meus grandes amigos: Thiago, Lucas, Renata, Lídia, Vivi, Pat e Ronaldo, por me apoiarem nos momentos difíceis e compreenderem meu distanciamento de seu convívio;

A Luciana C. de Azevedo Ribeiro que, apesar da rápida convivência, representou um verdadeiro exemplo de coleguismo, simpatia, cordialidade, alegria e respeito, deixando-nos saudosos de sua companhia;

A minha amiga Patrícia Ferreira, pelas dicas, “puxões de orelha”, sorrisos, carinho e longas conversas compartilhadas. Você fez da elaboração final desta Tese uma etapa muito mais aprazível.

A toda a família Moschini que me acolheu como parte integrante de sua felicidade, carinho e união, sendo todos muito especiais e importantes em meu caminhar;

E em especial a minha família, imprescindível a minha formação pessoal, emocional e psicológica. Obrigada por seu amor incondicional, pelos valores ensinados, pela compreensão acerca de minha ausência, pelos conselhos e apoio de toda ordem. Vocês representam meu alicerce, e o lugar que sempre poderei chamar de lar;

Ao meu amado sobrinho Arthur, que em sua pequenez e inocência nem imagina o enorme poder que possui em me fazer feliz;

Por fim, a todas as pessoas que acreditaram em minha capacidade e me auxiliaram a ser como “aquela mulher que faz a escalada da montanha da vida removendo pedras e plantando flores”.

“O primeiro homem que, havendo cercado um pedaço de terra, disse "isso é meu", e encontrou pessoas tolas o suficiente para acreditarem nas suas palavras, este homem foi o verdadeiro fundador da sociedade civil. Quantos crimes, guerras e assassínios, de quantos horrores e misérias não teria poupado ao gênero humano aquele que, arrancando os marcos, ou tapando os buracos, tivesse gritado aos seus semelhantes: Livrem-se de escutar esse impostor; pois estarão perdidos se esquecerem que os frutos são de todos, e a terra de ninguém!”

**Jean-Jacques Rousseau**

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ESTRUTURAÇÃO DA TESE.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>7</b>
<hr/>	
<b>2. CAPITULO 1: Análise Ambiental e Padrão Espacial e Temporal dos Usos da Terra do Município de São Félix do Araguaia (MT, Brasil) .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
2.2.1. Área de Estudo.....	13
2.2.2. Procedimentos Metodológicos .....	13
2.2.2.1. Análise Ambiental do Município de São Félix do Araguaia .....	13
2.2.2.2. Dinâmica dos Usos e Ocupação da Terra.....	14
2.2.2.3. Áreas Legalmente Protegidas .....	15
2.2.2.4. Projetos de Assentamentos.....	15
<b>2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
2.3.1. Análise Ambiental do Município de São Félix do Araguaia .....	16
2.3.1.1. Geologia .....	16
2.3.1.2. Geomorfologia.....	18
2.3.1.3. Pedologia .....	22
2.3.1.4. Unidades Climáticas.....	26
2.3.1.5. Hipsometria .....	27
2.3.1.6. Malha Viária .....	28
2.3.1.7. Hidrografia.....	29
2.3.2. Dinâmica dos Usos e Ocupação da Terra.....	31
2.3.3. Áreas Legalmente protegidas.....	42
2.3.4. Assentamentos.....	45
<b>2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
<b>2.5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

<b>3. CAPÍTULO 2: Dinâmica dos Usos da Terra e Sustentabilidade da Paisagem.....</b>	<b>61</b>
<b>3.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>66</b>
3.2.1. Área de estudo .....	66
3.2.2. Procedimentos Metodológicos .....	66
3.2.2.1. Dinâmica dos Usos da Terra .....	66
3.2.2.2. Índices da Paisagem .....	67
<b>3.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>72</b>
3.3.1. Mudanças na cobertura da terra .....	72
<b>3.4.CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>3.5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>89</b>

---

<b>4. CAPÍTULO 3: Cenários para Conservação da Biodiversidade no município de São Félix do Araguaia (MT), com base no Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE).....</b>	<b>95</b>
<b>4.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>96</b>
<b>4.2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>100</b>
4.2.1. Área de Estudo.....	100
4.2.2. Procedimentos Metodológicos .....	101
<b>4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>103</b>
<b>4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>121</b>
<b>4.5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>124</b>

---

<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>126</b>
<b>5.1. Cenários para a Conservação da Biodiversidade do Município de São Félix do Araguaia (MT).....</b>	<b>126</b>
<b>5.2. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>136</b>

## LISTAS DE FIGURAS

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1.Estruturação temática da tese, indicando a sequência dos capítulos e de que maneira os temas abordados estão relacionados. ....4

---

### 2. CAPÍTULO 1: Análise Ambiental e Padrão Espacial e Temporal dos Usos da Terra do Município de São Félix do Araguaia (MT, Brasil).

Figura 1.Localização geográfica do município de São Félix do Araguaia, MT. .... 13

Figura 2.Carta temática das Formações geológicas do município de São Félix do Araguaia, MT. .... 16

Figura 3.Carta temática dos Sistemas Geomorfológicos presentes no município de São Félix do Araguaia, MT. .... 19

Figura 4.Mapa das Classes de solos do município de São Félix do Araguaia, MT. ....22

Figura 5.Mapa das Unidades Climáticas presentes no território do município de São Félix do Araguaia (MT).....26

Figura 6.Carta temática das Classes Hipsométricas do Município de São Félix do Araguaia, MT. ....28

Figura 7.Carta temática da Malha Viária do município de São Félix do Araguaia, MT. 29

Figura 8.Carta Temática representando a hidrografia, as áreas alagáveis, lagos, represas e ilhas do município de São Félix do Araguaia (MT). Em detalhe os principais rios. ....30

Figura 9.Representação espacial das classes de cobertura da terra do município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009. ....33

Figura 10.Tipos de usos e ocupação da terra presentes no território do município de São Félix do Araguaia (MT) nos anos de 1990, 2000 e 2009. ....35

Figura 11.Representação da área (%) dos tipos de usos da terra em relação a classe de Vegetação Nativa no município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009. ....37

Figura 12.Representação da área (%) dos tipos de usos da terra em relação a classe de Uso Antrópico Agrícola no município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009.....	39
Figura 13.Representação da área (%) dos tipos de usos da terra em relação a classe de Uso Antrópico Não Agrícola no município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009. ....	40
Figura 14.Representação da área (%) dos tipos de usos da terra em relação a classe de Ambiente Aquático no município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009.....	42
Figura 15.Representação espacial das áreas legalmente protegidas (Terras Indígenas) do município de São Félix do Araguaia (MT) sobrepostas à carta de uso e ocupação da terra de 2009.....	43
Figura 16.Representação espacial dos assentamentos criados pelo INCRA (até o ano de 2000) no município de São Félix do Araguaia (MT) sobrepostos aos tipos de usos e ocupação da terra de 2009.....	46

---

### **3. CAPÍTULO 2: Dinâmica dos Usos da Terra e Sustentabilidade da Paisagem.**

Figura 1.Localização geográfica do município de São Félix do Araguaia, MT. ....	66
Figura 2.Dinâmica da cobertura da terra do município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009, considerando os tipos de Ecossistemas em um segundo nível hierárquico de classificação: Naturais; Antropogênicos; Urbano-Industriais, e Aquáticos.....	73
Figura 3.Processo de transformação dos sistemas suporte de vida (SSV) em ecossistemas culturais (Antropogênicos e Tecno-Ecossistemas) para a paisagem do município de São Félix do Araguaia, MT. Em um período de 19 anos (1990 - 2009) a capacidade dos ecossistemas naturais (SSV) em proporcionar bens e serviços (funções ambientais) está sendo comprometida por um processo contínuo de transformação e substituição pelos agroecossistemas, prioritariamente, e pelos Tecno-Ecossistemas, resultando na perda de biodiversidade (habitat, espécie e gene) e de qualidade ambiental da paisagem necessárias para a manutenção do desenvolvimento econômico e social. ....	76

Figura 4.Representação espacial das sociocomunidades (Terras Indígenas e Projetos de Assentamento até os anos de 2005 e 2001, respectivamente) presentes no território municipal de São Félix do Araguaia, MT. ....	77
Figura 5.(a) Índice de Urbanidade (IB) da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), para os anos de 1990, 2000 e 2009. A legenda a esquerda figura representa o grau de urbanidade máxima (1) e mínima (0), em relação à extensão pela qual a paisagem vem sendo ocupada pelos sistemas antrópicos, indicando a perda da naturalidade da paisagem. (b) Distribuição dos intervalos de Classe do Índice de Urbanidade (IB) para a paisagem do município de São Félix do Araguaia, MT, ao longo de 19 anos (1990 – 2009).....	80
Figura 6.Índice de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos (IQA-HIDRO) da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), para os anos de 1990, 2000 e 2009. A legenda a esquerda da figura representa o grau de qualidade máxima (1) e mínima (0) em relação aos impactos resultantes dos usos da terra. ....	81
Figura 7.Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Nativa (IQA-BIO) da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), para os anos de 1990, 2000 e 2009. A legenda a esquerda da figura representa o grau de qualidade máxima (1) e mínima (0) dos fragmentos remanescentes na paisagem frente aos impactos decorrentes dos usos da terra.....	83
Figura 8.(a) Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P) do município de São Félix do Araguaia (MT), para os anos de 1990, 2000 e 2009. A legenda da esquerda da figura representa o grau de vulnerabilidade máxima (1) e mínima (0) em relação à perda de biodiversidade e de habitats decorrente da condição qualitativa e quantitativa da fragmentação do componente vegetacional, e do comprometimento dos recursos hídricos frente aos impactos resultantes dos usos da terra. (b) Distribuição dos intervalos de Classe do Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P) para a paisagem do município de São Félix do Araguaia, MT, ao longo de 19 anos (1990 – 2009). ....	85

#### **4. CAPÍTULO 3: Cenários para Conservação da Biodiversidade no município de São Félix do Araguaia (MT), com base no Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE).**

Figura 1.Localização geográfica do município de São Félix do Araguaia, MT. ....	100
Figura 2.Representação espacial das sociocomunidades (Terras Indígenas e Projetos de Assentamento até os anos de 2005 e 2001, respectivamente) presentes no território municipal de São Félix do Araguaia, MT. ....	103
Figura 3.Tipos de usos e ocupação da terra para o território do município de São Félix do Araguaia (MT) para o ano de 2009.....	104
Figura 4.Condição da fragmentação da classe vegetação nativa para o território do município de São Félix do Araguaia (MT) em 2009 com base em 05 classes de tamanho de área dos fragmentos.....	107
Figura 5.Representação das categorias de Zonas de Uso (Readequação do Sistema de Manejo para Reordenação da Estrutura Produtiva, Manejo Específico em Ambientes com Elevado Potencial Florestal, Manejo Específico em Ambientes Pantaneiros, Manejo Específico em Ambientes com Elevada Fragilidade e Áreas Protegidas) do ZSEE (2008) do território mato-grossense sobrepostas ao limite territorial do município de São Félix do Araguaia, MT. ....	108
Figura 6.Representação do percentual de cada Zona de Uso do ZSEE (2008) do território mato-grossense sobrepostas ao limite territorial do município de São Félix do Araguaia, MT.....	109
Figura 7.Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona de Readequação do Sistema de Manejo para Reordenação da Estrutura Produtiva, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. (a) Localização da Zona de Uso. (b) Representação das classes de cobertura da terra. (c) Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa. ....	110
Figura 8.Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona de Manejos Específicos em Ambientes com Elevado Potencial Florestal, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. (a) Localização da Zona de Uso. (b) Representação das classes de cobertura da terra. (c) Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa. ....	112

Figura 9. Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona de Manejos Específicos com Elevado Potencial Biótico em Ambientes Pantaneiros, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. (a) Localização da Zona de Uso. (b) Representação das classes de cobertura da terra. (c) Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa.....	114
Figura 10. Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona que requer Manejos Específicos em Ambiente de Elevada Fragilidade, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. (a) Localização da Zona de Uso. (b) Representação das classes de cobertura da terra. (c) Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa. ....	116
Figura 11. Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona de Áreas Protegidas Criadas, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. (a) Localização da Zona de Uso. (b) Representação das classes de cobertura da terra. (c) Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa. ....	118

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Figura 1. Síntese dos métodos e modelo usado para construção de cenários para a biodiversidade do município de São Félix do Araguaia. As setas contínuas indicam interações-chave utilizadas no estudo. Setas descontínuas indicam interações não utilizadas na discussão dos cenários. Os impactos nos serviços dos ecossistemas podem ser indiretamente estimados por mudanças na perda de habitat (Adaptado de: PEREIRA, 2010). ....	128
Figura 2. Componentes atuantes na paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), na configuração de um cenário decorrente da interação sociedade-natureza (2009). A figura apresenta sistematicamente a projeção dos fatores de pressão na biodiversidade local para o ano de 2009 (Adaptado de: PEREIRA, 2010). ....	130

## LISTA DE TABELAS

### **2. CAPÍTULO 1: Análise Ambiental e Padrão Espacial e Temporal dos Usos da Terra do Município de São Félix do Araguaia (MT, Brasil).**

Tabela 1. Formações Geológicas do município de São Félix do Araguaia (MT) e suas respectivas áreas (ha e %). .....	17
Tabela 2. Sistemas Geomorfológicos do município de São Félix do Araguaia e suas respectivas áreas (ha e %). .....	20
Tabela 3. Classes de solos do município de São Félix do Araguaia e suas respectivas áreas (ha e %). .....	23
Tabela 5. Áreas (ha e %) das diferentes classes de cobertura da terra (primeiro nível de detalhamento) para o município de São Félix do Araguaia (MT), em 1990, 2000 e 2009. ....	34
Tabela 6. Áreas (ha) dos diferentes tipos de cobertura da terra (primeiro e segundo nível de detalhamento) para o município de São Félix do Araguaia (MT), em 1990, 2000 e 2009. ....	35
Tabela 7. Assentamentos criados pelo INCRA até o ano de 2000 no Município de São Félix do Araguaia, MT. ....	46

---

### **3. CAPÍTULO 2: Dinâmica dos Usos da Terra e Sustentabilidade da Paisagem.**

Tabela 1. Classificação dos tipos de ecossistemas da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT) e suas respectivas áreas, com base na dinâmica dos usos da terra para os anos de 1990, 2000 e 2009 (Adaptado de HABER, 1994 e KLIJN, 1994). ....	74
---	----

#### **4. CAPÍTULO 3: Cenários para Conservação da Biodiversidade no município de São Félix do Araguaia (MT), com base no Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE).**

Tabela 1. Classes de usos e tipos de cobertura da terra do município de São Félix do Araguaia (MT) e suas respectivas áreas (ha e %) para o ano de 2009. ....	105
Tabela 2. Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para o município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009. ....	107
Tabela 3. Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Readequação do Sistema de manejo para Reordenação da Estrutura produtiva do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009. ....	111
Tabela 4. Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevado Potencial Florestal do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009. ....	113
Tabela 5. Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Manejo Específico em Ambientes Pantaneiros do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009. ....	114
Tabela 6. Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevada Fragilidade do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009. ....	116
Tabela 7. Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Áreas Protegidas do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009. ....	118

## RESUMO

Processos que atuam na interação sociedade–natureza definem os tipos de usos da terra que por sua vez definem o padrão espacial de paisagens culturais, diversas do ponto de vista dos valores estéticos, econômicos e ecológicos, geralmente resultando na degradação dos habitats, perda de solos e empobrecimento dos ecossistemas naturais. Estes processos comprometem a sustentabilidade ambiental, ao comprometerem o capital natural que proporciona os serviços dos ecossistemas para o bem-estar humano. Nesta perspectiva este estudo propõe a análise ambiental da estrutura da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT, Brasil), em uma escala de observação que contempla o mapeamento de vários critérios (geologia, geomorfologia, pedologia, unidades climáticas, hidrografia, hipsometria, malha viária), associado às mudanças espacial e temporal dos usos e ocupação da terra no período de 1990 a 2009. Analisa também a relação entre as alterações na cobertura da terra ocorridas durante o período estudado, a classificação dos ecossistemas da área de estudo, e o uso de índices de sustentabilidade na perspectiva evidenciar os efeitos da intensidade do uso da terra no padrão espacial e temporal, na perda de habitat, e na condição da naturalidade e qualidade e vulnerabilidade ambiental para compreender a dinâmica dos distúrbios antrópicos no comprometimento das áreas ecológicas que proporcionam serviços dos ecossistemas, como subsídio ao desenvolvimento de planos de manejo e conservação dos ecossistemas. E, por fim, identifica a condição atual do uso da terra do território municipal de São Félix do Araguaia, para avaliar o comprometimento das zonas de usos propostas para o município no contexto do Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE) do Estado de Mato Grosso e sua influência na determinação de cenários para a conservação da biodiversidade regional do município. Esta abordagem visa demonstrar de que maneira as projeções dos fatores de pressão das atividades humanas, representados pela intensidade de uso da terra, sobre os ecossistemas naturais determinam impactos na biodiversidade (perda de habitat e mudanças na qualidade da paisagem), interferindo na disponibilidade de bens e serviços ambientais proporcionados às sociocomunidades locais (aldeias, vilas, cidades e assentamentos, etc.), que afetam e interagem com a diversidade de paisagens, e como os instrumentos de planejamento territorial, representado pelo Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE), são influenciados, e influenciam as condições dos ecossistemas do município de São Félix do Araguaia. O município de São Félix do Araguaia foi selecionado para estudo por apresentar um cenário associado a projetos desenvolvimentistas que determinam mudanças rápidas na cobertura da terra, típicas para os municípios da região centro-oeste do Brasil. Os resultados demonstraram duas principais tendências temporais na transformação da paisagem: a redução de 18% da área total dos ecossistemas naturais, em suas diversas fitofisionomias, e aumento de 18% da área total das diferentes formas de ecossistemas Antropogênicos agrícola. Tecno-Ecossistemas apresentam uma dinâmica quantitativamente incipiente. Estas mudanças temporais e espaciais são resultantes das ações desenvolvimentistas regionais prioritariamente relacionadas à expansão agrária baseada em métodos intensivos. Os indicadores utilizados refletem aspectos-chave da interação natureza-sociedade em termos das consequências da intensidade do uso da terra na perda de habitat, da naturalidade, da qualidade, e da resiliência da paisagem. Além disso, são úteis para divulgar os problemas relacionados à complexidade da sustentabilidade da paisagem do município de São Félix do Araguaia para os tomadores de decisão e ao público em geral.

**Palavras-chave:** estrutura da paisagem; classificação de ecossistemas; indicadores da paisagem; sustentabilidade da paisagem; zoneamento socioeconômico ecológico; serviços dos ecossistemas.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O bem-estar humano das gerações atuais e futuras depende do fluxo contínuo dos bens e serviços dos ecossistemas e esta relação é constituída por ligações múltiplas e complexas (SALZMAN et al., 2001). A melhoria no bem-estar humano da geração atual pode ter impactos negativos sobre a oferta de serviços do ecossistema para as futuras gerações se essas melhorias forem baseadas na exploração não sustentável do meio ambiente.

O crescimento populacional e o desenvolvimento econômico estão conduzindo a rápidas mudanças nos ecossistemas globais, como resultado do impacto das ações humanas sobre os ecossistemas naturais, representados pela degradação ou uso insustentável de cerca de 60% dos serviços dos ecossistemas avaliados (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Em contrapartida, a sociedade por meio da gestão social e atividades econômicas e ambientais, pode criar forças motrizes indiretas e diretas de mudanças que poderão agir de forma positiva ou negativa sobre os diversos componentes da biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2006).

Como resultado das ações humanas, a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas globais mudou mais rapidamente na segunda metade do século XX do que em qualquer outro momento na história humana. A magnitude dessas mudanças acompanha o tamanho da população e o aumento da intensidade da atividade econômica. Como consequência a biodiversidade está sendo afetada em um ritmo acelerado, com perdas irreversíveis. Entretanto muitas mudanças significativas induzidas pelo homem nos ecossistemas têm sido essenciais para atender às necessidades crescentes de alimentos e água. Embora a reestruturação e gerenciamento dos ecossistemas tenha proporcionado às sociedades humanas alguns benefícios como o aumento da produção de alimentos, essas mudanças têm gerado grandes custos ambientais, refletindo na perda de bens e serviços dos ecossistemas. Além disso, por ocorrerem de maneira desigual nos ecossistemas, essas alterações podem exacerbar as desigualdades no acesso aos serviços ambientais, contribuindo ainda mais para a pobreza (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

A expansão do mercado mundial de alimentos resultou em uma redistribuição dos recursos em escala global, fornecendo alimentos e possibilidades de subsistência, onde a produção é limitada, não disponível ou não sustentável. Esta expansão do mercado tem sido acompanhada por mudanças significativas dos ecossistemas, tais como as transformações do cerrado brasileiro em campos de soja (FEARNSIDE, 2001). Dessa forma, o sistema de comércio mundial desempenha um importante papel na dinâmica dos ecossistemas, representando uma força motriz da sua capacidade de fornecer recursos naturais, serviços ambientais e de suporte (DEUTSCH, et al., 2003).

O ritmo das alterações humanas nos ecossistemas naturais tem sido muito mais intenso do que aquele normalmente produzido pela natureza (ROSS, 2006). Dessa forma, os impactos antropogênicos tendem a simplificar os ecossistemas naturais, reduzindo a resistência intrínseca à mudança e rompendo seus limiares de resiliência em mais de um lugar ao mesmo tempo (FOLKE et al., 2004).

Em função dos problemas ambientais decorrentes das práticas econômicas predatórias, e da má utilização e degradação dos recursos naturais, resultando na perda da qualidade ambiental e de vida, torna-se cada vez mais urgente o planejamento físico territorial baseado na perspectiva socioeconômica e ambiental. Dessa forma o desenvolvimento considerar não somente as potencialidades dos recursos naturais, mas, sobretudo, as fragilidades dos ambientes naturais perante as diferentes inserções do homem na natureza (ROSS, 2006).

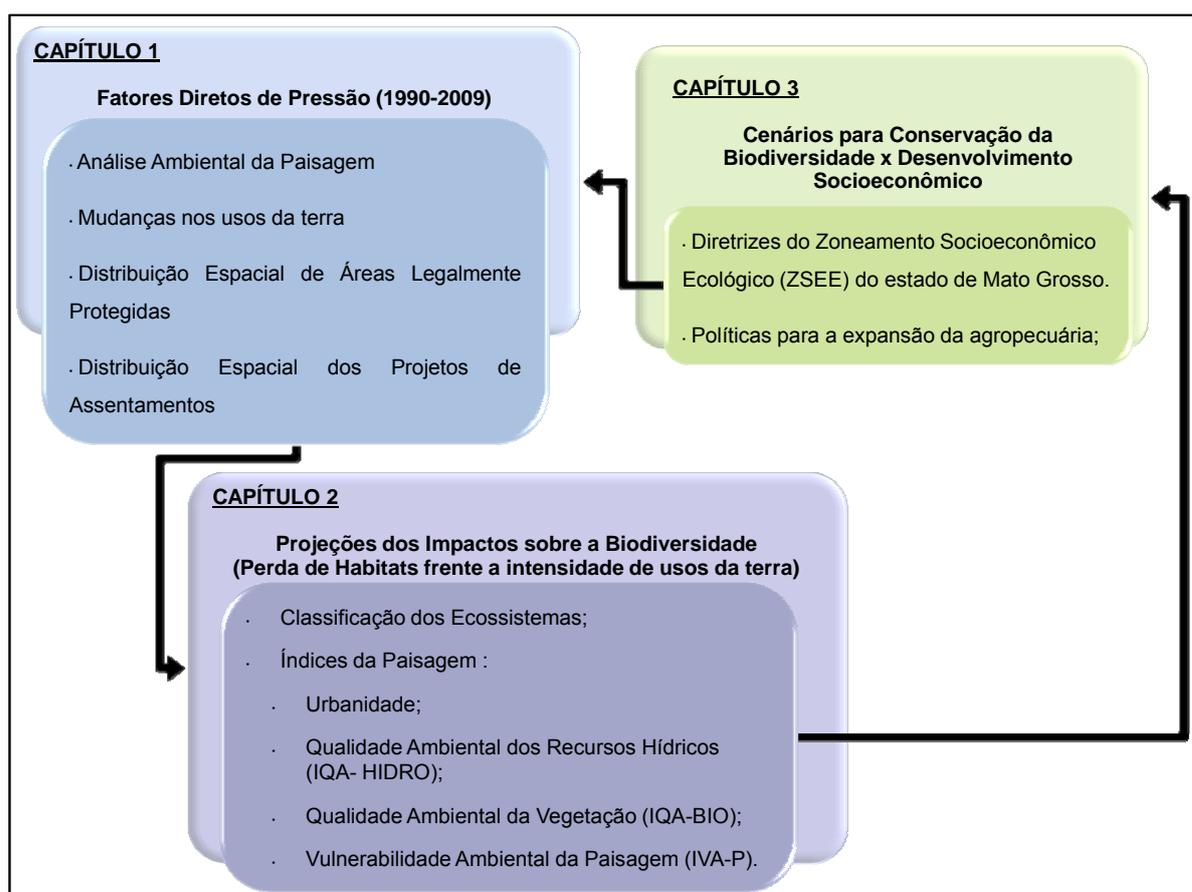
Como um país em desenvolvimento, o Brasil tem formulado uma série de políticas que exercem grande influência sobre as mudanças dos usos da terra. Dentre os estados brasileiros, Mato Grosso passou por profundas transformações socioeconômicas, refletindo em mudanças da sua paisagem e em novas formas de produção e de trabalho nas três últimas décadas. Nesse processo, os ecossistemas vêm sofrendo impactos pelo uso abusivo de novas tecnologias, bem como pelas formas tradicionais de uso e ocupação da terra (MATO GROSSO, 2007). São Félix do Araguaia é um dos Municípios dessa região que privilegiou a implantação do cultivo da soja, nos últimos 20 anos.

O município de São Félix do Araguaia foi selecionado para este estudo por apresentar um cenário associado à substituição das atividades rurais tradicionais da área por projetos desenvolvimentistas, em conjunto com o desenvolvimento de

infraestrutura (assentamentos) e a presença de áreas de proteção legal, que também influenciam nas rápidas mudanças de uso da terra, consideradas bastante típicas para os municípios da região centro-oeste do Brasil.

## 1.1. ESTRUTURAÇÃO DA TESE

A Tese foi estruturada na forma de capítulos distintos, mas interdependentes, de acordo com a temática sequencial apresentada na **Figura 1**. Em seu delineamento geral esta organização demonstra de que maneira as projeções dos fatores de pressão das atividades humanas, representados pela intensidade de uso da terra, sobre os ecossistemas naturais determinam impactos na biodiversidade (perda de habitat e mudanças na qualidade da paisagem), interferindo na disponibilidade de bens e serviços ambientais proporcionados às sociocomunidades locais (aldeias, vilas, cidades e assentamentos, etc.), que afetam e interagem com a diversidade de paisagens, e como os instrumentos de planejamento territorial, representado pelo Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE), são influenciados, e influenciam as condições dos ecossistemas do município de São Félix do Araguaia.



**Figura 1.** Estruturação temática da tese, indicando a sequência dos capítulos e de que maneira os temas abordados estão relacionados.

O Capítulo 1 trata da análise ambiental da paisagem do município de São Félix do Araguaia, com foco nas mudanças nos usos e ocupação da terra no período de 1990 a 2009. A diversidade de tipos de Ecossistemas proporciona diferentes produtos e serviços às sociocomunidades e, portanto, os impactos humanos variam entre eles. A interação sociedade–natureza determina que os Ecossistemas Naturais sejam convertidos em Sistemas Antropogênicos, transformando-se em pastos e agricultura ou então, manejados como floresta. Porém, mesmo quando a cobertura da terra é predominantemente de vegetação nativa remanescente, sua composição e estrutura são frequentemente alteradas pelas atividades humanas, fazendo com que os ecossistemas naturais apresentem diferentes capacidades de resistência e de resiliência a perturbações.

Neste contexto, o Capítulo 2 identifica o padrão espacial da paisagem do município de São Félix do Araguaia, em termos dos tipos de ecossistemas resultantes da intensidade dos usos da terra, no período de 1990 a 2009, evidenciando as pré-condições naturais dos limites da sustentabilidade ecológica do uso da terra e, por meio da utilização de indicadores da paisagem, analisa os efeitos da intensidade do uso da terra no padrão espacial e temporal, na perda de habitat, e na condição da naturalidade, qualidade e vulnerabilidade ambiental da paisagem.

Uma vez que os processos de mudança na cobertura da terra incorporam atividades humanas, a tomada de decisão torna-se essencial na perspectiva de que os diferentes atores sociais empreendem ações que afetam o meio ambiente. Surgem dilemas e conflitos acerca do manejo dos ecossistemas naturais, principalmente diante da diversidade de interesses e agentes frequentemente conflituosos.

Dentre as políticas governamentais de ordenamento territorial o Zoneamento Socioeconômico Ecológico representa uma importante ferramenta que, quando bem empregada, permite integrar os interesses de diversos grupos sociais e políticos na definição do futuro de uma região, considerando os conflitos sociais, existentes e potenciais, e as possibilidades de uso econômico dos recursos naturais e de ocupação do território.

Neste contexto, o Capítulo 3 trata da relação entre usos e ocupação da terra e o comprometimento do remanescente vegetacional total do município de São Félix do Araguaia decorrente das diretrizes do Zoneamento Socioeconômico Ecológico estabelecido para o estado de Mato Grosso, e como essa proposição influencia na

integridade dos cenários para a conservação da biodiversidade em termos de garantir a continuidade das funções ambientais e dos serviços dos ecossistemas ao bem-estar humano.

Nesta perspectiva, o presente trabalho objetiva responder a três questões básicas:

(a) Como vem sendo alterada a cobertura da terra do município de São Félix do Araguaia, no período de 1990 a 2009, em consequência da interação dos fatores socioeconômicos e ecológicos?

(b) Que indicadores da paisagem evidenciam as consequências dos principais fatores de pressão das mudanças na cobertura da terra?

(c) Quais os cenários para a conservação da biodiversidade do município de São Félix do Araguaia determinados com base nos cenários projetados pelas diretrizes do Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE) do estado de Mato Grosso?

## 1.2. REFERÊNCIAS

DEUTSCH, L.; FOLKE, C.; SKANBERG, K. The critical natural capital of ecosystem performance as insurance for human well-being. **Ecological Economics**, v. 44, p. 205-217, 2003.

FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, v. 28, p. 23-38, 2001.

FOLKE, C.; CARPENTER, S.; WALKER, B.; SCHEFFER, M.; ELMQVIST, T.; GUNDERSON, L.; HOLLING, C. Regime Shifts, Resilience and Biodiversity in Ecosystem Management. **Annual Review of Ecology, Evolution & Systematics**, v. 35, p. 557–81, 2004.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Anuário Estatístico de Mato Grosso – 2006**, v. 28. Cuiabá: Central de Texto, 2007.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC. 2005

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para o Planejamento Ambiental**. Oficina de Textos. São Paulo, SP. 208p, 2006

SALZMAN, J.; THOMPSON, B. H.; DAILY, G. C. Protecting ecosystem services: science, economics, and policy. **Stanford Environmental Law Journal**, v. 20, p. 309-332. 2001.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Global Biodiversity Outlook 2**. SCBD, Montreal. 2006.

## CAPITULO 1

### ANÁLISE AMBIENTAL E PADRÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS USOS DA TERRA DO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA (MT, BRASIL).

“Um dos aspectos relevantes das pesquisas sobre as denominadas *dimensões humanas da mudança ambiental global* é a compreensão das variações intra-regionais das interações população-ambiente.”

**Eduardo S. Brondízio**

## 2. **CAPITULO 1: Análise Ambiental e Padrão Espacial e Temporal dos Usos da Terra do Município de São Félix do Araguaia (MT, Brasil)**

**RESUMO.** Há uma necessidade crescente de informações georreferenciadas associadas com análises técnicas para detectar e monitorar mudanças na paisagem, particularmente para o planejamento e manejo dos recursos ambientais. Nesta perspectiva este estudo propõe a análise ambiental da estrutura da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT, Brasil), em uma escala de observação que contempla o mapeamento de vários critérios (geologia, geomorfologia, pedologia, unidades climáticas, hidrografia, hipsometria, malha viária), associado às mudanças espacial e temporal dos usos e ocupação da terra, para compreender a dinâmica dos distúrbios antrópicos no comprometimento das áreas ecológicas que proporcionam serviços dos ecossistemas, como subsídio ao desenvolvimento de planos de manejo e conservação dos ecossistemas. A dinâmica dos usos da terra para caracterizar áreas antropogênicas e naturais do território municipal foi baseada no uso de Sistemas de Informações Geográficas e imagem LandSat 5 TM para os anos de 1990, 2000 e 2009. O padrão de uso da terra reflete o resultado de mais de um processo humano; por exemplo, expansão da agricultura, da pecuária e dos assentamentos. O município apresentava em 1990 77,26% de seu território coberto por vegetação natural e 21,17% de áreas ocupadas com atividade antrópica agrícola passando a 58,86% e 39,17%, respectivamente. A classe relativa a atividade antrópica não agrícola (malha viária e área urbanizada) foi pouco representativa em todo o período (0,42% da área total do município em 1990 e somente 0,68% no ano de 2009), evidenciando que as mudanças na paisagem são pouco influenciadas pelo crescimento urbano. Estas mudanças temporais foram interpretadas como resultantes das ações desenvolvimentistas regionais relacionadas à expansão agrária baseada em métodos intensivos. Os resultados deste trabalho são de grande utilidade aos tomadores de decisão, uma vez que informações derivadas de dados espaciais da paisagem são essenciais à prospecção dos padrões de usos da terra e à formulação de políticas para o planejamento e manejo dos recursos ambientais.

**Palavras-chave:** banco de dados georreferenciados; estrutura da paisagem; uso da terra; SIG.

**ABSTRACT. Environmental Analysis and temporal and spatial patterns of land use changes in São Félix do Araguaia municipality (MT, Brazil).** There is an increase need for remote sensing data and associated analysis techniques in detecting and monitoring landscape change, particularly for resource management and planning. Information derived from remote sensing spatial data landscape has often been used to assist in the formulation of policies and provide insight into land-use patterns. To understanding human disturbance regimes for developing conservation and ecosystem management plan and for targeting ecological areas that define scarce ecosystems services this study has provided a landscape structure digital database at scales of observations that meet various mapping criteria (geology, geomorphology, pedology, climate unit, hydrography, hypsometry, road net, legally protected areas, settlements and land-use dynamics of the São Félix Araguaia municipality (MT, Brazil). The monitoring land-use dynamics for characterizing anthropogenic and natural surfaces was based on the use of the Systems of Geographical Information and image LandSat 5 TM. The pattern of land-use reflects the outcomes of more than one human process; for instance, cropland, pastureland and settlements expansion. Natural vegetation was the most abundant land use type, occupying 77,26% of the municipal district total area in 1990, decreasing to 58,86% in 2009. Following forest, agricultural activity antropica was the next most abundant land class type with 21,17% of the total area in 1990 and 39,17% in 2009. A class on non-agricultural human activity (roads and urbanized area) value was incipient throughout the period (0,42% of the total area in 1990 and only 0,68% in 2009), evidencing that the landscape changes are not influenced by the urban growth. These temporal changes were interpreted as resulting from regional development actions related to agricultural expansion based on intensive methods. Regional and municipal planners require up-to-date information related to a digital database to effectively manage land development and plan for change.

**Key words:** digital database; landscape structure; land use; GIS.

## 2.1. INTRODUÇÃO

A intensificação dos usos antrópicos da terra, como a urbanização, agricultura e o desmatamento vêm causando um declínio na biodiversidade e, conseqüentemente, nos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais ao bem-estar humano e na redução da pobreza (DEFRIES et al., 2004; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; SATAKE e IWASA 2006; QUÉTIER et al., 2007). Como consequência do desenvolvimento econômico, em longo prazo, grande parte da vegetação natural da superfície terrestre global vem sendo convertida para usos antrópicos. Estas mudanças têm gerado impactos nos componentes e nos processos dos ecossistemas globais, resultando na perda da biodiversidade, flutuação dos ciclos biogeoquímicos e hidrológicos e nas alterações climáticas (TSCHARNTKE et al., 2005; BILLETER et al., 2008).

Existem evidências de mudanças na biodiversidade e perda de espécies oriundas da modificação humana de paisagens naturais, particularmente pela conversão de áreas de florestas e cerrado em usos agropecuários, extração de madeira, expansão da infraestrutura (GEIST e LAMBIN 2002). Mudanças climáticas associadas a mudanças na atmosfera e nos ciclos hidrológicos e terrestres ameaçam, por sua vez, a viabilidade da agricultura em algumas regiões do globo, enquanto resultam em perdas devastadoras para outras regiões, devido a variabilidade crescente de eventos de chuva em um ambiente cada vez mais fragmentado (STEFFEN et al., 2004).

As mudanças na cobertura florestal resultam em conseqüências tanto para o ser humano, quanto para as outras espécies, uma vez que as florestas proporcionam os serviços ambientais que estabilizam o clima, protegem espécies vegetais e animais e podem sequestrar grandes quantidades de carbono pela conversão em biomassa vegetal, além de preservarem a estrutura e função do ecossistema (Interações Homem-Ambiente em Ecossistemas Florestais).

Mudanças na paisagem são consideradas como o resultado das interações entre os fatores socioeconômicos (antrópicos) e os ambientais (físicos) (FORMAN, 1995; ZONNEVELD, 1995). As atividades humanas em resposta aos fatores socioeconômicos definem os padrões de usos da terra e dos usos dos recursos naturais (IRWIN e GEOGHEGAN, 2001; BLASI et al., 2003). A condição atual da paisagem de muitos países resulta basicamente das práticas de usos da terra

(KIENAST, 1993), tanto em função da cultura rural como dos diferentes tipos de tecnologia aplicada às práticas agrícolas (CHEN et al., 2001; HIETALA-KOIVU, 2002).

As mudanças dos usos da terra incluem tanto a conversão direta da superfície da terra, quanto mudanças em suas práticas de manejo (DEFRIES et al., 2004). As mudanças nas práticas de gestão da terra não podem ser negligenciadas, especialmente para a conservação da biodiversidade. No caso da agricultura, mudanças nas práticas de gestão levam a transformações da agricultura tradicional para a agricultura intensiva, com a modificação da terra, adubação intensiva, e abandono de cultivos.

Embora a intensificação da agricultura pelo uso da irrigação, fertilização, pesticidas e de variedades agrícolas de alto rendimento tenha contribuído para o aumento da produção de alimento nos últimos 50 anos, vários argumentos estão sendo apresentados em relação às consequências ambientais e a sustentabilidade, em longo prazo, resultantes desta expansão. Há evidências de que a intensificação da agricultura pode ter consequências negativas locais, tais como, o aumento da erosão, diminuição da fertilidade do solo, perda de habitat e redução da biodiversidade; regionais, tais como, a poluição da água subterrânea e a eutrofização dos corpos de água e, ainda, globais, incluindo as mudanças climáticas e os impactos nos componentes da atmosfera (MATSON et al., 1997).

As informações dos atributos físicos da paisagem são essenciais para compreender as limitações impostas aos usos da terra e na determinação de suas mudanças. Há uma grande necessidade de que estas informações estejam disponibilizadas no formato digital e, sobretudo, associadas ao uso de técnicas de geoprocessamento para detectar e monitorar mudanças na paisagem, particularmente na perspectiva do planejamento e manejo dos recursos ambientais.

A análise temporal e espacial das mudanças representa um dos grandes desafios na ecologia de paisagem. A descrição das mudanças dos diferentes tipos de cobertura da terra e sua distribuição espacial ao longo do tempo é fundamental, não apenas para a conservação da biodiversidade, mas também para subsidiar e orientar o manejo dos ecossistemas e o planejamento ambiental da paisagem regional e local (CHRISTENSEN et al., 1996; BLASI et al., 2003; BAŞKENT e KADIOĞULLARI, 2007), uma vez que os padrões de uso da terra estão relacionados com os serviços

dos ecossistemas contidos na paisagem (ZHAO et. al., 2004.; HENDRICKX et al., 2007; QUÉTIER et al., 2007).

Pela compreensão dos padrões, das causas e das consequências ecológicas e sociais das mudanças históricas, é possível capacitar os tomadores de decisão com relação às estratégias de manejo mais efetivas frente a dinâmica da paisagem (KIENAST 1993). Isto é particularmente importante para as regiões onde surgem conflitos entre as múltiplas funções social, econômica e ecológica da paisagem como, por exemplo, na interação entre as práticas agrícolas e pecuárias e a conservação da biodiversidade. O acesso a este tipo de informação torna o município capaz de tomar decisões responsáveis com base nas informações existentes, bem como criar novas informações utilizando varias técnicas de análise espacial.

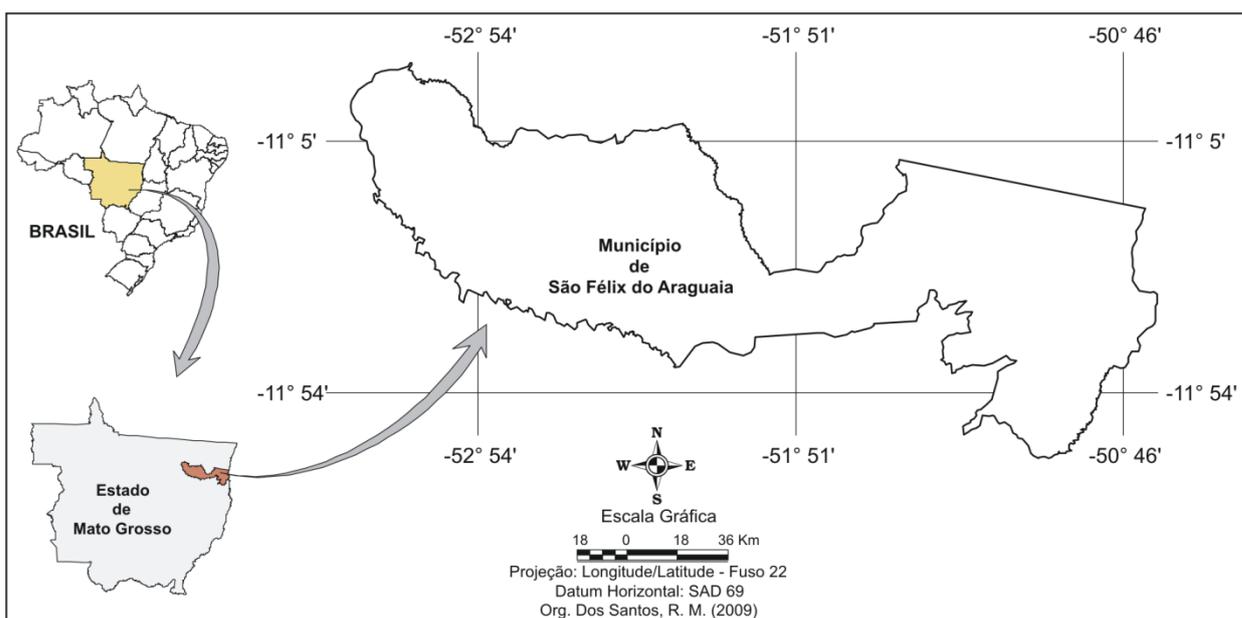
O município de São Félix do Araguaia foi selecionado para estudo por apresentar um cenário associado à substituição das atividades rurais tradicionais da área por projetos desenvolvimentistas que determinam mudanças rápidas na cobertura da terra, típicas para os municípios da região centro-oeste do Brasil.

Na perspectiva de compreender a dinâmica dos distúrbios antrópicos no comprometimento das áreas ecológicas que proporcionam serviços dos ecossistemas, como subsídio ao desenvolvimento de planos de manejo e conservação no âmbito da paisagem regional, foi proposto um delineamento metodológico aplicado ao estudo da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), com base na elaboração de um banco de dados digitais das características estruturais da paisagem e na análise do padrão espacial dos usos e cobertura da terra no período de 1990 a 2009.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1. Área de Estudo

O município de São Félix do Araguaia possui uma área de 16.915,86 Km<sup>2</sup>, localizado na região nordeste do estado do Mato Grosso, região centro-oeste do Brasil (**Figura 1**), entre o Parque Nacional do Xingu e o rio Araguaia. Possui 10.531 habitantes (IBGE 2010) e sua sede municipal localiza-se a margem esquerda do Rio Araguaia, constituindo-se em uma pequena área urbana circundada por pastagens e cerrado.



**Figura 1.** Localização geográfica do município de São Félix do Araguaia, MT.

### 2.2.2. Procedimentos Metodológicos

#### 2.2.2.1. Análise Ambiental do Município de São Félix do Araguaia

Foi elaborado um banco de dados georreferenciados, contendo as cartas temáticas dos seguintes elementos estruturais da paisagem: geologia, geomorfologia e pedologia. Estas informações foram obtidas com base nas cartas temáticas elaboradas pela SEPLAN (2002), com escala geográfica de 1:250.000, referentes as quadriculas (SC 22-Y-A, SC 22-Y-C, SC 22-Y-D, SC 22-Z-C, SD 22-V-B e SD 22-X-A), que foram georreferenciadas, digitalizadas em tela e vetorizadas com auxílio do SIG MapInfo Professional 10.

Devido à ausência de estações com radiosondagem no município de São Félix do Araguaia existe uma deficiência em sua caracterização meteorológica. Desta forma,

a descrição do clima da área de estudo baseou-se em uma escala regional, considerando as informações da carta temática de unidades climáticas geradas para o Estado de Mato Grosso pela SEPLAN (2004) em escala 1:250.000. Estas informações foram georreferenciadas, digitalizadas em tela e vetorizadas com auxílio do SIG Mapinfo Professional 10.

A carta temática de hipsometria foi obtida tendo como base imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) (INPE, 2010) com pixel de 90 metros, considerando as quadrículas (SC22YA, SC22YC, SC22YD, SC22ZC, SD22VA, SD22VB e SD22XA) que por sua vez foram processadas no SIG ARCGIS.

As cartas temáticas de malha viária e hidrografia foram obtidas em formato *shape* elaboradas pela SEMA (2005) com escala geográfica de 1:250.000, sendo reprojatadas no SIG MapInfo Professional 10.

#### 2.2.2.2. Dinâmica dos Usos e Ocupação da Terra

A análise da sequência histórica pelo uso de imagens do sensor LandSat é um método importante para determinar a dinâmica da cobertura da terra na escala da paisagem. Para acessar as mudanças na cobertura da terra foram utilizadas imagens LandSat 5 TM da área de estudo (pontos: 223, 224 e 225; e órbita 68) referentes ao período de 1990, 2000 e 2009 (datas de passagem do satélite: junho; agosto e; julho, respectivamente) adquiridas junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Em ambiente SIG ENVI 4.7 foram geradas imagens por meio da composição falsa cor das bandas 5, 4 e 3 nos canais RGB, respectivamente.

A classificação qualitativa e quantitativa dos tipos de uso e ocupação da terra foi obtida com base na interpretação do caráter visual, classificação matricial e vetorização dos dados orbitais em um Sistema de Informação Geográfica (SIG MapInfo10).

A categorização das classes de usos da terra, bem como sua nomenclatura seguiu a metodologia proposta pelo IBGE (2006). A análise de cada classe foi baseada na interpretação visual da imagem, considerando a textura, cor e o padrão das feições existentes na imagem (FLORENZANO, 2002). A hierarquia das classes pré-estabelecidas foi operacionalizada em dois níveis: Primário com 4 classes principais de cobertura terrestre; e Secundário contendo subclasses com maior nível de

detalhamento considerando os usos da terra propriamente ditos. Após a determinação de todas as classes e das edições necessárias o resultado sofreu uma análise final para conferência.

Para a análise da dinâmica da cobertura da terra, as áreas de cada categoria foram calculadas em relação à área total do município de São Félix do Araguaia, mostrando dois níveis de detalhes da cobertura da terra para o período de estudo. No primeiro nível de detalhamento foram consideradas as classes de usos da terra e no segundo nível de detalhamento foram analisados separadamente os usos da terra contidos nestas classes de uso.

#### 2.2.2.3. Áreas Legalmente Protegidas

Os limites geográficos das áreas legalmente protegidas foram obtidos junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006) no formato *shape* e reprojctadas no SIG MapInfo Professional 10.

#### 2.2.2.4. Projetos de Assentamentos

Os limites geográficos dos projetos de assentamentos estabelecidos até o ano de 2000 foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2001) no formato *shape* e reprojctadas no SIG MapInfo Professional 10.

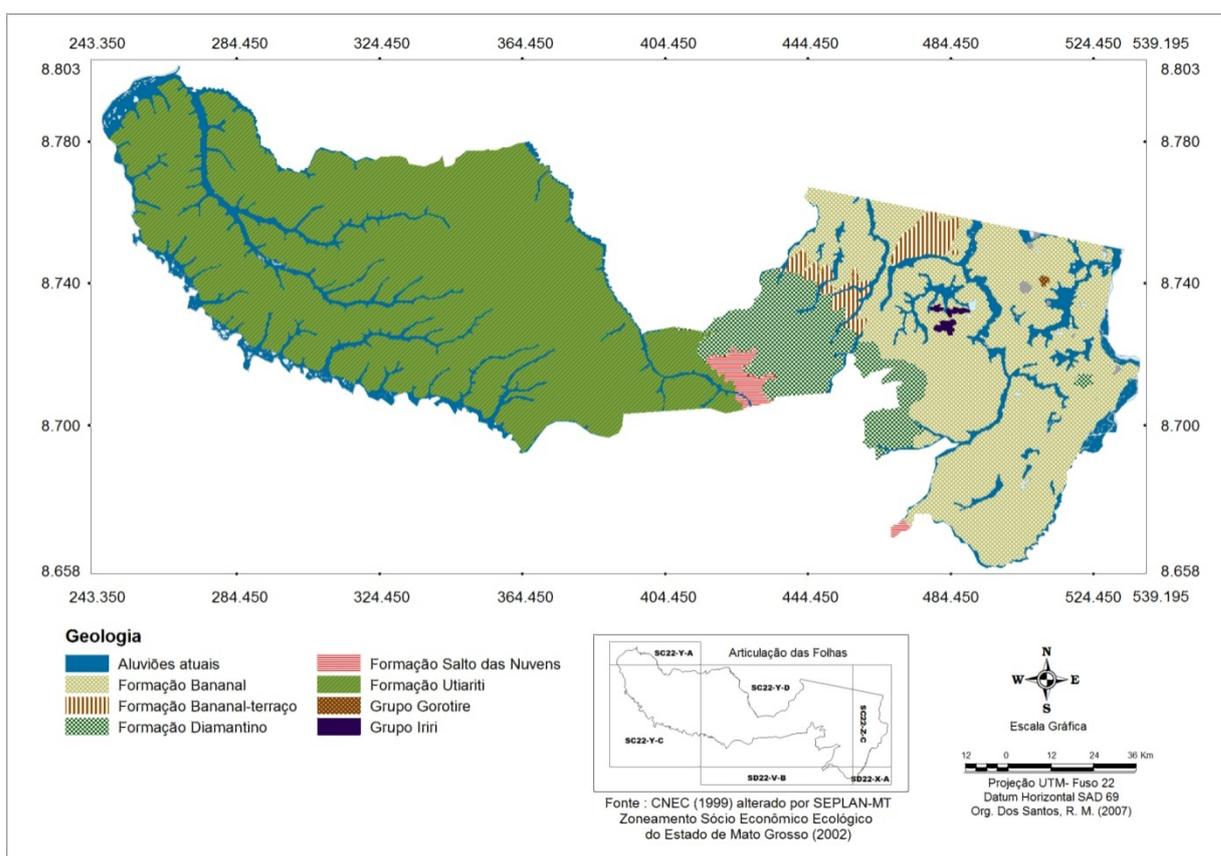
## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1. Análise Ambiental do Município de São Félix do Araguaia

A seguir são descritas as principais características do ambiente físico do território municipal de São Félix do Araguaia.

#### 2.3.1.1. Geologia

As formações geológicas presentes no município de São Félix do Araguaia estão apresentadas na **Figura 2**, cujas áreas em hectare (ha) e porcentagem (%) estão apresentadas na **Tabela 1**.



**Figura 2.** Carta temática das Formações geológicas do município de São Félix do Araguaia, MT.

A Formação Utiariti localiza-se na metade oeste do município, região da bacia hidrográfica do rio Xingu e abrange uma área de 858.237,80 ha, correspondente a 50,75% da área de estudo. Esta formação apresenta composição essencialmente

quartzosa e feldspática com frações de grãos de quartzo fina, média e grossa, onde predominam as duas primeiras frações. Observa-se, nas porções mais basais, a presença de seixos de quartzo com distribuição esparsa. De modo geral, os grãos de quartzo são bem arredondados e com boa esfericidade possuindo superfície hialina e fosca.

**Tabela 1.** Formações Geológicas do município de São Félix do Araguaia (MT) e suas respectivas áreas (ha e %).

Classes	Área	
	ha	%
Formação Utiriti	858.237,80	50,75
Formação Bananal	449.439,30	26,57
Aluviões Atuais	202.620,54	11,98
Formação Diamantino	128.398,31	7,60
Formação Bananal-terraço	32.870,88	1,94
Formação Salto das Nuvens	15.897,51	0,94
Grupo Iriri	3.450,06	0,20
Grupo Gorotire	672,08	0,04
<b>Total</b>	<b>1.691.586,49</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2007

A Formação Bananal está presente na porção leste do município, região da bacia hidrográfica do rio Araguaia e abrange uma área de 482.310,18 ha (incluindo a formação bananal-terraço), correspondente a 28,51% da área de estudo. É composta por areias, siltes, sedimentos consolidados/ inconsolidados e crostas lateríticas, apresentando relevo plano, com áreas inundáveis, interflúvios amplos, drenagem pobremente desenvolvida e presença de grandes cursos d'água e inúmeras lagoas.

Os Aluviões Atuais aparecem em toda a extensão do município de São Félix do Araguaia ao longo das planícies de inundação. Ocupa uma área de 202.620,54 ha, correspondente a 11,98% da área de estudo. Esta forma o   constituída por areias, siltes, argilas e cascalhos, apresentando litifica o variável.

A Formação Diamantino localiza-se a leste do município entre a formação Bananal e as formações Salto das Nuvens e Utariti, ocupando uma área de 128.398,31 ha, correspondente a 7,60% da área de estudo. Composta essencialmente por arcóseos possui na porção basal, diversas intercalações de camadas de siltitos e folhelhos micáceos, com espessuras variáveis, indicando uma modificação gradual das condições ambientais marinhas para continentais. De modo geral, desenvolvem solos areno-argilosos muito finos de colorações avermelhadas a amareladas, sendo que em pequenos sulcos podem aflorar delgadas camadas de siltitos e arenitos arcoseanos muito finos.

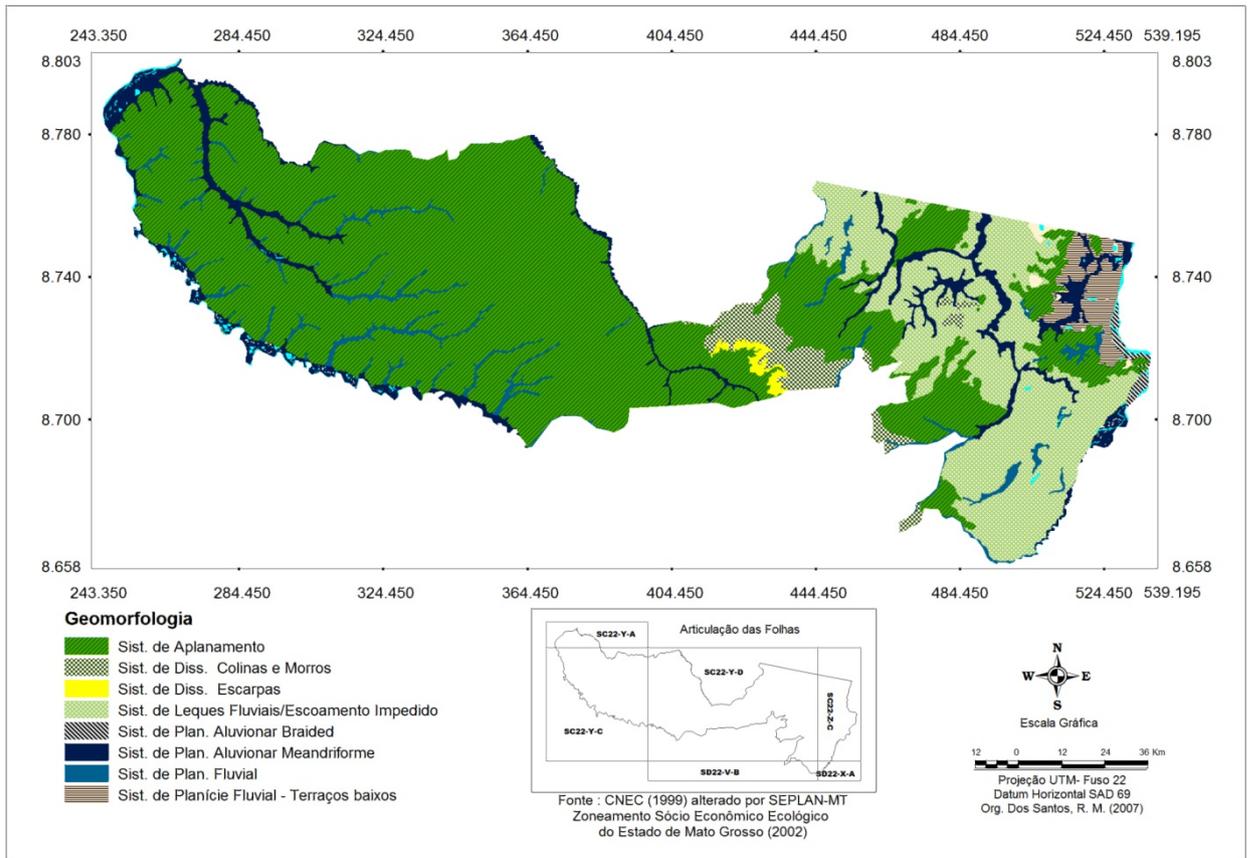
A Formação Salto das Nuvens localiza-se entre as formações Diamantino e Utariti na região da Serra do Roncador, estando presente em apenas 0,94% do município, o que corresponde a uma área de 15.897,51 ha. Esta formação é composta por arenitos de granulometria fina a média, com cores que variam do amarelado ao avermelhado, ocorrendo, com maior ou menor frequência, níveis de conglomerados ou de arenitos conglomeráticos, intercalados na unidade.

O Grupo Iriri encontra-se na porção leste do município, em meio à formação bananal. Corresponde a uma pequena área de 3.450,06 ha, equivalente a 0,20% da área de estudo. Este grupo é composto por vulcânicas, ignimbritos, piroclásticas e intrusivas associadas, com predominância de vulcânicas ácidas e intermediárias e raramente básicas.

O Grupo Gorotire é o menos representativo no município de São Félix do Araguaia, uma vez que está presente em apenas 672,08 ha, correspondente a 0,04% da área de estudo. Localizado na região leste do município em meio à formação Bananal, este grupo caracteriza-se pela presença de arenitos grosseiros a conglomeráticos, com horizontes de granulometria mais fina, leitos de conglomerados com seixos de diâmetros variáveis entre 5 a 10 cm e cores predominantemente esbranquiçadas.

#### 2.3.1.2. Geomorfologia

Os sistemas geomorfológicos do município São Félix do Araguaia estão apresentados na **Figura 3** e suas respectivas áreas estão descritas na **Tabela 2**.



**Figura 3.** Carta temática dos Sistemas Geomorfológicos presentes no município de São Félix do Araguaia, MT.

O sistema de Aplanamento aparece concentrado na região oeste e em porções menores na região leste do município totalizando 1.061.395,71 ha (62,75%) da área de estudo. Constitui-se em um sistema erosivo, elaborado sobre arenitos das formações Utiariti e Salto das Nuvens, sobre arcóseos, siltitos e folhelhos da Formação Diamantino e, sobre areias finas, siltes, argilas e cascalhos da Formação Bananal, que se assenta sobre a Formação Diamantino.

O sistema de Leques Fluviais/Escoamento Impedido localizado na porção leste do município na bacia dos rios Tapirapé e Xavantinho, abrange 327.345,73 ha correspondentes a 19,35% do município de São Félix do Araguaia. É representado por terrenos planos pouco ondulados, inundados sazonalmente devido ao lençol freático elevado, onde por vezes ocorrem interflúvios elevados e morrotes residuais. São cortados por canais aluviais em planícies largas e contínuas. Esse sistema é constituído por argila arenosa e areia argilosa. A areia é fina a muito fina, subangulosa a angulosa. Associa-se a laterita nodular que ocorre dispersa ou

formando camadas de 0,5 a 1 m. Os solos são mapeados como Plintossolos.

**Tabela 2.** Sistemas Geomorfológicos do município de São Félix do Araguaia e suas respectivas áreas (ha e %).

Classes	Área	
	ha	%
Sistema de Aplanamento	1.061.395,71	62,75
Sistema de leques fluviais/Escoamento impedido	327.345,73	19,35
Sistema de Planície AluvionarMeandriforme	135.562,32	8,01
Sistema de Planície Fluvial	59.434,99	3,51
Sistema de Dissecação em Colinas e Morros	53.405,45	3,16
Sistema de Planície Fluvial - Terraços baixos	39.844,08	2,36
Sistema de Dissecação em Escarpas	8.297,65	0,49
Sistema de Planície AluvionarBraided	6.300,57	0,37
<b>Total</b>	<b>1.691.586,49</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2007

O sistema de Planície AluvionarMeandriforme distribui-se por todo o território de São Félix do Araguaia nos rios Suia-Miçu, Comandante Fontoura, Xavantinho e nos rios das Mortes e Araguaia antes da confluência, abrange 135.562,32 ha representando 8,01% da área de estudo. Na região do rio Suiá-Miçu apresenta canal com sinuosidade alta e irregular, e que ocupa toda a planície. Por sua vez a região do rio Comandante Fontoura apresenta canal com sinuosidade alta e irregular, porém com meandros de pequena amplitude, que ocupam áreas restritas na planície. A porção deste sistema presente no rio Xavantinho apresenta canal meandrante com sinuosidade variando de regular a irregular e seus meandros têm grande amplitude. Na região dos rios das Mortes e Araguaia antes da confluência, ocorre um padrão de transição entre canais meandrantes e entrelaçados, notando-se sinuosidade regular. Já na região do rio das Mortes, próximo a foz, o canal é bifurcado em curva, formando ilhas devido ao deslocamento de meandros, que provocam cortes em calha e em colo.

O sistema de Planície Fluvial está presente em várias partes do município e ocupa

59.434,99 ha representando 2,36% da área de estudo. Apresenta terrenos planos e inclinados em direção ao rio, e compreende a planície de inundação e o leito maior. Associa-se a alagadiços e pântanos sendo formado por sedimentos aluviais não consolidados constituídos por argila orgânica, argila siltosa, areia fina argilosa e ocasionalmente cascalhos. Possui freático elevado e enchentes sazonais. Ocorrem processos de deposição de finos, por decantação, durante as enchentes e de areias, por acréscimo lateral. Associados ao canal fluvial ocorrem também processos de erosão lateral e vertical.

O sistema de Dissecação em Colinas e Morros situa-se a leste do rebordo erosivo da Serra do Roncador localizado na bacia de drenagem do rio Araguaia, ocupa 53.405,45 ha representando 3,16% da área de estudo. Caracteriza-se por uma faixa de relevo intermediária, mantendo contato com o Sistema de Aplanamento a oeste e a leste.

O sistema de Planície Fluvial/Terraços baixos localiza-se no extremo leste do município em uma área de 39.844,08 ha representando 2,36% da área de estudo. É composto por áreas elevadas acima das planícies, contíguas aos rios Araguaia e das Mortes, bem como, áreas elevadas de interflúvios dos rios que cortam o Sistema de Leques com Escoamento Impedido. São terrenos planos, pouco elevados acima das áreas inundáveis, constituídos por argila arenosa e areia argilosa da Formação Bananal. A areia é fina a muito fina, subangulosa a angulosa. Associa-se alaterita nodular que ocorre dispersa ou formando camadas de 0,5 a 1 m. Os solos são mapeados como Plintossolos, associados localmente a solos Concrecionários. Nessas áreas predominam processos de alteração, estando sujeitos a inundações ocasionais e seu nível freático elevado favorece a formação de alagadiços restritos.

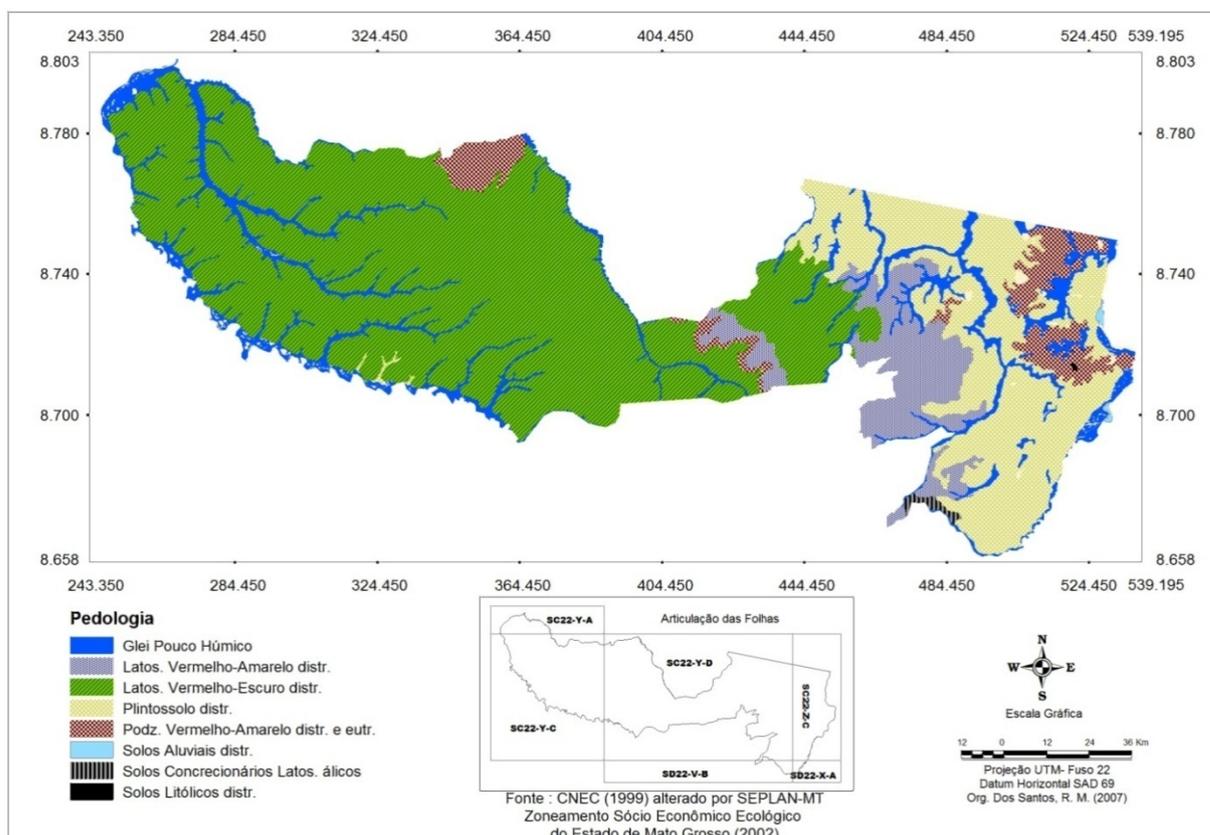
O sistema de Dissecação em Escarpas localiza-se na região central do município ao longo da serra do Roncador em uma área de 8.297,65 ha representando somente 0,49% da área de estudo. É constituído por escarpas que formam a Serra do Roncador, orientado na direção noroeste e que marcam o interflúvio das bacias dos rios Xingu e Araguaia.

O sistema de Planície Aluvionar Braided localiza-se no extremo leste do município próximo ao sistema de Planície Fluvial/ Terraços baixos e ocupa 6.300,57 ha sendo somente 0,37% da área de estudo. Possui um padrão de canal entrelaçado, observado no rio Araguaia após a confluência com o rio das Mortes, quando se

verifica muitas ilhas de diversas formas. À medida que se afasta da confluência, diminui o grau de entrelaçamento e a densidade de ilhas, o canal passa ter padrão de ilhas alongadas e estreitas que apresentam um material superficial predominantemente arenoso, conformando praias fluviais de grande extensão. O embasamento desta área é classificado como Aluviões Atuais e os solos como Glei Pouco Húmico e Aluviais. Este sistema caracteriza-se pela mobilidade dos bancos arenosos que conformam estas ilhas.

### 2.3.1.3. Pedologia

A **Figura 4** apresenta as classes de solo do município de São Félix do Araguaia e suas respectivas áreas (ha e %) estão representadas na **Tabela 3**.



**Figura 4.** Mapa das Classes de solos do município de São Félix do Araguaia, MT.

O solo Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico é o mais representativo do município de São Félix do Araguaia, presente em 931.612,71 ha o que corresponde a 55,07 % da área de estudo. Localiza-se na porção oeste do município e faz correspondência

com a formação geológica Utiariti e com o sistema geomorfológico de Aplanamento. Caracteriza-se por um solo mineral, não hidromórfico, muito profundo com textura que varia de média a argilosa. Possui baixa fertilidade natural, com saturação de bases baixa. Sua drenagem varia de boa a acentuada, apresentando como características favoráveis ao uso agrícola a sua grande profundidade, a ausência de impedimentos físicos e o relevo plano e suavemente ondulado. Ocorre sob vegetação de Floresta Estacional Semidecidual, Cerradão e Cerrado (em menor proporção).

**Tabela 3.** Classes de solos do município de São Félix do Araguaia e suas respectivas áreas (ha e %).

Classes	Área	
	ha	%
Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico	931.612,71	55,07
Plintossolo Distrófico	332.591,22	19,66
Glei Pouco Húmico	183.493,56	10,85
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	130.367,98	7,71
Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico	92.835,43	5,49
Solos Concrecionários Latossólicos Álicos	4.184,99	0,25
Solos Aluviais Distróficos	16.199,96	0,96
Solos Litólicos Distróficos	300,63	0,02
<b>Total</b>	<b>1.691.586,49</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2007

O solo Plintossolo Distrófico localiza-se na região leste do município e faz correspondência com a formação geológica Bananal e com o sistema geomorfológico de Leques Fluviais/ Escoamento Impedido. Corresponde a 332.591,22 ha representando 19,66% da área de estudo. É um solo mineral hidromórfico ou com sérias restrições à percolação de água. Apresenta textura arenosa/ média, média e média/ argilosa, ocorrendo nas áreas baixas a leste do município e associado a solos gleizados nas planícies de inundação dos rios e córregos. Possui baixa fertilidade natural, com baixa saturação de bases e com

alumínio trocável (menores que 50%). Ocorre sob vegetações de Campo Cerrado e Floresta Aluvial, originando-se de sedimentos de Cobertura Sedimentar do Bananal. É um solo de difícil manejo, devido à ocorrência de plintita, já que este material tem tendência a endurecimento irreversível quando submetido a rebaixamento acentuado do lençol freático.

Os solos do tipo Glei Pouco Húmico estão presentes ao longo das planícies de inundação de todo o território de São Félix do Araguaia e fazem correspondência com os Aluviões Atuais, com o Sistema de Planície Aluvionar Meandriforme e com o Sistema Fluvial. Ocorre em 183.493,56 ha representando 10,85% da área de estudo. São solos minerais, hidromórficos e mal drenados que ocorrem em áreas baixas e alagadas, o que condiciona a redução dos compostos de ferro presentes no solo por ausência de oxigênio. Sua textura é bastante variada e a fertilidade natural é baixa. Encontram-se sob vegetação de Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea, com ocorrência expressiva nas planícies dos principais rios da área de estudo, tais como o Suiá Missu, o Comandante Fontoura e o Araguaia. Sua utilização está diretamente condicionada às práticas de drenagem havendo ainda limitações de fertilidade natural baixa e riscos de inundação.

O solo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico aparece na porção central do município ao longo da serra do Roncador e também na porção leste entre os solos Latossolo Vermelho Escuro Distrófico e Plintossolo Distrófico. Ocupa 130.367,98 ha representando 7,71% da área de estudo. Este solo faz correspondência com as formações Salto das Nuvens, Diamantino e junto a esta com uma pequena parte da formação Bananal, além do sistema de Dissecação em Colinas e Morros e com uma porção junto a este, a leste, que compreende o sistema de Aplanamento e o sistema de Leques Fluviais/ Escoamento Impedido. É um solo profundo, acentuadamente drenado, poroso e sem impedimentos ao uso de máquinas e implementos agrícolas. Apresenta como fator limitante ao uso agrícola sua baixa fertilidade natural, sendo distróficos (saturação de bases < 50%). Predominantemente têm textura média. A vegetação varia desde a Floresta ao Cerradão e Cerrado, além do Campo Cerrado nas áreas de inundações periódicas.

O solo Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico está presente em 92.835,43 há do município de São Félix do Araguaia, correspondentes a 5,49% da área de estudo. Caracteriza-se por um solo mineral não hidromórfico, bem drenado e

profundo com uma textura que varia entre arenosa/ média, média e média/ argilosa. Apresenta como limitações ao uso agrícola a fertilidade natural baixa, a susceptibilidade à erosão e o impedimento ao uso de máquinas agrícolas. A vegetação predominante é a de Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado.

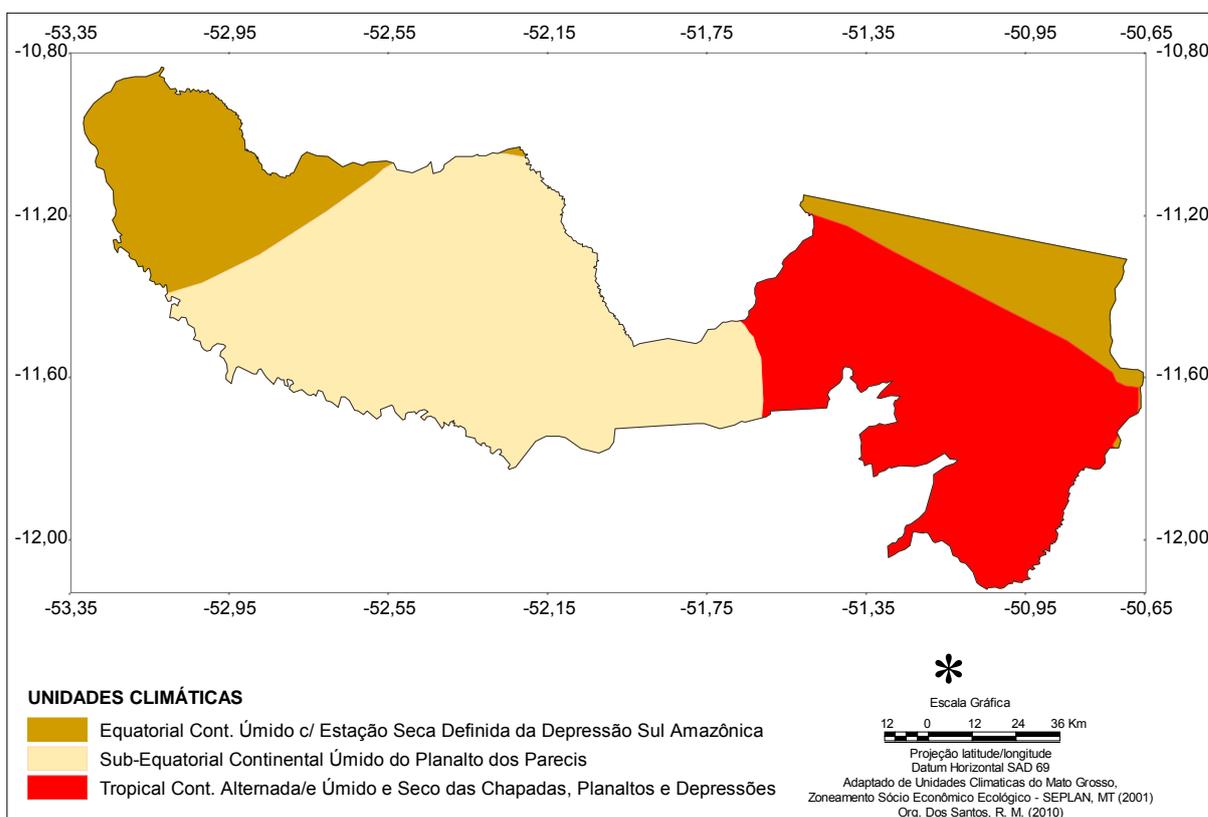
Solos Concrecionários Latossólicos Álicos estão presentes nas planícies dos rios Suiá-Miçu, Araguaia e das Mortes em 4.184,99 ha, representando 0,25% da área de estudo. Fazem correspondência com Aluviões Atuais, com o Sistema de Planície Aluvionar Meandriforme e com o Sistema Fluvial. São solos minerais, bem drenados com ocorrência de elevada quantidade de concreções ferruginosas ao longo do perfil (geralmente maior que 50% por volume). A textura varia entre média e argilosa. Ocorrem sob vegetação de Cerrado, Campo Cerrado e Cerradão. Apresentam sérias limitações ao uso agrícola.

Os solos Litólicos Distróficos aparecem em uma pequena área de 300,63 ha representando apenas 0,02% da área de estudo, a leste do município em meio ao solo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico. Faz correspondência com a formação Bananal e com o sistema de Aplanamento. São solos minerais, pouco desenvolvidos, geralmente rasos. Apresentam fertilidade natural baixa aliada à presença de calhaus e matacões, pequena profundidade e o relevo em que se encontram, o que os torna inaptos à agricultura. A vegetação é de Cerrado.

Solos Aluviais Distróficos aparecem em uma pequena porção a extremo leste do município em 16.199,96 ha representando 0,96% da área de estudo. Faz correspondência com Aluviões Atuais e com o sistema de Planície Aluvionar Braided. São solos minerais com profundidade variável, bem a imperfeitamente drenados, originados por uma sucessão de depósitos de origem aluvionar recentes, com natureza química, física e mineralógica geralmente muito diversificada. Constituem em geral os diques que margeiam os atuais e antigos leitos de rios e córregos e algumas ilhas do rio Araguaia. São distróficos (baixa fertilidade natural) e ocorrem sob vegetação de Floresta Aluvial em relevo plano. O uso com lavouras de subsistência apresenta resultados satisfatórios nos períodos de estiagem e para a exploração comercial, práticas de drenagem são necessárias, pois este tipo de solo encontra-se em locais sujeitos a inundações periódicas.

#### 2.3.1.4. Unidades Climáticas

O município de São Félix do Araguaia abrange 3 (três) unidades climáticas: Clima Equatorial Continental Úmido com Estação Seca Definida da Depressão Sul Amazônica; Clima Subequatorial Continental Úmido do Planalto dos Parecis; Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco das Chapadas, Planaltos e Depressões (**Figura 5**). É importante destacar a existência de divisão destas unidades climáticas em subunidades com diferentes identidades em relação, principalmente, aos controles climáticos intra-regionais e locais, porém foi considerado neste trabalho somente o primeiro nível de detalhamento.



**Figura 5.** Mapa das Unidades Climáticas presentes no território do município de São Félix do Araguaia (MT).

A unidade climática referente ao Clima Equatorial Continental Úmido com Estação Seca Definida da Depressão Sul Amazônica está presente nas duas extremidades opostas do município de São Félix do Araguaia, próxima aos rios Xingu e Araguaia, respectivamente. Possui como aspecto fundamental a definição da estação seca, apesar de possuir, em geral, um clima quente e úmido. Trata-se geralmente de uma

“seca moderada” (deficiência hídrica). Apresenta um elevado excedente hídrico (superior a 1.000mm). Reúne uma faixa relativamente extensa de unidades climáticas de transição para o clima tropical continental alternadamente úmido e seco. Estas transições são marcadas ou por aumento na intensidade da seca (de 200 a 300 para 250 a 350 mm/ano) ou diminuição do excedente hídrico, ficando este entre 800 a 1.000 mm. Possui uma temperatura média de 24,8 a 25,4°C e 5 a 6 meses secos ao ano (maio a outubro). A pluviosidade média anual é de 1600 a 2.300 mm.

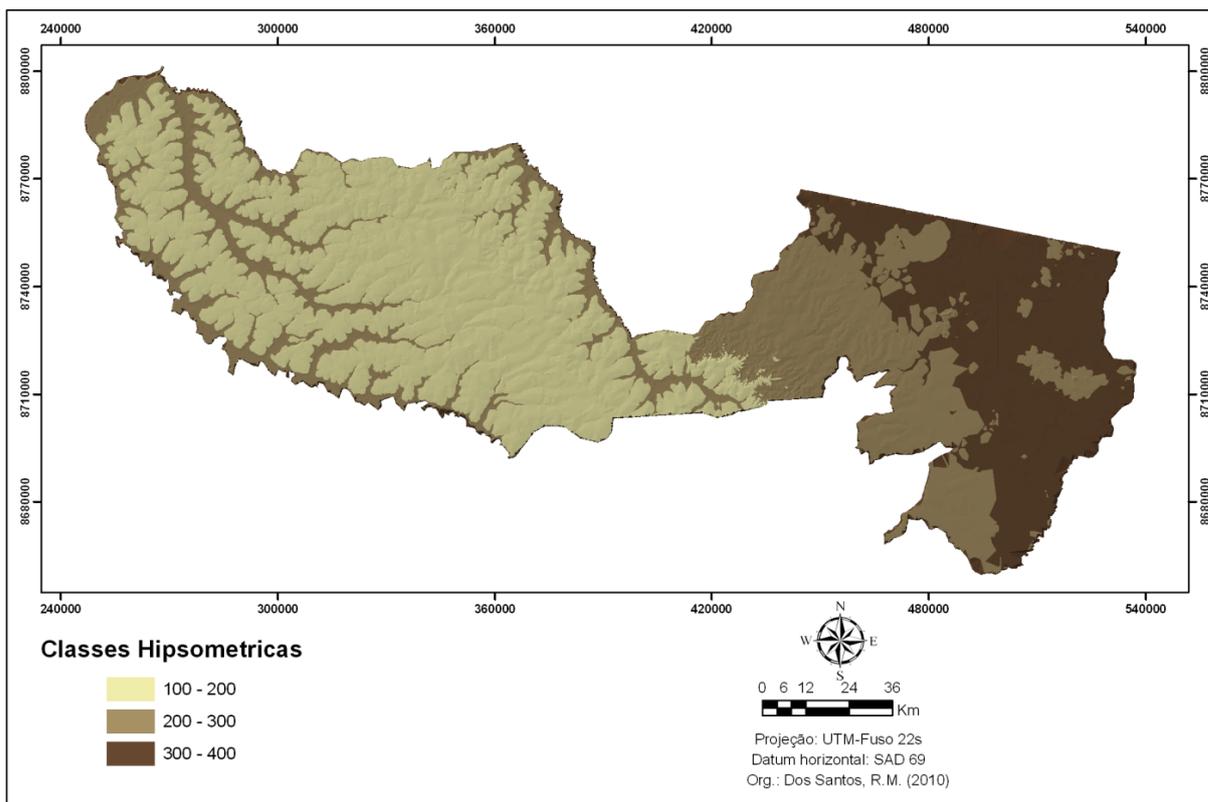
A porção central do município de São Félix do Araguaia possui um clima do tipo Subequatorial Continental Úmido do Planalto dos Parecis, caracterizado por uma intensa seca estacional (entre 300 a 350 mm) combinada com excedentes de pluviosidade entre 800 a 1.000 mm, criando uma extensa faixa de transição climática dentro do Planalto dos Parecis. O aumento da altitude média (300 a 400 metros) e da latitude diminui o aquecimento, baixando a variação das temperaturas médias anuais entre 25,8° a 24,3°C. No entanto, os totais anuais médios de pluviosidade ficam entre 1.600 a 2.000mm, com 5 meses de seca (maio a setembro).

Na porção inferior leste do município encontra-se o clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco das Chapadas, Planaltos e Depressões. Esta macro unidade climática é marcada pela regularidade, onde a repetição e a alternância quase cíclica do movimento estacional quente e úmido lhe confere um grande espectro de uso e exploração dos recursos climáticos. Existem diferenças e mudanças de ritmo, mas em se tratando de climas tropicais, as alterações têm segmentos temporais de médios a longos ciclos, ou seja, apenas quando ocorrem mudanças nos padrões de circulação atmosférica de larga escala e que são produzidas mudanças quantitativas consideráveis. Assim sendo, os ciclos estacionais, quase regulares, com 6 a 7 meses de predomínio da estação chuvosa (geralmente de outubro-novembro a março-abril) e 4 a 5 meses com estação seca definida (geralmente de maio a setembro), permite um planejamento razoavelmente confiável no desenvolvimento e desempenho da atividade agropecuária. Apresenta temperatura média de 24,8 a 25,5°C e pluviosidade entre 1.500 e 1.600mm.

### 2.3.1.5. Hipsometria

As classes hipsométricas do município de São Félix do Araguaia foram agrupadas a cada 100m (**Figura 6**).

As cotas mais baixas estão localizadas a leste do município e correspondem de 100 a 200 metros. As cotas mais altas estão dispersas por todo o território e variam de 300 a 400 metros.

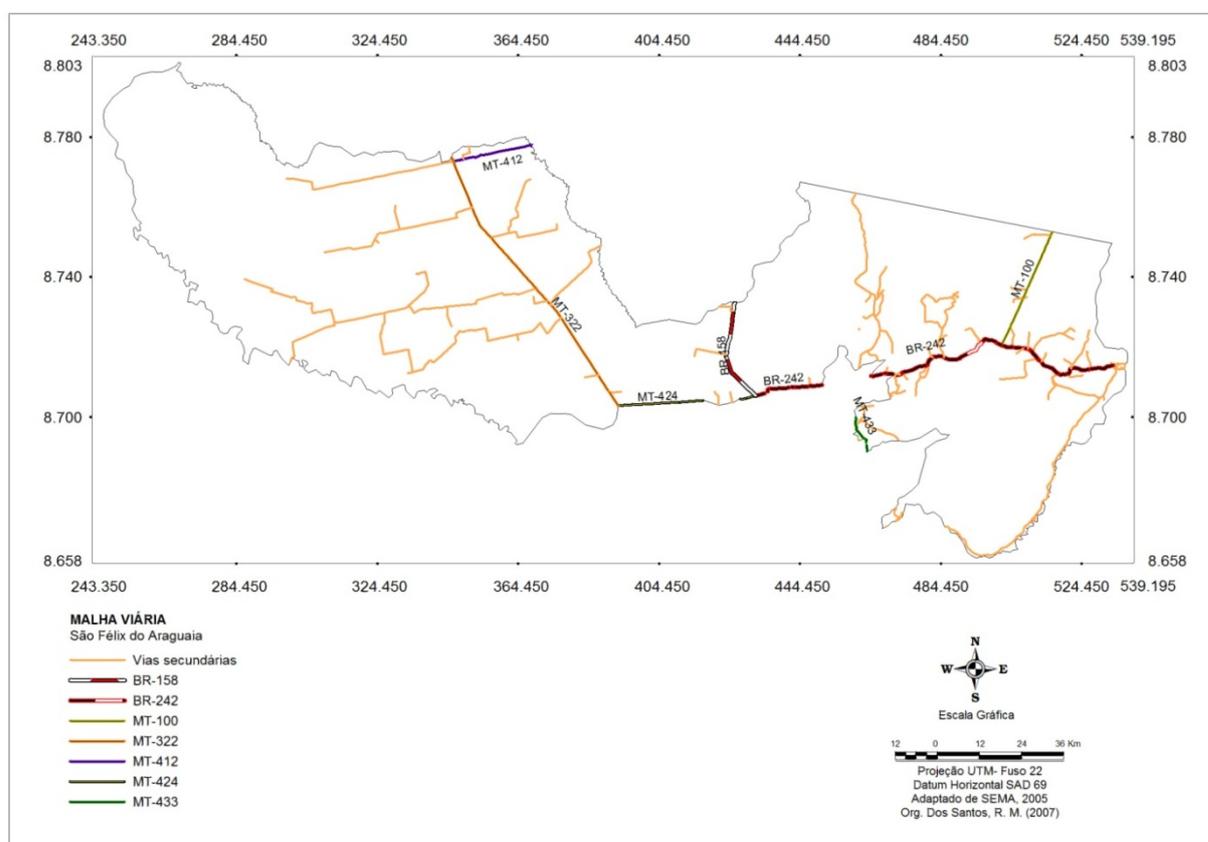


**Figura 6.** Carta temática das Classes Hipsométricas do Município de São Félix do Araguaia, MT.

### 2.3.1.6. Malha Viária

A malha viária da área de estudo está apresentada na **Figura 7**. O município é cortado por cinco rodovias estaduais e duas federais. A BR-158 é uma das principais vias de ligação das zonas produtoras de soja do estado do Mato Grosso com os portos para exportação do produto. A BR- 242 tem início na fronteira do estado do Mato Grosso com a Bolívia e se estende até o estado da Bahia. As rodovias estaduais que cortam o município são as: MT- 322, MT- 412, MT- 424, MT- 433 e MT- 100.

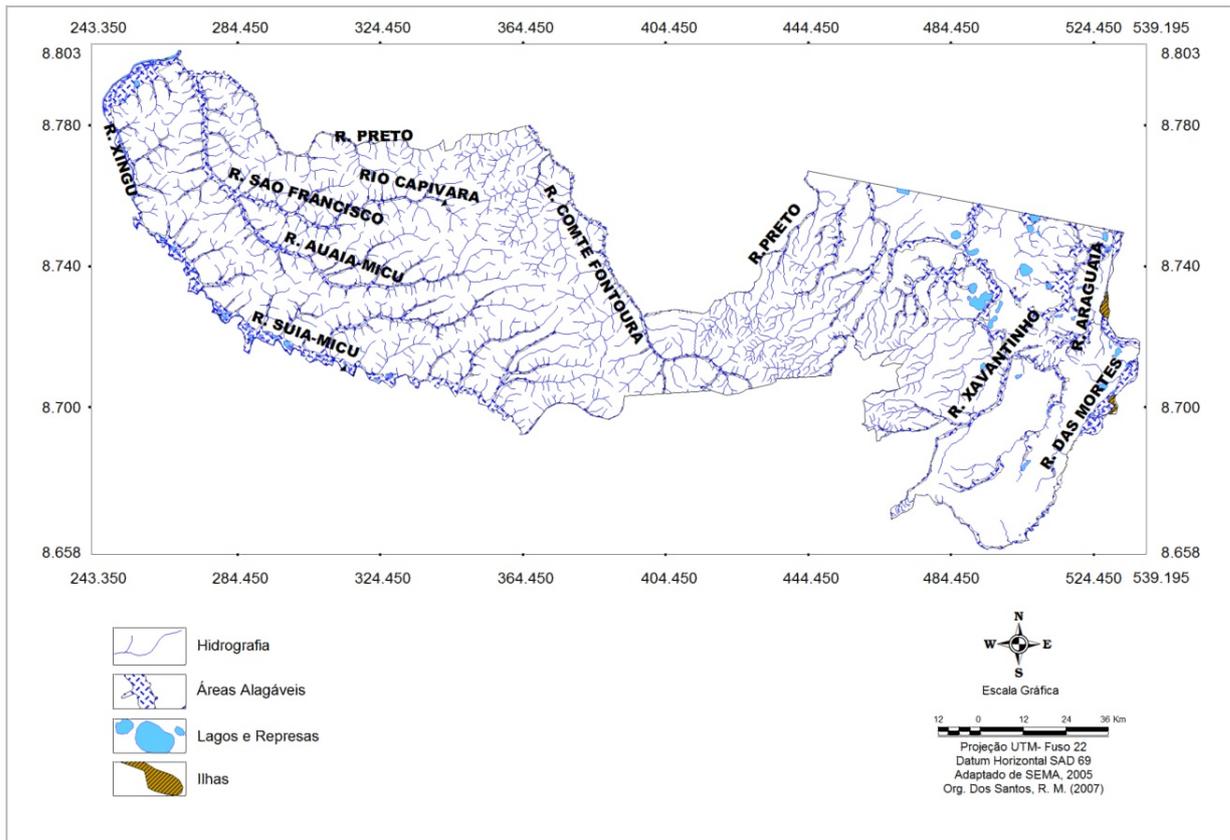
O município de São Félix do Araguaia mantém relações funcionais estabelecidas diretamente com o estado de Goiás (Goiânia) e com o Distrito Federal (Brasília), devido às melhores condições de acessibilidade proporcionadas pela Rodovia Belém-Brasília, em relação à malha rodoviária regional, composta, em sua maioria, por estradas não pavimentadas. Dessa forma, os principais vetores de povoamento da região originaram-se dos fluxos migratórios oriundos das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, através dos estados de Goiás e Pará.



**Figura 7.** Carta temática da Malha Viária do município de São Félix do Araguaia, MT.

### 2.3.1.7. Hidrografia

A hidrografia do município é composta por uma rica rede de drenagem inserida nas bacias hidrográficas do Araguaia e do Xingu, composta principalmente pelos rios Xingu, Preto, São Francisco, Capivara, Auaiá-Miçu, Suiá-Miçu, Comandante Fontoura, Xavantinho, das Mortes e Araguaia (**Figura 8**).



**Figura 8.** Carta Temática representando a hidrografia, as áreas alagáveis, lagos, represas e ilhas do município de São Félix do Araguaia (MT). Em detalhe os principais rios.

O rio Araguaia, principal afluente do Tocantins, nasce em Goiás a cerca de 850 m de altitude, possui uma área de drenagem de 373.000 Km<sup>2</sup> e 2.115 Km<sup>2</sup> de extensão. O principal afluente do rio Araguaia é o rio das Mortes, que nasce na Serra São Lourenço, no município de Cuiabá (MT), desaguando na altura da Ilha do Bananal após percorrer uma extensão de 1.070 Km. Este rio possui um padrão predominantemente meândrico, com um canal único que transborda na época das cheias devido à amplitude lateral de sua planície de inundação, esta se alarga em direção à foz, apresentando lagos, lagoas e meandros. A região do rio das Mortes apresenta ambientes mais conservados que o rio Araguaia, além de uma comunidade faunística altamente diversificada, contando com os maiores índices de frequência e abundância da fauna. O rio Xavantinho, outro afluente do rio Araguaia, é margeado em grande parte por áreas de pastagem e agricultura, estando inserido na região de Cerrado.

A diversidade de ambientes da planície sedimentar do Araguaia, com vastas planícies, lagoas marginais extensas e corpos de água temporários, permite uma alta produtividade ao sistema, formando verdadeiros berçários e celeiros naturais principalmente para peixes e aves piscívoras. A cada ano tartarugas e tracajás visitam as praias do Araguaia e do rio das Mortes para a postura de seus ovos, desta forma, qualquer alteração no ambiente pode atingir diretamente os processos biológicos e ecológicos de suas populações.

Diversos núcleos urbanos estão localizados ao longo dos afluentes do Alto rio Araguaia, com risco potencial de contaminação orgânica das águas. Além disso, a presença pontual de áreas agrícolas, zonas suscetíveis à erosão e zonas de garimpo no rio Araguaia, representam riscos na caracterização qualitativa dos recursos hídricos desta região.

Os rios Suiá-Miçu e Comandante Fontoura são afluentes do rio Xingu. No território de São Félix do Araguaia o rio Suiá-Miçu encontra-se inserido em uma área de Floresta Estacional Semidecidual, com poucas áreas de agricultura adjacentes. Por sua vez, o rio Comandante Fontoura apresenta suas margens ocupadas quase exclusivamente por atividade agrícola.

As nascentes do Xingu estão situadas em altitudes da ordem de 600m, na junção da Serra do Roncador com a Serra Formosa. Sua bacia hidrográfica abrange uma área de 531.250 Km<sup>2</sup> e apresenta uma forma alongada com cerca de 350Km de largura média e 1.450Km de comprimento. Encontra-se ao sul do Domínio Amazônico, numa área de transição para o Domínio do Cerrado. Assim, os rios que formam a Bacia do Xingu nascem nas florestas de galeria do Cerrado e deságuam no rio Amazonas. Sua rede de drenagem é quase paralela entre a maioria dos afluentes e corre no sentido da declividade geral da bacia.

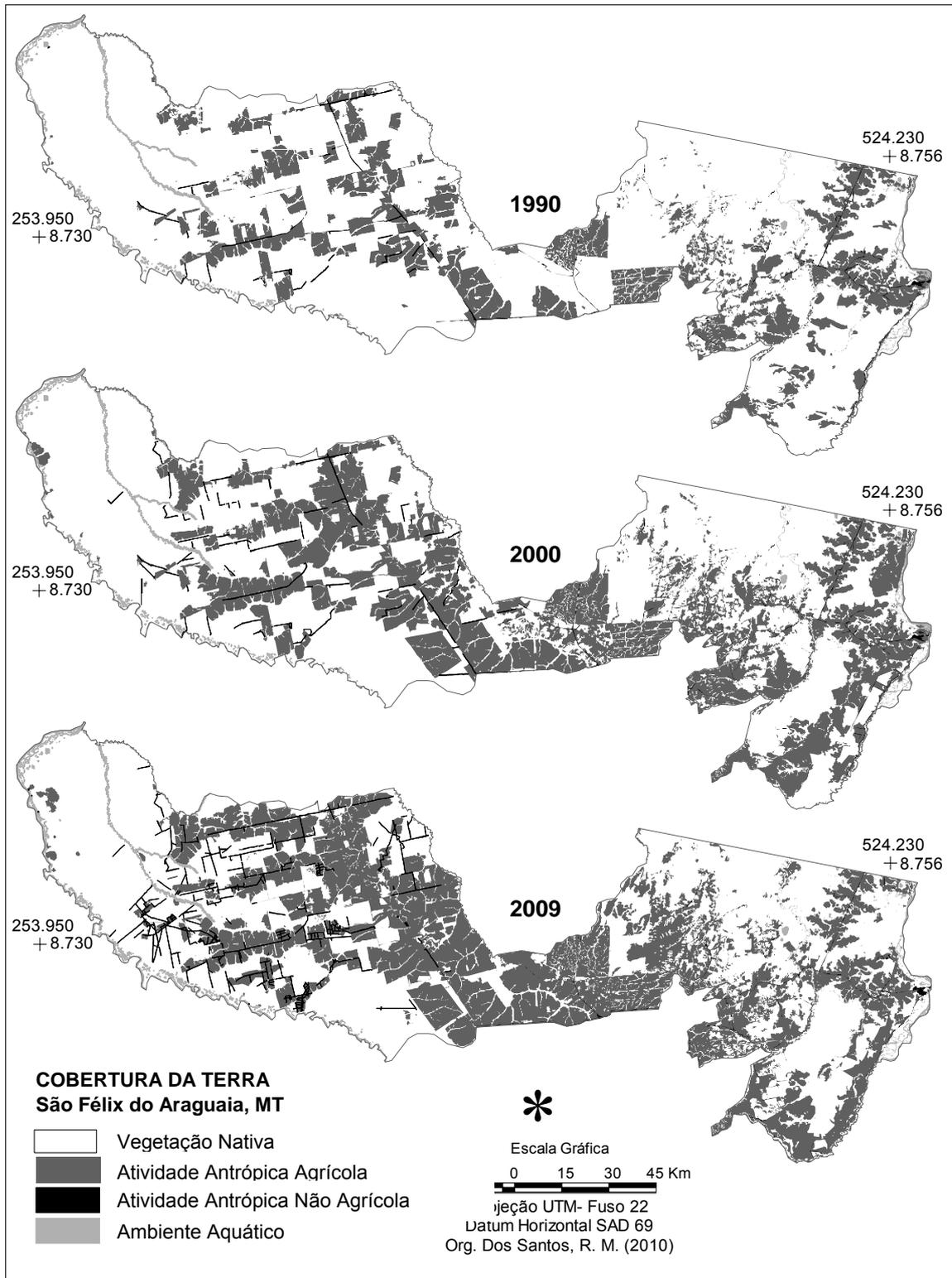
A Bacia do Xingu, da qual fazem parte 35 municípios, é habitada secularmente por povos indígenas. São dez mil índios de 20 etnias diferentes - 14 delas no parque - que fizeram do rio a base de suas atividades tradicionais, ritos e intercâmbio cultural entre si. Além deles, a região concentra cerca de 450 mil não índios, e as nascentes ou cabeceiras do Xingu se localizam em meio a um dos maiores pólos agropecuários do país, exatamente no leste mato-grossense.

### 2.3.2. Dinâmica dos Usos e Ocupação da Terra

A ocupação espacial do município de São Félix do Araguaia, historicamente tem apresentado usos da terra bastante diferenciados como reflexo das ações desenvolvimentistas priorizadas pelos setores governamentais, com destaque para as atividades agrícola (principalmente o cultivo da soja) e pecuária. As ações de desmatamento na paisagem local resultantes das atividades econômicas de extração vegetal, da agricultura (plantio de soja) e pecuária, ao longo do tempo, apresentam-se como um fator altamente comprometedor da condição qualitativa e quantitativa do remanescente vegetacional total.

Para compreender de forma mais ampla a influência do processo de transformação da paisagem do município pelos diferentes tipos de usos e ocupação da terra ao longo de 19 anos, estes usos foram analisados em dois níveis distintos de detalhamento. Em um primeiro nível, menos detalhado, foram identificadas quatro classes de uso e cobertura da terra. O segundo nível de detalhamento para os anos de 1990, 2000 e 2009, categorizou 14 tipos de usos da terra, referentes as diversas modalidades de cobertura da terra para as classes de usos determinadas no primeiro nível de detalhamento.

As classes de uso e ocupação da terra determinadas no primeiro nível de detalhamento foram: Atividade Antrópica Agrícola; Atividade Antrópica Não Agrícola; Vegetação Nativa; Ambiente Aquático (**Figura 9**). Os respectivos valores de suas áreas estão representados na **Tabela 5**.



**Figura 9.** Representação espacial das classes de cobertura da terra do município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009.

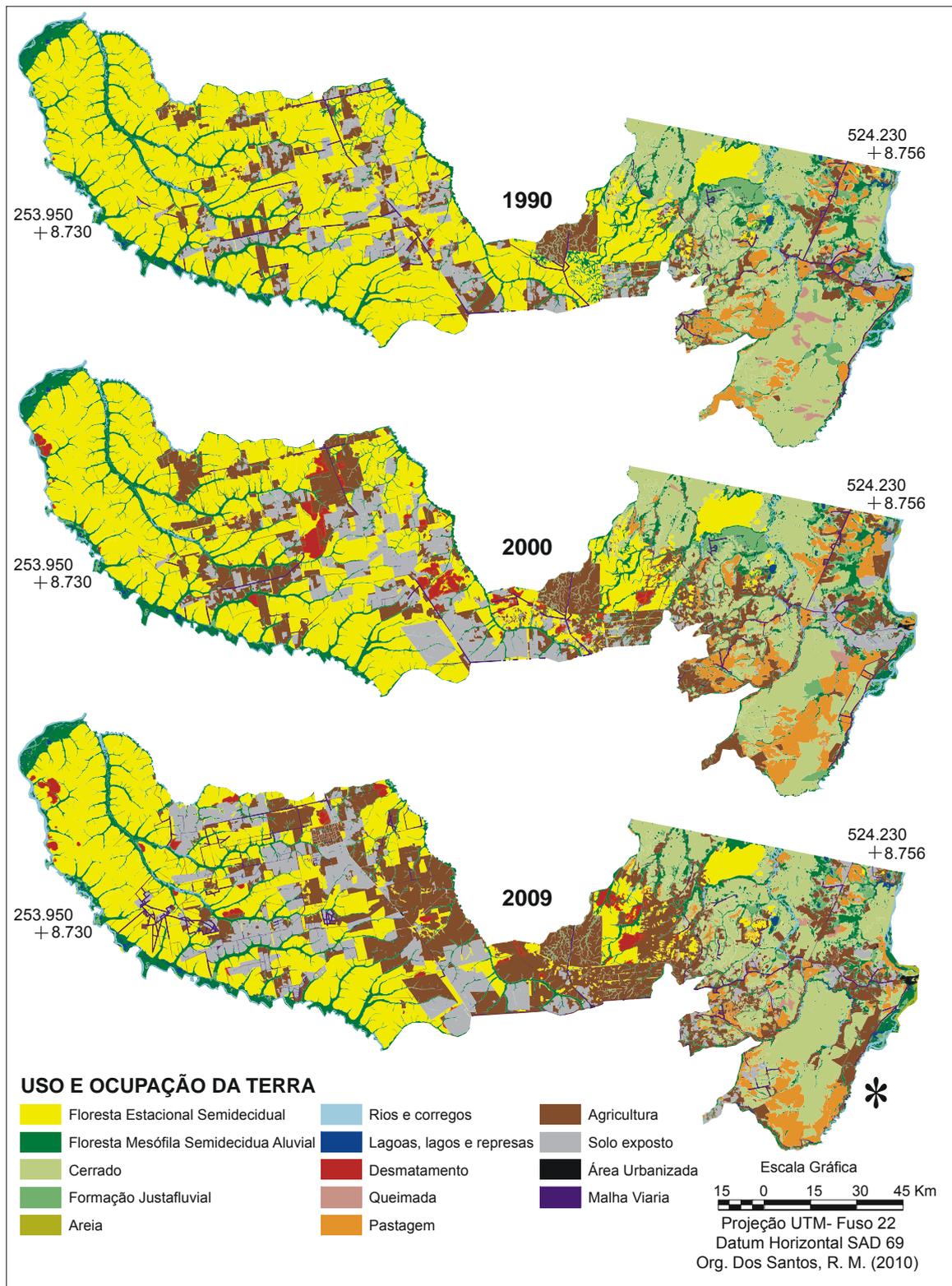
**Tabela 5.** Áreas (ha e %) das diferentes classes de cobertura da terra (primeiro nível de detalhamento) para o município de São Félix do Araguaia (MT), em 1990, 2000 e 2009.

Classes de Usos da Terra	1990		2000		2009	
	Área					
	ha	%	ha	%	ha	%
Uso Antrópico Agrícola	358.047,72	21,17	565.406,05	33,42	662.588,05	39,17
Uso Antrópico Não Agrícola	7.039,05	0,42	8.535,84	0,50	11.422,07	0,68
Vegetação Nativa	1.306.915,29	77,26	1.098.028,58	64,91	995.751,28	58,86
Ambiente Aquático	19.584,76	1,16	19.616,49	1,16	21.824,21	1,29
<b>TOTAL</b>	<b>1.691.585,62</b>	<b>100,00</b>	<b>1.691.585,62</b>	<b>100,00</b>	<b>1.691.585,62</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

Ao longo de 19 anos as mudanças na cobertura da terra estiveram relacionadas (em escala da paisagem – primeiro nível de detalhamento) com a redução de 18,39% de áreas de vegetação nativa, enquanto que as áreas com atividade antrópica agrícola aumentaram em 18%. Secundariamente, embora a classe de uso antrópico não agrícola tenha apresentado um incremento (de 0,42% em 1990, para 0,68% em 2009), o mesmo se apresenta pouco expressivo em relação às outras classes de uso e cobertura da terra. A classe relativa ao ambiente aquático apresentou a menor variação ao longo do período estudado, representando apenas 0,13% de aumento (**Tabela 5**). As atividades relacionadas à classe de atividade antrópica agrícola compreendem o principal fator direto de pressão em determinar mudanças do padrão espacial do território municipal de São Félix do Araguaia, no período de 1990 a 2009.

A análise da composição da paisagem do município de São Félix do Araguaia levando em conta o segundo nível de detalhamento mostra a distribuição dos 14 tipos de usos da terra para os anos de 1990, 2000 e 2009 (**Figura 10**). Os valores de suas áreas estão representados na **Tabela 6**.



**Figura 10.** Tipos de usos e ocupação da terra presentes no território do município de São Félix do Araguaia (MT) nos anos de 1990, 2000 e 2009.

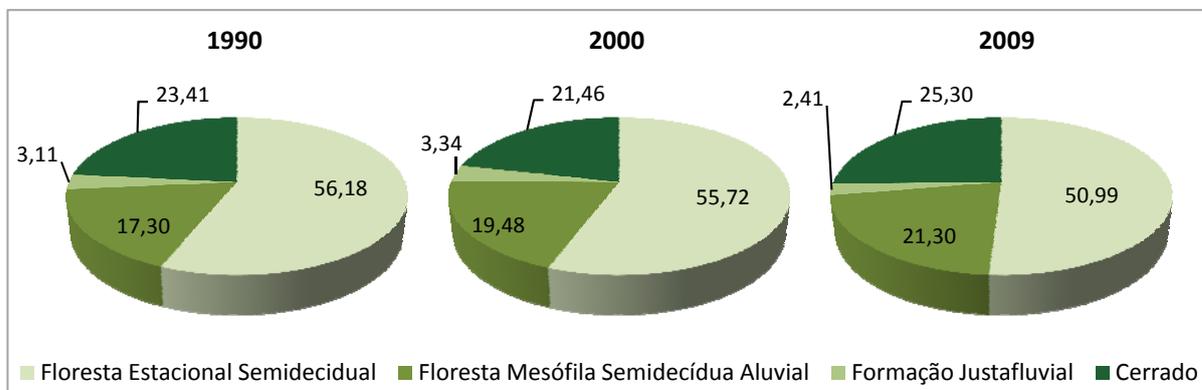
**Tabela 6.** Áreas (ha) dos diferentes tipos de cobertura da terra (primeiro e segundo nível de detalhamento) para o município de São Félix do Araguaia (MT), em 1990, 2000 e 2009.

Classes de Usos da Terra	Usos da Terra	Área (ha)		
		1990	2000	2009
<b>Uso Antrópico Agrícola</b>	Agricultura	165.950,24	270.032,86	382.679,64
	Solo exposto	110.420,41	162.847,53	190.017,82
	Pastagem	70.549,28	100.372,04	66.729,34
	Desmatamento	1.186,51	29.476,74	21.049,61
	Queimada	9.941,28	2.676,88	2.111,64
<b>Subtotal</b>		<b>358.047,72</b>	<b>565.406,05</b>	<b>662.588,05</b>
<b>Uso Antrópico Não Agrícola</b>	Área Urbanizada	567,56	689,56	1.247,70
	Malha Viária	6.471,49	7.846,28	10.174,38
<b>Subtotal</b>		<b>7.039,05</b>	<b>8.535,84</b>	<b>11.422,07</b>
<b>Vegetação Nativa</b>	Floresta Estacional Semidecidual	734.233,26	611.790,48	507.739,26
	Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial	226.153,78	213.930,05	212.047,32
	Formação Justafluvial	40.601,28	36.716,15	24.017,13
	Cerrado	305.926,97	235.591,91	251.947,57
	<b>Subtotal</b>	<b>1.306.915,29</b>	<b>1.098.028,58</b>	<b>995.751,28</b>
<b>Ambiente Aquático</b>	Lagoas, lagos e represas	7.462,69	7.506,63	8.810,43
	Rios e córregos	10.846,97	10.707,86	11.023,26
	Areia	1.275,11	1.402,01	1.990,52
<b>Subtotal</b>		<b>19.584,76</b>	<b>19.616,49</b>	<b>21.824,21</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1.691.585,62</b>	<b>1.691.585,62</b>	<b>1.691.585,62</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

A classe de Vegetação Nativa (incluindo diferentes níveis de alteração antrópica) constitui-se pelos tipos fitofisionômicos Floresta Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual, Formação Justafluvial (Banhados, Mata Galeria, Várzea e Áreas Úmidas) e Cerrado. As áreas ocupadas por esta classe de uso sofreram uma redução de 1.306.915,29 ha em 1990 para 995.751,28 ha em 2009 devido, principalmente, a conversão da Floresta Estacional Semidecidual em áreas destinadas a atividade agrícola (redução de 13,39%) (Tabela 6e Figura 11). Este valor relativamente alto de cobertura vegetal pode ser atribuído, em parte, à presença de áreas legalmente protegidas em regiões de floresta, como o Parque Indígena do Xingu, além da limitação à atividades agrícolas na região de cerrado, devido, principalmente, à baixa fertilidade do solo e em regiões sujeitas à inundação. Para o ano de 2009 mais de 30% da área de estudo compreendeu o domínio de

formações florestais e 14,89% de Cerrado, constituindo uma área de tensão ecológica Cerrado-Floresta Estacional.



**Figura 11.** Representação da área (%) dos tipos de usos da terra em relação a classe de Vegetação Nativa no município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009.

Como mais de 50% do território municipal está inserido na área de formações florestais associadas às áreas de tensão ecológica, e como o estado de Mato Grosso está integrado na Amazônia Legal, o Código Florestal (Lei Federal nº. 4.771/65 com as alterações promovidas pela Medida Provisória 2166-67/01) determina que a reserva legal seja de 80% do imóvel rural em áreas cobertas por florestas (incluídas as chamadas florestas de transição) e de 35% nos cerrados. Esse fato tem gerado intenso conflito entre o poder público e os proprietários, que se recusam o cumprimento da legislação. Em parte, isso se deve às atuais restrições legais, uma vez que as propriedades situadas em áreas de floresta da Amazônia tinham que manter 50% de sua área como reserva legal. Muitos proprietários que compraram suas terras antes da mudança da lei, atualmente se sentem prejudicados e querem manter o direito de continuar desmatando 50%.

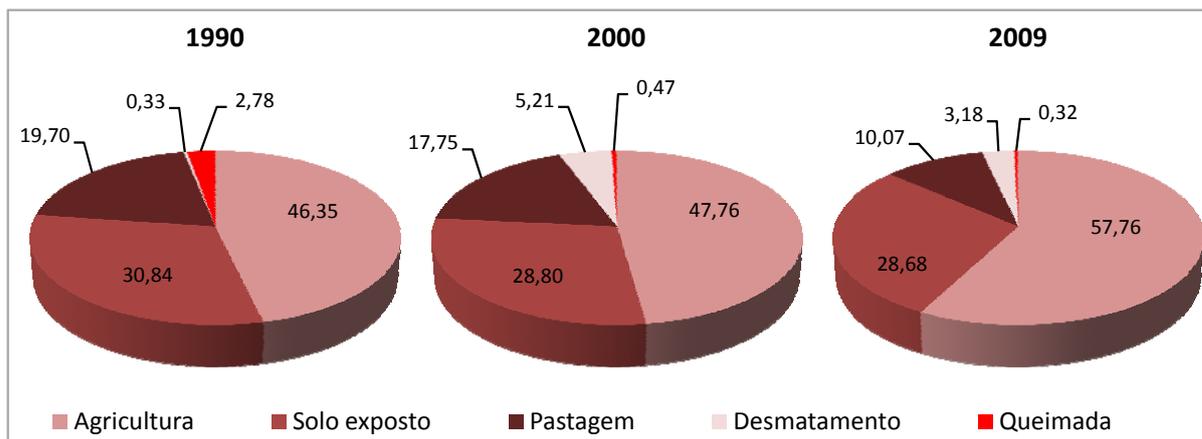
A Amazônia brasileira, que possui cerca de 40% dos remanescentes de florestas tropicais do mundo, tem um papel fundamental no desempenho e fornecimento dos bens e serviços essenciais ao bem-estar humano, em escala global, regional e local. Porém, vem sendo submetida a um intenso processo de perda de área de vegetação nativa remanescente e de biodiversidade. Este processo de desmatamento regionalmente considerado como uma das taxas absolutas mais altas do mundo (LAURANCE et al., 2001).

Um dos principais instrumentos responsáveis por este processo foi a transformação das técnicas produtivas resultantes da concessão de crédito pela SUDAM, na forma de subsídios às grandes empresas agropecuárias. Em uma década de existência (de 1980 a 1990) foram financiados 194 projetos de desenvolvimento econômico no estado de Mato Grosso, sendo liberado 94% do total dos recursos para empreendimentos com mais de 10.000 ha, predominando aqueles com áreas entre 20.000 a 50.000 ha (FERREIRA, 1986; FERNÁNDEZ, 1997). Mesmo os programas de colonização que tinham por objetivo assegurar a transferência de terras públicas às famílias de pequenos agricultores, desenvolveram mecanismos que possibilitavam as vendas destas áreas para empresários ou pecuaristas.

Apesar de estarem nas áreas mais planas do município de São Félix do Araguaia (100 a 200m de altitude), as regiões cobertas por cerrado e florestas aluviais (27,43%) possuem solos do tipo Plintossolo Distrófico que apresenta limitações ao uso agrícola, inviabilizando-as ou tornando-as dispendiosas. Este fato faz com que a vertente de expansão agrícola dirija-se as áreas de floresta estacional, comprometendo sua quantidade e qualidade ambiental.

Embora o município apresente no ano de 2009 uma área superior a 58% de cobertura vegetal remanescente, é importante ressaltar que em alguns casos esta vegetação encontra-se fragmentada, isolada ou muito próxima a áreas onde a atividade predominante é a agricultura, estando, portanto, sob forte pressão desta atividade.

A Classe de Atividade Antrópica Agrícola é representada, em um segundo nível, pelos usos da terra: Agricultura, Solo exposto; Pastagem; Desmatamento; Queimada. Em 1990 esta classe de uso, ocupava 358.047,72 ha da área total do município de São Félix do Araguaia, passando a ocupar 662.588,05 ha no ano de 2009 (**Tabela 6**), sendo a Agricultura e o Solo Exposto, os tipos de usos da terra mais representativos desse aumento (**Figura 12**).



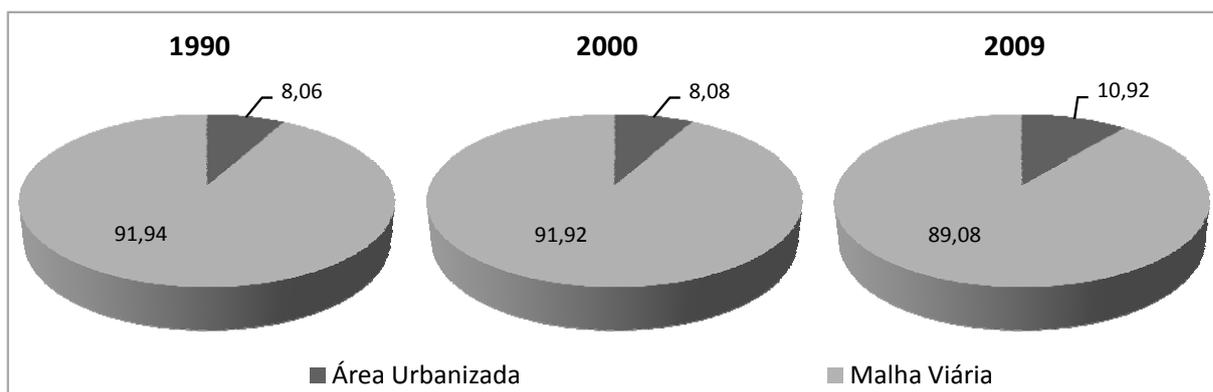
**Figura 12.** Representação da área (%) dos tipos de usos da terra em relação a classe de Uso Antrópico Agrícola no município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009.

Ao longo de 19 anos somente a agricultura apresentou um incremento superior a 11% da classe de uso antrópico agrícola, enquanto que os outros tipos de usos pertencentes a esta classe apresentaram um declínio em suas áreas, o que pode ser explicado em parte pela conversão dos mesmos em áreas de plantio (**Figura 12**). Este aumento da atividade agrícola se deve, em parte, ao fato da paisagem ser bastante homogênea, com um relevo basicamente plano sem grandes variações altimétricas e solos profundos de textura média. Estas características levaram o Município a se tornar um grande atrativo à agricultura mecanizada no final da década de 1990, ocasionando grandes transformações na paisagem local, com a consequente perda de áreas naturais devido à implantação de inúmeros empreendimentos agropecuários, com ênfase na pecuária de corte e no plantio de arroz e soja. A expansão temporal da área destinada a agricultura foi representada principalmente por áreas de cobertura de terra relacionadas ao plantio de soja.

Embora essa exploração local dos ecossistemas naturais tenha resultado no aumento de outros serviços tais como a produção agrícola e animal, contribuindo com ganhos substanciais ao bem-estar humano e ao desenvolvimento econômico, simultaneamente reverte em custos crescentes na forma de degradação ambiental. Uma lista divulgada pelo governo federal contendo 36 municípios prioritários para ações de prevenção e controle do desmatamento, identificados a partir de monitoramento por satélite pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

(INPE, 2009) aponta o município de São Félix do Araguaia como o oitavo mais desmatado da Amazônia legal.

A classe de Uso Antrópico Não Agrícola, compreendendo, no segundo nível de detalhamento os usos Malha Viária e Área Urbanizada apresentou uma extensão incipiente para todo o período avaliado, uma vez que em 1990 ocupou 7.039,05 ha (0,42% da área total do município) e em 2009 passou a ocupar 11.422,07 ha (0,68%). Somente a malha viária representou mais de 89% desta classe no ano de 2009 (**Tabela 6**), enquanto que a área urbanizada apresentou um aumento inferior a 3% no período de 1990 a 2009 (**Figura 13**). Isto evidencia que as mudanças na paisagem local são pouco influenciadas pela expansão urbana, estando mais relacionadas à implantação de infraestruturas como malha viária, apesar desse tipo de equipamento social se mostrar deficiente no município uma vez que não atende a demanda da população.



**Figura 13.** Representação da área (%) dos tipos de usos da terra em relação a classe de Uso Antrópico Não Agrícola no município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009.

A literatura sobre população e meio ambiente, na linha considerada malthusiana, descreve a população como um grande fator de pressão sobre os recursos naturais e o meio ambiente (HOGAN, 1993). Para o município de São Félix do Araguaia, observa-se que o principal fator de pressão é proveniente das lavouras e da pecuária extensiva, atividades em que a densidade populacional é reduzida e até mesmo decrescente, no entanto, a intensificação destas atividades responde ao aumento da demanda mundial por alimentos e produtos, indicando que a relação entre pressão antrópica e população é estreita.

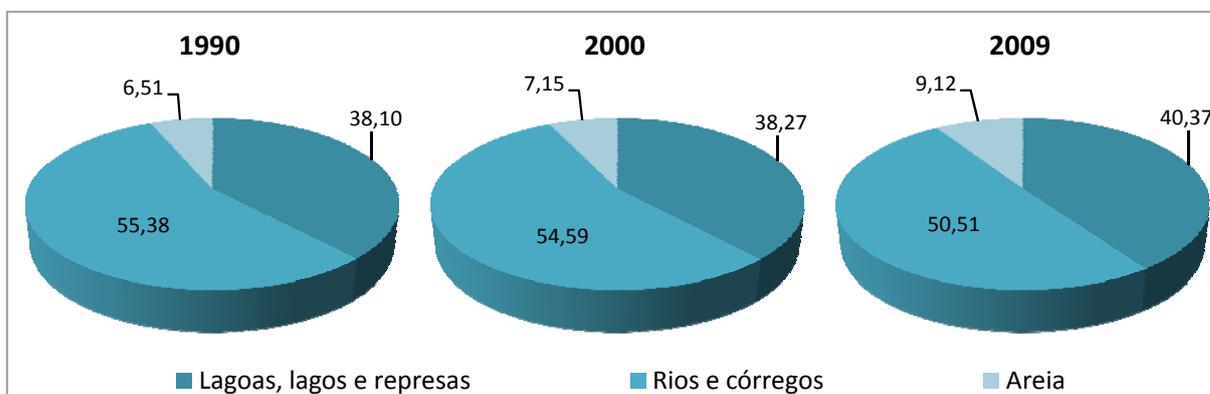
Por outro lado, o crescimento populacional nem sempre está diretamente relacionado com a perda de florestas em condições locais. Em muitos casos é possível perceber que a densidade populacional está associada com uma melhoria no manejo das florestas e na restauração de cobertura florestal. Em áreas com baixa densidade populacional, há uma percepção comum de que as florestas são fontes ilimitadas de recursos. Isso tende a resultar na difusão do desmatamento e na falta de instituições para regular o acesso aos recursos florestais (Interações Homem-Ambiente em Ecossistemas Florestais).

Desta forma, as mudanças no uso e cobertura da terra devem-se a organização econômica mundial, que impulsiona países menos desenvolvidos a adotar práticas agrícolas não sustentáveis para cultivar o suficiente para aquisição de outros bens no mercado mundial. Desta forma, a entrada nos mercados globais causa a conversão de áreas de floresta e agricultura tradicional para áreas de agricultura comercial pelo aumento do valor da terra agricultável e pela introdução de métodos de cultivo intensivos em capital (EHRHARDT-MARTINEZ et al., 2002), podendo, inclusive, levar à exclusão da agricultura familiar do processo produtivo. Portanto, tanto o crescimento populacional como as mudanças nos usos da terra resultariam da natureza desigual do sistema econômico globalizado.

A classe Ambientes Aquáticos, constituída por Rios e córregos, Lagoas, lagos e represas e Areia, foi responsável pela ocupação de 1,29% da área do município de São Félix do Araguaia. Esta classe de uso apresentou uma pequena variação nas áreas ocupadas por cada tipo de uso da terra ao longo de 19 anos, quando levado em conta o segundo nível de detalhamento. As lagoas, lagos e represas apresentaram um aumento superior a 2% desta classe de 1990 a 2009, provavelmente devido ao represamento de cursos d'água para manutenção da atividade agrícola. Por sua vez os rios e córregos apresentaram um declínio superior a 4% na área ocupada nesta classe de uso, acompanhado por um incremento superior a 2% na área ocupada por areia de 1990 a 2009, evidenciando o assoreamento de alguns corpos d'água (**Figura 14**).

Apesar desta alteração na disposição dos recursos hídricos, ao longo de 19 anos, ter sido pouco expressiva, ela representa um fator limitante à produção agrícola em longo prazo, expressando uma tendência mundial de superutilização da água. Atualmente cerca de 70% da água doce utilizada em todo o mundo já está dedicada

à agricultura (ROSEGRANT et al., 2002), o que sugere que a produção agrícola no futuro terá de se concentrar mais intensamente em sistemas de gestão ecologicamente sensíveis (CARPENTER et al., 2005).



**Figura 14.** Representação da área (%) dos tipos de usos da terra em relação a classe de Ambiente Aquático no município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009.

Além disso, metade dos rios do mundo está gravemente empobrecida e poluída e alguns dos maiores rios foram significativamente fragmentados por grandes barragens, muitos deles construídos para o abastecimento de água de irrigação. Estima-se que 20% das terras irrigadas sofrem de salinização secundária e alagamento, induzidos pelo acúmulo de sais na água de irrigação (WOOD et al., 2000).

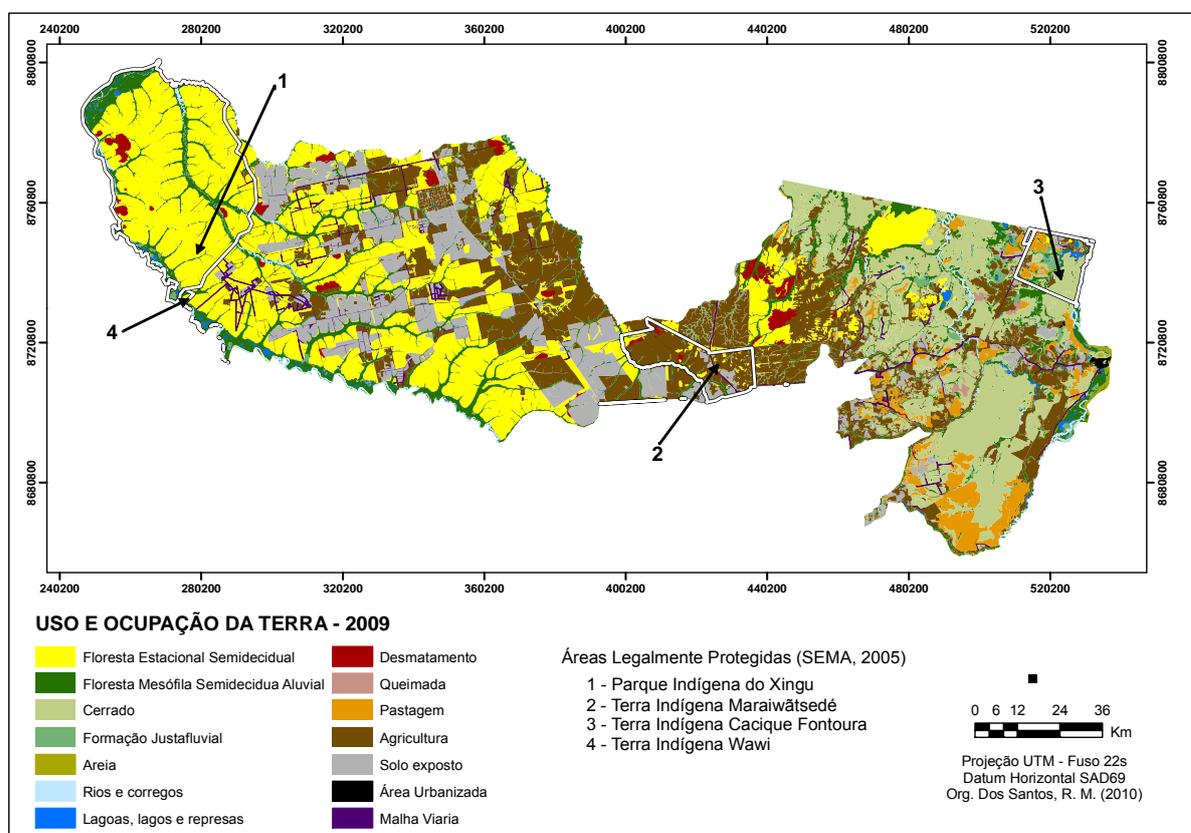
No contexto regional, o município de São Félix do Araguaia contempla uma rica rede de drenagem (**Figura 8**) inserida nas bacias hidrográficas do Araguaia e do Xingu. O equilíbrio destas bacias é, em parte, mantido pela cobertura vegetal, de fundamental importância à conservação dos recursos hídricos, edáficos e bióticos.

A degradação dos recursos naturais e o manejo incorreto de áreas com repercussão na erosão do solo e assoreamento de rios ameaçam a riqueza dos ecossistemas, ressaltando a necessidade de desenvolvimento de instrumentos de gestão de recursos hídricos com vistas aos seus diversos usos múltiplos, considerando o desenvolvimento econômico, populacional e a conservação da biodiversidade.

### 2.3.3. Áreas Legalmente protegidas

Contrapondo as áreas ocupadas por atividades desenvolvimentistas do território, o município São Félix do Araguaia possui uma área de 248.728,29 ha ocupada por Reservas Indígenas (**Figura 15**), correspondendo a 14,70% da área total do município. As terras indígenas (T.I.) compreendidas na área de estudo são: Parque Indígena do Xingu, T.I. Maraiwatsedé, T.I. Wawi e T.I. Cacique Fontoura. A localização geográfica destas terras indígenas é de âmbito intermunicipal.

O Parque Indígena do Xingu com uma extensão total de 2.642.003 ha envolve os municípios de São Félix do Araguaia, São José do Xingu, Paranatinga, Canarana, Querência, Vera e Marcelândia, sendo ocupada pelas tribos Mentuktire e Suyá. A porção do Parque que se encontra no território de São Félix do Araguaia (206.863,25ha), compreende uma extensa área de Floresta Estacional Semidecidual, em quase sua totalidade, com alguma evidência de desmatamento no extremo oeste do município (**Figura 15**). No entanto, as áreas adjacentes encontram-se intensamente ocupadas por atividade antrópica agrícola.



**Figura 15.** Representação espacial das áreas legalmente protegidas (Terras Indígenas) do município de São Félix do Araguaia (MT) sobrepostas à carta de uso e ocupação da terra de 2009.

A Terra Indígena Marãiwatsedé ocupa uma extensão de 168.000,00 ha, e pertence a tribo Xavante. Envolve os municípios de São Félix do Araguaia e Alto Boa Vista, com seu território compreendido nas bacias do rio Xingu, a oeste e do rio Araguaia, a leste. Limita-se e é seccionada pelas Rodovias BR158, BR242 e BR080, assim como por estradas municipais. Na área compreendida no município de Alto Boa Vista predominam as formações florestais (contato entre as Florestas Ombrófilas e Floresta Estacional) e a leste, campos cerrados e contato entre o Cerrado e a floresta. Contudo, a porção localizada no território de São Félix do Araguaia (40.552,68 ha), encontra-se basicamente ocupada por atividade antrópica agrícola, apresentando poucas áreas de Floresta Aluvial e alguns fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (**Figura 15**).

Este quadro de intensa antropização da T.I. Marãiwatsedé se deve principalmente aos conflitos, iniciados na década de 60, entre invasores e índios da etnia Xavante pela posse da terra, a partir do momento em que o estado de Mato Grosso passou a emitir título de propriedade a não índios, impulsionados pelo incentivo à expansão da colonização da região centro-oeste brasileira. Recentemente, em decisão do Tribunal Regional Federal (TRF) de Mato Grosso foi reconhecido o direito da etnia Xavante a esta TI e a posse dos atuais ocupantes foi considerada ilegal (FUNAI, 2010).

A T.I. Wawio ocupa uma extensão de 150.329,00 ha e compreende o município de Querência e São Félix do Araguaia, sendo ocupada pela tribo Suyá. Localizada junto ao Parque Indígena do Xingu, é uma área de extrema importância para a preservação da biodiversidade. A porção desta terra indígena que se encontra no território de São Félix do Araguaia corresponde a uma área de 1.003,49 ha, totalmente conservada na qual a cobertura vegetal constitui-se em Floresta Aluvial e Floresta Estacional Semidecidual.

A T.I. Cacique Fontoura é ocupada pela tribo Karajás. Possui uma área de 32.069,00 ha distribuída entre os municípios de Luciara e São Félix do Araguaia. A porção desta terra indígena que se encontra no território de São Félix do Araguaia apresenta uma área de 29.564,41 ha, apresentando a maior heterogeneidade de uso e ocupação da terra com presença de Cerrado, Floresta Aluvial, Formação Justafluvial, solo exposto, pastagens e agricultura.

As expectativas para reservas indígenas referem-se, em geral, a um grande papel potencial em evitar o desmatamento, uma vez que cobrem aproximadamente 20% da região amazônica do Brasil, tornando suas florestas, em média, melhores conservadas do que aquelas fora das reservas e das áreas protegidas. Isso ocorre devido, principalmente, a ação defensiva das populações indígenas (FEARNSIDE, 2005). Entretanto, as informações dos usos da terra para o município de São Félix do Araguaia indicam que as áreas indígenas não representam uma garantia de que os desmatamentos serão evitados. Assim, por exemplo, a Terra Indígena Marãiwatsedé apresenta seu território quase que totalmente ocupado por atividade antrópica agrícola (**Figura 15**), enquanto a T. I. Cacique Fontoura, única presente sobre a fitofisionomia cerrado, já apresenta áreas com solo exposto, pastagens e agricultura.

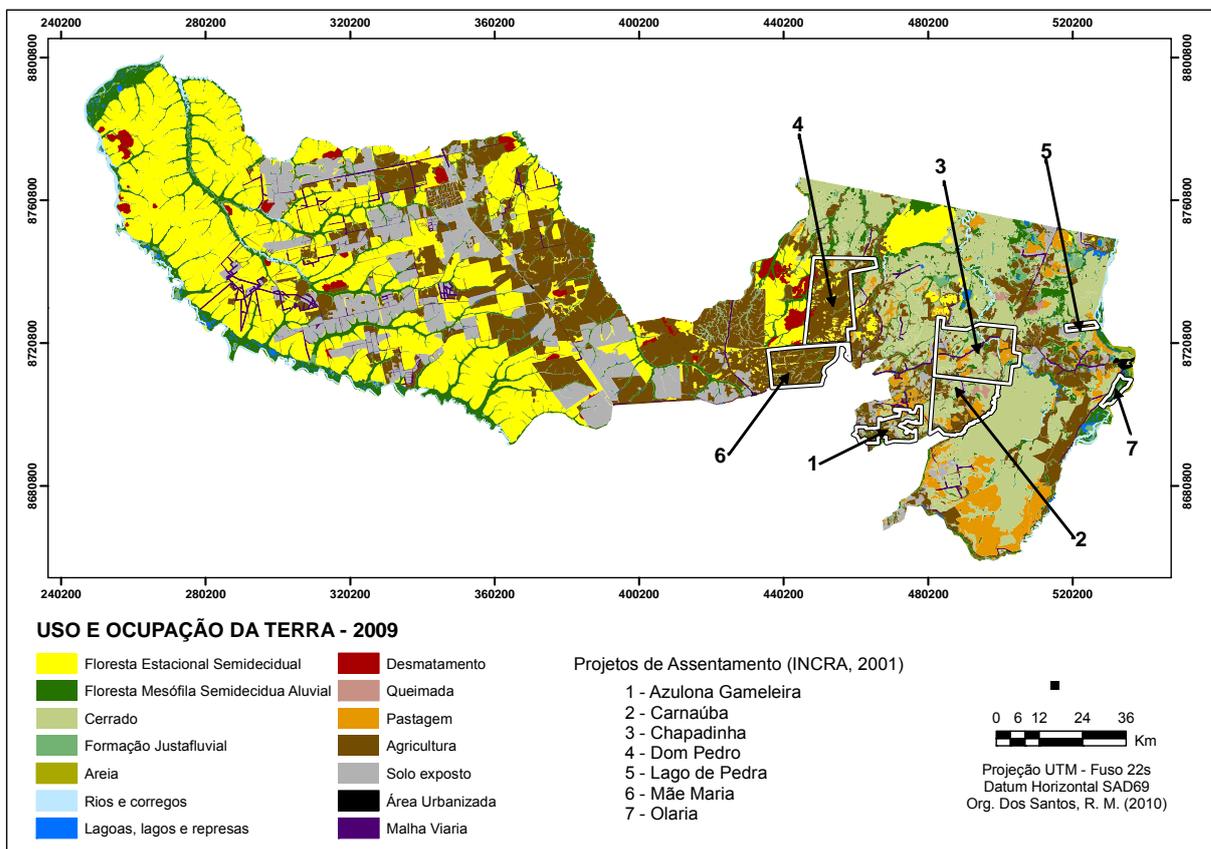
Desde que as terras indígenas podem contemplar diversas fitofisionomias em maiores extensões do que às observadas nas unidades de conservação combinadas, o futuro destas terras será o fator dominante na situação final destas fitofisionomias. É importante ressaltar que os povos indígenas não são inerentemente conservacionistas, podendo responder aos mesmos estímulos econômicos que induzem outros atores a explorar e degradar os ecossistemas (FEARNSIDE, 2005). Desta forma, a negociação com povos indígenas é crucial para a política de conservação da Amazônia Legal.

#### **2.3.4. Assentamentos**

O município de São Félix do Araguaia pertence à região do estado de Mato Grosso que concentra o maior número de investimentos do governo para a reforma agrária, resultando em ocupações como fazendas, agrovilas, vilas rurais e assentamentos. Algumas dessas áreas são caracterizadas por conflitos de terra e denúncias de trabalho escravo (CPT - COMISSÃO PASTORAL DA TERRA, 2006).

Na **Figura 16** estão representados os assentamentos do município de São Félix do Araguaia, criados pelo INCRA até 2000, sobrepostos aos tipos de uso da terra (2009) da área de estudo. Na **Tabela 7** estão descritas as respectivas áreas (ha e %) dos mesmos. Os projetos de assentamento estabelecidos em São Félix do Araguaia, até o ano de 2000, correspondem a 7,54% da jurisdição municipal (**Tabela 7**),

evidenciando uma ocupação territorial quase que exclusivamente associada com atividade antrópica agrícola, exceto para os assentamentos Chapadinha e Olaria, nos quais a vegetação nativa ou alterada predomina como tipo de cobertura da terra.



**Figura 16.** Representação espacial dos assentamentos criados pelo INCRA (até o ano de 2000) no município de São Félix do Araguaia (MT) sobrepostos aos tipos de usos e ocupação da terra de 2009.

**Tabela 7.** Assentamentos criados pelo INCRA até o ano de 2000 no Município de São Félix do Araguaia, MT.

Denominação do Imóvel	Área (ha)	%
Azulona Gameleira	9.687,41	0,63
Carnaúba	23.455,62	1,43
Chapadinha	33.251,34	1,97
Dom Pedro	30.429,16	1,80
Lago de Pedra	1.356,69	0,08
Mãe Maria	18.357,71	1,49
Olaria	2.426,81	0,14
<b>Total</b>	<b>118.964,73</b>	<b>7,54</b>

Fonte: INCRA, 2001

O assentamento Azulona Gameleira ocupa 0,63% do município de São Félix do Araguaia. Este assentamento é dominado por atividade antrópica agrícola, com destaque para agricultura e solo exposto. Possui pequenas áreas de Cerrado e Floresta Aluvial (**Figura 16**).

O assentamento Carnaúba, distribuído em 1,43% do município, é ocupado em grande parte por agricultura e Cerrado, apresentando pequenas áreas de pastagens, Solo Exposto, Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial e Formação Justafluvial.

O assentamento Chapadinha é o mais extenso representando 1,97% da área de estudo. Sobrepõe-se a região de Cerrado, sendo esta fitofisionomia predominante, seguida por usos antrópicos agrícolas como agricultura, pastagem e solo exposto. Possui também algumas manchas de Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial e Formação Justafluvial.

O assentamento Dom Pedro ocupa 1,80% do município, na região de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado. Apresenta um dos quadros de maior antropização. Possui predominância de uso antrópico agrícola com destaque a agricultura e pequenas manchas de pastagem e desmatamento. As fitofisionomias existentes neste assentamento são representadas por pequenas manchas de floresta Mesófila Semidecídua Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado (**Figura 16**).

O menor assentamento implantado na área de estudo é o Lago de Pedra (0,08% do município). Localizado próximo ao rio Araguaia este assentamento apresenta-se quase totalmente ocupado por atividade antrópica agrícola, destacando-se agricultura, solo exposto e pastagens. Apresenta pequenas áreas de Cerrado, Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial e formação Justafluvial, além de algumas áreas urbanizadas.

O assentamento Mãe Maria é intermunicipal, compreendendo os municípios de São Félix do Araguaia (1,49% da área do município) e Alto Boa Vista. Apresenta poucos fragmentos de cobertura vegetal representados por Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial e Formação Justafluvial. Este assentamento apresenta a agricultura como tipo de uso da terra predominante. Este assentamento é vizinho à T. I. Marãiwatsedé, sendo separado desta por um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual.

Localizado próximo ao rio das Mortes, o assentamento Olaria ocupa 0,14% do município de São Félix do Araguaia e possui a cobertura vegetal mais preservada basicamente constituída por Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial e Formação Justafluvial e uma pequena mancha de Cerrado. Apresenta também alguns corpos hídricos e uma faixa de areia

De modo geral, a presença de assentamentos em área de Cerrado requer o planejamento de seu uso e ocupação, visando a sustentabilidade, uma vez que essa área apresenta restrições ao uso agrícola, sendo prioritária para a conservação da biodiversidade. Além disso, o processo de estabelecer áreas de assentamento determina investimentos em infraestrutura que induzem ao desmatamento adicional e, embora o acesso por estrada seja essencial para a viabilidade da agricultura comercial, a malha viária também representa um fator fundamental na aceleração do desmatamento.

## **2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Na década de 80 do século passado, a produção agropecuária foi estimulada por programas de crédito subsidiado, expansão da infraestrutura produtiva, investimento em pesquisa e pelos programas de colonização, que levaram a expansão e consolidação da agricultura nos cerrados, com destaque ao cultivo de soja.

Nas três últimas décadas, o estado de Mato Grosso passou por profundas transformações econômicas e sociais que resultaram em mudanças na paisagem e em novas formas de produção e de trabalho. Estas transformações ocorreram, em parte, devido ao quadro bastante favorável à expansão do cultivo de soja em consequência de fatores como a apropriação de tecnologias que permitiram o uso dos solos dos cerrados para a atividade agrícola em larga escala (monocultivos) e adaptação de variedades a fotoperíodo de baixas latitudes (dias longos), criando um novo potencial agrícola para a região. Além disso, houve a construção de infraestrutura, tais como estradas, armazéns e serviços em geral, possibilitando tanto a consolidação de núcleos populacionais quanto o armazenamento e escoamento da produção.

Esta expansão de áreas agrícolas no estado atingiu primeiramente o Domínio Cerrado, representante do Bioma das formações Savânicas e, posteriormente, o bioma amazônico. São Félix do Araguaia é um dos municípios dessa região que privilegiou a implantação do cultivo da soja, nos últimos 20 anos, resultando na perda de hábitat natural e de biodiversidade, como resultado das atividades de desmatamento.

A base econômica do município de São Félix do Araguaia é representada pelas atividades agrícolas e pecuárias, principalmente a criação de gado de corte e o cultivo da soja. Nos últimos anos, com a expansão destas atividades e do aumento dos projetos de assentamentos, ocorreu um conseqüente incremento de áreas desmatadas, determinando os processos de transformação da paisagem regional. As características do ambiente físico, com um relevo plano, solos profundos e clima adequado, determinam que o município tenha uma forte vocação para essas atividades. Este potencial de uso agropecuário tem estimula a expansão das fronteiras agrícolas.

Os resultados apresentados têm como base o período de 1990 a 2009, sendo importante ressaltar que os atuais incentivos governamentais para o crescimento das atividades agrícolas, bem como a implantação de novos projetos de assentamentos, provavelmente, continuarão exercendo uma grande pressão sobre os ecossistemas naturais da paisagem, alterando o cenário em termos do arranjo espacial de uso e ocupação da terra.

Embora apresente um padrão desenvolvimentista socioeconômico bastante complexo, o município de São Félix do Araguaia mostra ainda a maior fração do seu território ocupada por vegetação nativa (com diferentes níveis de alteração). Provavelmente, devido à presença de terras indígenas e das limitações às atividades agrícolas inerentes a baixa fertilidade natural das regiões de Cerrado e Floresta Aluvial que juntas corresponderam a 27,43% da área do município no ano de 2009. Este cenário ressalta a necessidade de se implementar um zoneamento ambiental embasado nas características ambientais do ambiente físico e conhecimento do uso e ocupação atual da terra, permitindo identificar não apenas as potencialidades de uso agropecuário, mas também as áreas prioritárias à conservação, principalmente na região leste do município, onde o tipo fitofisionômico predominante é o cerrado, que concentra a maior parte dos projetos de assentamento, além de possuir apenas uma Terra Indígena, já com indícios de antropização. Esta região também possui um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual sob forte influência da atividade antrópica agrícola estabelecida nos assentamentos Dom Pedro e Mãe Maria, e também na T. I. Marãiwatsedé.

As Terras Indígenas presentes no município de São Félix do Araguaia representam um importante papel para a conservação da biodiversidade regional, uma vez que juntas ocupam uma área correspondente a 16,43% do território municipal, contemplando diversas fitofisionomias. Por outro lado, devem ser adotadas medidas emergenciais que visem à manutenção e/ ou melhoria do estado de conservação de fragmentos remanescentes importantes para a região e que, por sua vez, não pertencem às Terras Indígenas.

De modo geral, a presença de assentamentos em área de Cerrado requer o planejamento de seu uso e ocupação, por se tratar de uma área com restrições ao uso agrícola, sendo prioritária para a conservação da biodiversidade. Uma vez que a

principal atividade antrópica estabelecida nesses assentamentos é a agricultura, torna-se necessária a adoção de tecnologias mais sustentáveis.

A proposta deste trabalho representa um avanço em termos do conhecimento até então disponibilizado, principalmente por definir com maior detalhamento a condição da estrutura e da dinâmica do uso da terra do território municipal, em termos de subsidiar uma proposta de zoneamento ambiental para contribuir com os gestores, públicos e privados, no gerenciamento dos recursos naturais de forma a atender ao desenvolvimento local e regional, na perspectiva da sustentabilidade e melhoria da qualidade ambiental.

## 2.5. REFERÊNCIAS

- BAŞKENT, E. Z.; KADIOĞULLARI, A. I. Spatial and temporal dynamics of land use pattern in Turkey: a case study in İnegöl. **Landsc Urban Plann**, v. 81 p. 316–327, 2007
- BILLETER, R.; LIIRA, J.; BAILEY, D.; et al. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. **Journal of Applied Ecology**, v. 45, p. 141–150, 2008.
- BLASI, C.; SMIRAGLIA, D.; CARRANZA, M. Analisis multitemporale del paesaggio all'interno di un sistema di classificazione gerarchica del territorio. Il caso dei Monti Lepini (Italia Centrale). **Informatore Botanico Italiano**, v. 35, 31'1, 2003.
- CARPENTER, S. R.; PINGALI, P.; BENNETT, E.; ZUREK, M. (eds). Ecosystems and human well-being: scenarios. Washington, DC: Island Press. 2005
- CHEN, T. C.; YOON, J. H.; CROIX, K. J. ST.; TAKLE, E. S. Suppressing impacts of the Amazonian deforestation by global circulation change. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, v. 82, p. 2209–2216, 2001
- CHRISTENSEN, D. L.; HERWIG, B. J.; SCHINDLER, D. E.; CARPENTER, S. R. Impacts of lakeshore residential development on coarse woody debris in north temperate lakes. **Ecological Applications**, v. 6(4), p. 1143-1149, 1996
- CPRM – Companhia de Recursos Minerais, Arquivos Digitais, 2006.
- CPT - Comissão Pastoral da Terra. 2006. Secretaria Nacional. Publicações. Disponível em <[www.cptnac.com.br](http://www.cptnac.com.br)>. Acesso em novembro de 2006.
- DEFRIES, R.; FOLEY, J.; ASNER, G. P. Land use choices: balancing human needs and ecosystem function. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, p. 249–257, 2004
- DEFRIES, R.; HANSEN, A. J.; NEWTON, A. C.; HANSEN, M.; TOWNSHEND, J. Isolation of protected areas in tropical forests over the last twenty years. **Ecological Applications**, v. 15, p. 19–26, 2005.

EHRHARDT-MARTINEZ, K.; CRENSHAW, E. M.; JENKINS, J. C. Deforestation and the Environmental Kuznets Curve: A Cross-National Investigation of Intervening Mechanisms. **Social Science Quarterly**, v. 83(1), 2002

FEARNSIDE, P. M. Indigenous peoples as providers of environmental services in Amazonia: Warning signs from MatoGrosso. pp. 187-198. In: A. Hall (ed.) *Global Impact, Local Action: New Environmental Policy in Latin America*, University of London, School of Advanced Studies, Institute for the Study of the Americas, London, U.K. 321 pp. 2005.

FERNÁNDEZ, A. J. C. Violência, luta pela terra e assentamentos: a construção social dos assentados em Mato Grosso. Porto Alegre, UFRGS. Dissertação (Mestrado em Sociologia). 1997

FERREIRA, E. C. Posse e propriedade territorial: a luta pela terra em Mato Grosso. Ed. UNICAMP. Campinas, SP. 1986

FLORENZANO, T. G. Imagens de Satélite para Estudos Ambientais. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2002.

FORMAN, R. T. T. Some general principles of landscape and regional ecology. **Journal Landscape Ecology**. v. 10(3), p. 133-142. 1995.

FUNAI – Fundação Nacional do Índio, 2010. Justiça de Mato Grosso nega apelação de invasores da TI Marãiwatsedé. Disponível em <<http://www.funai.gov.br>> Acesso em novembro de 2010.

GEERTZ, C. *Agricultural Involution* Berkeley: University of California Press. 1963.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. E. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. **BioScience**, v. 52(2), p. 143-150. 2002.

GONÇALVES, J.; NICOLA, R. Araguaia – do tranquilo balanço das águas à turbulência anunciada: lutar é preciso. Mobilização para a Conservação das Áreas Úmidas do Pantanal e Bacia do Pantanal. Campo Grande. MS. 2002.

HENDRICKX F.; MAELFAIT J. P.; VAN WINGERDEN, W.; SCHWEIGER, O.; SPEELMANS, M.; et al. How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, p. 340–351. 2007

HIETALA-KOIVU, R. Landscape and modernizing agriculture: A case study of three areas in Finland in 1954-1998. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 91, p. 273-281. 2002

HOGAN, D. Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável. *Lua Nova*, São Paulo, n.31, p.57-77, 1993.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. **Manual Técnico de uso da terra**. Brasília.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. **Censo demográfico**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em janeiro de 2010.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2001. **Sistema público de registro de Terras**. Lei 10.267/01. Superintendência do Mato Grosso. Disponível em <[200.252.80.5/credencia/Lista2.asp](http://200.252.80.5/credencia/Lista2.asp)>. Acesso em novembro de 2006.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. Desflorestamento nos Municípios. Disponível em <[www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php](http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php)> Acesso em outubro de 2010.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em <[www.dsr.inpe.br/topodata](http://www.dsr.inpe.br/topodata)> Acesso em outubro de 2010.

IRWIN, E.; GEOGHEGAN, J. Theory, data, methods: developing spatially-explicit economic models of land use change. **Agric. Ecosyst. Environ**, v. 85, p. 7-24. 2001.

KIENAST, F. Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System – a methodological outline. **Landscape Ecology**, v. 8, p. 103-118, 1993.

LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P. M.; DELAMONICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S.; FERNANDES, T. The Future of the Brazilian Amazon. **Science**, v. 291, p. 438-449, 2001.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Anuário Estatístico de Mato Grosso – 2006**. Vol. 28. Cuiabá: Central de Texto, 2007.

MATSON, P. A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G.; SWIFT, M. J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v. 277, p. 504-509, 1997.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. IslandPress, Washington, DC. 2005

MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2006. **Áreas Especiais**. Disponível em <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>> Acesso em novembro de 2007.

PENEIREIRO, M. F. Cuidado das águas e matas do Xingu. Instituto Socioambiental. Canarana, MT. 2006.

QUÉTIER, F.; THÉBAULT, A.; LAVOREL, S. Plant traits in a steady-state and transition framework as markers of ecosystem response to land-use change. **Ecol. Monogr**, v. 77, p. 33-52. 2007

ROSEGRANT, M. W.; CAI, X.; CLEIN, S. A. World water and food to 2025: dealing with scarcity. Washington, DC: International Food Policy Research Institute. 2002

SATAKE, A.; IWASA, Y. Stochastic model for land use dynamics in forest ecosystems: slow ecological processes cause the landowner's decision making to deviate from the social optimum. **Ecol. Res**, v. 21, p. 370–379. 2006

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2005. **Bases Cartográficas em Shape**. Disponível em <<http://www.fema.mt.gov.br/>> Acesso em novembro de 2006.

SEPLAN – Secretaria de Estado de Planejamento, 2002. **ZSEE - Servidor de Mapas**. Disponível em <[www.seplan.mt.gov.br/](http://www.seplan.mt.gov.br/)> Acesso em novembro de 2006.

SEPLAN - Secretaria de Estado de Planejamento, 2004. **Unidades Climáticas do Mato Grosso**. Em <[www.seplan.mt.gov.br](http://www.seplan.mt.gov.br)> Acesso em janeiro de 2010.

STEFFEN, W.; SANDERSON, A.; TYSON, P. D.; JÄGER, J.; MATSON, P. A.; MOORE III, B.; OLDFIELD, F.; RICHARDSON, K.; SCHELLNHUBER, H. J.; TURNER, B. L.; WASSON, R. J. Global Change and the Earth System: a Planet under Pressure. IGBP Book Series. Berlim: Springer, 2004.

TRANCOSO, R. Desflorestamento e conservação nas macrobacias da Amazônia: uma análise do território nacional. INPA/FOA- Brasil, 2005.

TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. **Ecol. Lett**, v. 8, p. 857–874. 2005

VILAS BOAS, A.; SANTILLI, M. Relatório do Encontro Nascentes do Rio Xingu, Canarana-MT, 2004.

WOOD, S.; SEBASTIAN, K.; SCHERR, S. Pilot analysis of global ecosystems: agroecosystems. Washington, DC: IFPRI and World Resources Institute. 2000

ZHAO, B.; KREUTER, U.; LIA, B.; MA, Z.; CHENA, J.; NAKAGOSHI, N. An ecosystem service value assessment of land-use change on Chongming Island, China. **Land Use Policy**, v. 21, p. 139–148. 2004.

ZONNEVELD, I. S. Land Ecology. SPB Academic Publishing, 1995.

## **CAPITULO 2**

### **DINÂMICA DOS USOS DA TERRA E SUSTENTABILIDADE DA PAISAGEM**

“Ainda está para ser definido em que medida as populações humanas começarão a priorizar a garantia de sustentabilidade dos sistemas naturais da Terra partindo da percepção de quão vulneráveis somos ao não conservar esses sistemas.”

**Emílio F. Moran**

### 3. CAPÍTULO 2: Dinâmica dos Usos da Terra e Sustentabilidade da Paisagem.

**RESUMO.** Processos que atuam na interação sociedade–natureza definem os tipos de usos da terra que por sua vez definem o padrão espacial de paisagens culturais, diversas do ponto de vista dos valores estéticos, econômicos e ecológicos, resultando na degradação dos habitats, perda de solos e empobrecimento dos ecossistemas naturais. Estes processos comprometem a sustentabilidade ambiental, ao comprometerem o capital natural que proporciona os serviços dos ecossistemas para o bem-estar humano. O objetivo deste estudo foi quantificar as alterações da cobertura da terra ocorridas na paisagem do município de São Félix do Araguaia durante o período de 1990 a 2009. As mudanças de cobertura da terra foram relacionadas com a classificação dos ecossistemas da área de estudo, e com o uso de índices de sustentabilidade na perspectiva evidenciar os efeitos da intensidade do uso da terra no padrão espacial e temporal, na perda de habitat, e na condição da naturalidade e qualidade e vulnerabilidade ambiental da paisagem. O município de São Félix do Araguaia foi selecionado para estudo por apresentar um cenário associado a projetos desenvolvimentistas que determinam mudanças rápidas na cobertura da terra, típicas para os municípios da região centro-este do Brasil. Para identificar as mudanças na cobertura da terra foram utilizadas imagens LandSat 5 TM da área de estudo referentes ao período de 1990, 2000 e 2009. A classificação de tipos de ecossistemas resultantes da intensidade de uso, no período de 1990, 2000 e 2009, foi baseada na capacidade de auto regulação dos ecossistemas a qual reflete a condição da naturalidade e da qualidade ambiental da paisagem, identificada pelo uso de dos mesmos. Para descrição do padrão da paisagem decorrente da Influência dos processos antrópicos (usos da terra), no período entre 1990 a 2009, foram utilizados os seguintes indicadores da paisagem: Índice de Urbanidade; Índice de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos; Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Nativa, e Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem. Os resultados demonstraram duas principais tendências temporais na transformação da paisagem: a redução de 18% da área total dos ecossistemas naturais, em suas diversas fitofisionomias, e aumento de 18% da área total das diferentes formas de ecossistemas Antropogênicos agrícola. Tecno-Ecossistemas apresentam uma dinâmica quantitativamente incipiente. Estas mudanças temporais e espaciais são resultantes das ações desenvolvimentistas regionais prioritariamente relacionadas à expansão agrária baseada em métodos intensivos. Os Indicadores utilizados refletem aspectos–chave da interação natureza-sociedade em termos das consequências da intensidade do uso da terra na perda de habitat, da naturalidade, da qualidade, e da resiliência da paisagem. Além disso, são úteis para divulgar os problemas relacionados à complexidade da sustentabilidade da paisagem do município de São Félix do Araguaia para os tomadores de decisão e ao público em geral.

**Palavras-chave:** intensidade de usos da terra; classificação de ecossistemas; indicadores da paisagem; sustentabilidade da paisagem.

**ABSTRACT. Land Uses Dynamic and Landscape Sustainability.** Processes that act in the society-nature interaction shape the land-use types that define the spatial pattern of cultural landscapes with high aesthetic, economic and ecological values, resulting in habitat degradation, soil loss and natural ecosystems impoverishment. These processes commit the environmental sustainability, and the natural capital that provides the ecosystems services for the human well-being. The objective of this study was to quantify the landscape land-use changes in the São Félix do Araguaia municipal district during the period from 1990 to 2009. The land-use changes were related with ecosystems classification of the study area, and with of sustainability indicators in the perspective to evidence the effects of land-use intensity in the spatial and temporal pattern, in loss of habitat loss, in the naturalness condition and in environmental quality and vulnerability of the landscape. The municipal district of São Félix of Araguaia was selected for study by presenting a scenery associated to development projects that determine fast changes in the land-use, typical for the municipal districts of the Brazil center-region. To identify the land-use changes it was used LandSat 5 TM images of the study area for the period of 1990, 2000 and 2009. The ecosystems classification types resulting from land-use intensity, in the period of 1990, 2000 and 2009, was based on the self-regulation capacity of the ecosystems which reflects the condition of the naturalness and of the landscape environmental quality. For landscape pattern description due to the land–use influence in the period among 1990 to

2009, the following landscape indicators were used: Urbanity Index of Urbanity; Hidric Resources Environmental Quality; Environmental Quality Index of the Native Vegetation, and Landscape Vulnerability Environmental Index. The results showed two main temporary tendencies in the landscape change: the reduction of 18% in the total area of natural ecosystems, and an increase of 18% in the total area of agricultural ecosystems. Techno-ecosystems present a quantitative insipient dynamics. These temporal and spatial changes resulting from the regional development actions priorly related to the agricultural expansion based on intensive methods. The used Indicators reflect key aspect of the nature-society interaction in terms of the consequences of the land-use intensity in habitat loss, naturalness, and in the landscape resilience. Besides, they are useful to publish the problems related to the complexity of the landscape sustainability of the São Félix of Araguaia municipal district for decision makers and to the society.

**Key-words:** land use intensity; ecosystem classification; landscape indicators; landscape sustainability.

### 3.1. INTRODUÇÃO

São amplas as evidências sugerindo uma escala de atuação sem precedências das atividades humanas nos ecossistemas aquáticos e terrestres do planeta. A ação da atividade humana no ambiente global tem sido considerada um dos mais importantes eventos de extinção da biodiversidade, como resultado das mudanças na distribuição global dos organismos vivos. Estas mudanças na biodiversidade vêm alterando os processos e a resiliência dos ecossistemas em relação às mudanças ambientais, com sérias consequências no fornecimento dos bens e serviços ao bem-estar humano (CHAPIN et al., 2000).

A questão demográfica assume importância fundamental em relação às mudanças na biodiversidade. Enquanto que no período de 1850 a 1950 a população mundial aumentou de 1,2 para 2,4 bilhões de habitantes, nos últimos 50 anos, a partir de 1950, a mesma aumentou de 2,4 para 6 bilhões de habitantes (COHEN 1995). A demanda demográfica por recursos naturais está relacionada com a área da superfície terrestre sob influência direta das atividades humanas. Cerca de 36% da área bioprodutiva da superfície terrestre está ocupada por atividades humanas, 37% está parcialmente perturbada, e somente 27% em condição não-perturbada (HANNAH et al., 1994). Outro estudo relata que ao redor de 83% da superfície terrestre está sob a influência direta das atividades humanas (SANDERSON et al., 2002).

O total de energia demandado pela população mundial atinge, atualmente cerca de 30% do potencial de produção primária líquida dos ecossistemas terrestres, e poderá atingir cerca de 50% da mesma nos próximos 50 anos, caso continuem as tendências desenvolvimentistas até então observadas (HABERL et al., 2001). Essas tendências permitem evidenciar as mudanças ambientais, em uma escala global (STEFFEN et al., 2002), com base nas taxas crescentes de desmatamento, no aumento do uso de combustível fóssil e do aumento da concentração do CO<sub>2</sub> na atmosfera, demonstrando o grau de domínio dos processos ecológicos globais pelo homem (VITOUSEK et al., 1997). Há uma convicção crescente de que não somente esses problemas ambientais requerem soluções em escala global, mas também os sociais e os econômicos (HABERL et al., 2004). Ao redor de 1,2 bilhões de pessoas vivem em condições de extrema pobreza, com menos de US\$1 per capita por dia,

embora a economia tenha crescido em 3,1% por ano, no período entre 1980 a 1990, e cerca de 2,5% anualmente no período entre 1990 e 1998 (UNEP, 2002).

Todas essas considerações determinam em como os problemas sociais, econômicos e ecológicos devem ser discutidos e solucionados no contexto das dimensões inerentes a questão da sustentabilidade. Todos esses tipos de problemas são formatados pelas interações sociedade-natureza, e somente podem ser examinados por meio de abordagens interdisciplinares com interfaces nas ciências sociais e naturais (HABERL et al., 2004).

As mudanças que ocorrem na paisagem compreendem um dos fatores de pressão que resultam da interação de fatores socioeconômicos e ecológicos (FORMAN, 1995; ZONNEVELD, 1995). As atividades humanas definem os padrões de usos da terra na paisagem em resposta aos diversos fatores sociais e econômicos (BLASI et al., 2000). A atividade humana como o principal fator na formatação da heterogeneidade das paisagens (FORMAN, 1995; O'NEILL et al., 1992) tem sido a base considerada para muitos estudos de classificação dos ecossistemas (KLIJN e UDO DE HAES, 1994; ZONNEVELD, 1995; MATSON et al., 1997; BREDENKAMP et al., 1998; ACOSTA et al., 2005).

Uma abordagem eficaz para analisar sistematicamente os efeitos da antropização sobre os ecossistemas está em estudar as mudanças nos padrões dos ecossistemas e dos processos antrópicos ao longo de um gradiente (MCDONNELL et al., 1997). Em muitos estudos consideram somente as mudanças espaciais no uso da terra (HAHS e MCDONNELL, 2006; CONWAY e HACKWORTH, 2007), mas o padrão da paisagem também muda ao longo do tempo. Desta forma, uma análise espaço-temporal de gradiente torna possível determinar como as atividades antrópicas se movimentam no espaço e no tempo.

Indicadores ecológicos da sustentabilidade permitem o monitoramento dos aspectos-chave da interação sociedade-natureza, gerando informações necessárias para documentar a condição atual e histórica desta interação. Os índices estruturais da paisagem são ecologicamente relevantes e refletem atributos importantes de padrão espacial dos tipos de ecossistemas na paisagem, podendo estabelecer uma correlação entre padrões e processos nos ecossistemas da paisagem (WIENS et al., 1993; WRBKA et al., 2004). A noção de integridade dos ecossistemas é muito complexa e não pode ser expressa por meio de um único indicador, exigindo um

conjunto de indicadores em diferentes níveis espaciais, temporais e hierárquicos do ecossistema. Além disso, também são úteis para divulgar os problemas relacionados à complexidade da sustentabilidade para a comunidade científica, aos tomadores de decisão e ao público em geral (PEREIRA et al., 2010).

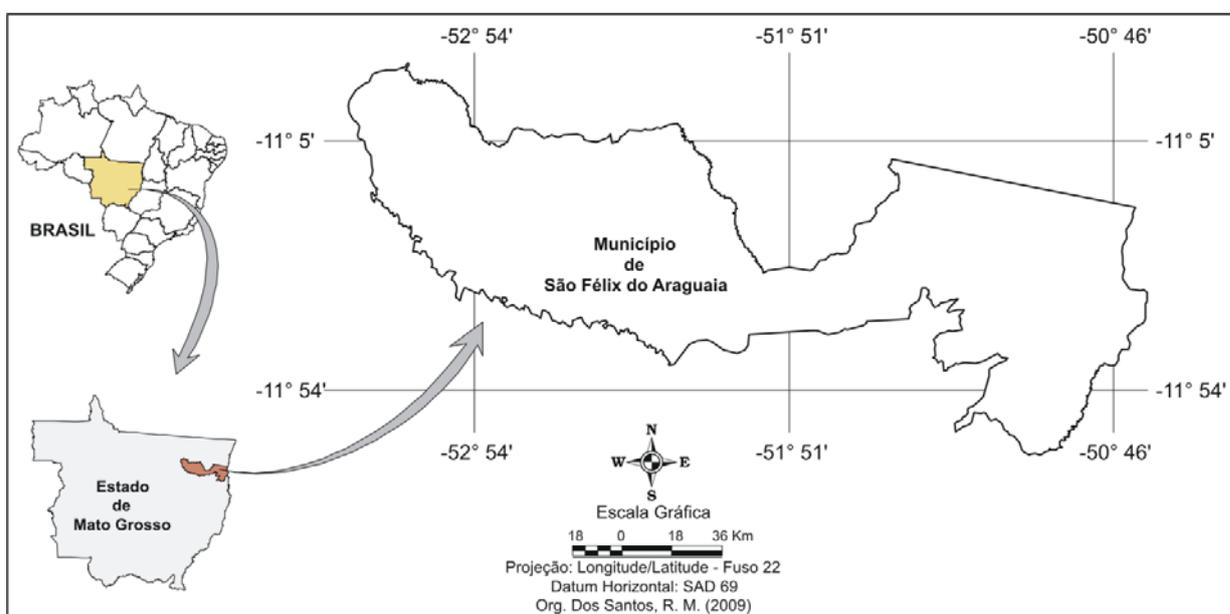
A condição atual do padrão da paisagem do estado de Mato Grosso reflete o resultado de décadas da evolução do uso da terra decorrentes de estratégias desenvolvimentistas, nacional e regional, acopladas a uma paisagem altamente heterogênea em termos ecológicos e culturais. Embora a atividade humana seja o principal fator na formatação dessa paisagem, a condição de sua estrutura física e heterogeneidade ecológica e social influenciam e interferem em seu uso. A descrição das mudanças temporal e espacial dos tipos de usos da terra torna-se fundamental para a conservação da biodiversidade, como também para o manejo dos ecossistemas e orientação das políticas ambientais.

O município de São Félix do Araguaia foi selecionado para estudo por apresentar um cenário associado à substituição das atividades rurais tradicionais da área por projetos desenvolvimentistas, em conjunto com o desenvolvimento de infraestrutura (assentamentos) e criação de áreas de proteção legal, que também influenciam nas rápidas mudanças de uso da terra, consideradas bastante típicas para os municípios da região centro-oeste do Brasil. O presente estudo identifica as mudanças do uso da terra e o padrão espacial da paisagem, em termos dos tipos de ecossistemas resultantes dessa intensidade de uso, no período entre 1990 a 2009, na perspectiva de evidenciar as pré-condições naturais dos limites da sustentabilidade ecológica do uso da terra da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT). A análise dos efeitos da intensidade do uso da terra no padrão espacial e temporal, na perda de habitat, e na condição da naturalidade, qualidade e vulnerabilidade ambiental da paisagem foi subsidiada pelo uso de indicadores da estrutura da paisagem na busca da correlação efetiva entre padrões e processos nos ecossistemas da paisagem.

## 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1. Área de estudo

O município de São Félix do Araguaia com uma área física de 16.915,86 km<sup>2</sup>, e uma população de 10.531 habitantes (IBGE 2010a), está localizado no estado de Mato Grosso, região centro-oeste do Brasil (**Figura 1**). A caracterização do ambiente físico do município de São Félix do Araguaia está disponibilizada em um banco de dados georreferenciados, contendo informações de vários componentes estruturais da paisagem como hipsometria, geologia, pedologia, geomorfologia, malha viária e hidrografia (ALVES, 2009).



**Figura 1.** Localização geográfica do município de São Félix do Araguaia, MT.

### 3.2.2. Procedimentos Metodológicos

#### 3.2.2.1. Dinâmica dos Usos da Terra

A análise da sequência histórica pelo uso de imagens do sensor LandSat é um método importante para determinar a dinâmica da cobertura da terra na escala da paisagem. Para acessar as mudanças na cobertura da terra foram utilizadas imagens LandSat 5 TM da área de estudo (pontos: 223, 224 e 225; e órbita 68) referentes ao período de 1990, 2000 e 2009 (datas de passagem do satélite: junho; agosto e; julho, respectivamente) adquiridas junto ao INPE (Instituto Nacional de

Pesquisas Espaciais). Em ambiente SIG ENVI 4.7 foram geradas imagens através da composição falsa cor das bandas 5, 4 e 3, respectivamente, nos canais RGB. A classificação qualitativa e quantitativa dos tipos de uso e ocupação da terra foi obtida com base na interpretação do caráter visual, classificação matricial e vetorização de dados orbitais em um Sistema de Informação Geográfica (SIG Mapinfo10). A categorização dos usos da terra, bem como sua nomenclatura seguiu a metodologia proposta pelo IBGE (2006). A categorização dos tipos de usos foi baseada na interpretação visual da imagem, considerando a textura, cor e o padrão das feições existentes na imagem (FLORENZANO, 2002). Após esta categorização e edições necessárias o resultado sofreu uma análise final para conferência. A hierarquia dos usos pré-estabelecidos foi operacionalizada em um nível primário com 4 classes principais de cobertura terrestre, e um nível secundário contendo subclasses com maior nível de detalhamento considerando os tipos de cobertura da terra propriamente ditos.

O padrão espacial da paisagem em termos de tipos de ecossistemas resultantes da intensidade de uso da terra, no período de 1990, 2000 e 2009, foi adaptada de HABER (1994) e KLIJN (1994), em que as unidades (áreas) reportadas no esquema de classificação foram determinadas, respectivamente pela perda da naturalidade e da capacidade de auto regulação dos ecossistemas, definidas por um gradiente de predominância de componentes naturais e culturais.

#### 3.2.2.2. Índices da Paisagem

Para descrição do padrão da paisagem decorrente da Influência dos processos antrópicos (usos da terra), no município de São Félix do Araguaia, no período entre 1990 a 2009, foram utilizados os seguintes indicadores da paisagem: Índice de Urbanidade; Índice de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos; Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Nativa, e Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem. Esta abordagem pressupõe que a relevância dos impactos ambientais resultantes dos tipos de usos da terra está associada à vulnerabilidade e suscetibilidade dos componentes ambientais (vegetação e recursos hídricos).

O Índice de Urbanidade (IB) (O'NEILL et al., 1988; WRBKA et al., 2004), foi usado como um indicador da perda da naturalidade da paisagem, expressando a extensão

pela qual a paisagem vem sendo ocupada pelos sistemas antrópicos. O IB é definido como:

$$IB = \log_{10} (U + A) / (F + W)$$

Onde:

**U:** Corresponde a extensão de área urbana;

**A:** Corresponde a extensão de área agrícola;

**F:** Corresponde a extensão de área de vegetação natural;

**W:** Corresponde a extensão dos corpos hídricos;

A representação espacial do IB foi obtida com base do uso do módulo DISTANCE do SIG-IDRISI (EASTMAN, 1997), e re-escalado com base na lógica difusa (FUZZY), de tipo linear [ $y=f(x)$ ], com valores de zero a um. Esta representação indica como ponto de controle  $\underline{c}$  o menor valor do IB, e para o ponto de controle  $\underline{d}$  o maior valor do IB. Foi considerado como grau máximo de naturalidade (IB = 1), e como grau mínimo de naturalidade (IB = 0) correspondente a predominância de sistemas alterados pelo homem.

O “Índice de Qualidade Ambiental” (IQA) configura a “susceptibilidade de um componente ecológico aos efeitos de uma determinada atividade antrópica” (BOJÓRQUEZ-TAPIA et al., 2002). A escala dos valores de (IQA) foi estabelecida na forma de uma curva funcional que expressa a medida do grau de impacto ambiental, variando entre 0 e 1. Esta curva funcional da qualidade ambiental tem sua fundamentação teórica baseada nas curvas funcionais para determinação da qualidade do habitat (*Habitat Quality Index*) estabelecido por CANTER (1996).

A susceptibilidade dos recursos hídricos municipais em relação à distância das fontes de impactantes foi gerada pelo Índice de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos (IQA HIDRO). Este índice considera como impactos o despejo de poluentes (acidentais ou não), os efeitos dos agrotóxicos e o carreamento de resíduos sólidos, entre outros, decorrentes do uso da terra na paisagem local (CANTER, 1996). O IQA-HIDRO foi determinado com base na sobreposição das cartas temáticas de atividades antrópicas agrícola e não agrícola obtidas através da reclassificação da carta temática de usos da terra, e da hidrografia. A representação espacial foi elaborada com base no uso do módulo DISTANCE do SIG-Idrisi (EASTMAN, 1997),

e re-escalonado com base na lógica difusa (FUZZY), de tipo linear  $[y=f(x)]$ , com valores de zero a um. A carta temática gerada representa a distância dos recursos hídricos em relação às fontes de impacto. Foram considerados com grau mínimo de qualidade (IQA HIDRO = 0) os rios cuja distância em relação às áreas impactadas (atividade antrópica) aproximou-se de zero. O grau máximo de qualidade (IQA HIDRO = 1) correspondeu aos rios cuja distância em relação às áreas impactadas foi superior a 1000 metros.

O Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação (IQA BIO) reflete a suscetibilidade da paisagem em relação à perda de biodiversidade e de habitats decorrente da condição da fragmentação da classe de vegetação nativa, incluindo os diferentes níveis de alteração (CANTER, 1996). O IQA-BIO foi obtido com base na análise dos valores da área (IQA-Área), forma (IQA-Forma) e distância (IQA-Distância) entre os fragmentos de vegetação nativa da paisagem do município de São Félix do Araguaia, sendo definido pela expressão:

$$IQA\ BIO = \frac{IQA\ Área + IQA\ Forma + IQA\ Distância}{3}$$

Para estimativa do IQA-Área foi utilizada a carta temática da classe de vegetação nativa (reclassificada com base na carta temática de usos da terra), e aplicada a função *AREA* do SIG-IDRISI (EASTMAN, 1997), e re-escalonado com base na lógica difusa (FUZZY), de tipo linear  $[y=f(x)]$ , com valores de zero a um, para obtenção de uma nova carta temática onde cada fragmento está vinculado a sua área (apenas os maiores que 1 ha). Foi considerado que quanto maior a área de um fragmento maior será a sua qualidade ambiental em termos de biodiversidade, e conseqüentemente maior será a vulnerabilidade da paisagem em relação a sua perda. Foram considerados com grau mínimo de qualidade (IQA Área = 0) os fragmentos de vegetação com áreas equivalentes a 1 ha. Para o grau máximo de qualidade (IQA Área = 1) foram considerados fragmentos com áreas superiores a 1000 ha.

Para estimativa do IQA-Forma foi utilizada a carta temática dos fragmentos de vegetação nativa (reclassificada com base na carta temática de usos da terra) para o cálculo do Perímetro (P) de cada fragmento. Utilizando a função *PERIM* do SIG-Idrisi (EASTMAN, 1997) foi obtida uma carta temática representando cada fragmento associado ao seu respectivo Perímetro. Por meio do módulo *IMAGE*

*CALCULATOR* foi aplicado o índice de forma ( $IF = 0,25 \cdot P/\sqrt{A}$ ) proposto por VALENTE (2001), resultando em uma carta temática onde cada fragmento apresenta um valor relacionado à sua forma. Tanto para o cálculo do Perímetro, quanto para o cálculo de forma foi realizado um re-escalamento com base na lógica difusa (FUZZY), de tipo linear [ $y=f(x)$ ], com valores de zero a um.

Quando utilizado o formato "raster" para obtenção da carta temática, a forma padrão do fragmento é representada por um quadrado. Deste modo, quanto mais distante desse padrão geométrico, mais irregular é considerada a forma do fragmento e, portanto, mais sujeito aos efeitos de borda, implicando na redução de sua qualidade ambiental. Assim, os fragmentos com valores de índice de forma mais próximos a 1 apresentam um menor efeito de borda e, conseqüentemente, maior qualidade ambiental (IQA Forma = 1), enquanto fragmentos com índices de forma próximos a 0 apresentam menor qualidade ambiental (IQA Forma = 0).

Para a estimativa do Índice de Qualidade relacionado com a distância (IQA-Distância) foi aplicado o módulo *DISTANCE* do SIG-IDRISI (EASTMAN, 1997) na carta temática dos fragmentos de vegetação nativa (reclassificada com base na carta temática de usos da terra) do município de São Félix do Araguaia, gerando uma carta temática representando a distância entre os fragmentos. Posteriormente foi realizado um re-escalamento desta carta temática com base na lógica difusa (FUZZY), de tipo linear [ $y=f(x)$ ], com valores de zero a um. O menor grau de qualidade ambiental foi atribuído quando os fragmentos apresentaram distâncias superiores a 1.000 metros entre si (IQA Distância = 0), enquanto o maior grau de qualidade ambiental foi atribuído quando a distância entre os fragmentos esteve próxima a zero (IQA Distância = 1).

A manutenção da integridade dos Ecossistemas Naturais é o cerne do desenvolvimento do Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P), uma vez que a integridade do ecossistema está ameaçada por riscos naturais e antrópicos. A vulnerabilidade e a resiliência estão intimamente relacionadas, com o termo vulnerabilidade referindo-se à propensão a danos devido à falta de proteção ou de precariedade ou o risco de ser afetada por um impacto negativo. Sempre que a vulnerabilidade é considerada alta, a resiliência será considerada baixa e vice-versa (STEFFEN ET AL., 2004). O Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P) determina o grau de suscetibilidade à deterioração mediante a incidência de

impactos ambientais, exprimindo o potencial da paisagem em absorver ou ser perturbada pela atividade antrópica (CANTER, 1996). A vulnerabilidade ou fragilidade da paisagem é definida como o inverso da capacidade da paisagem absorver possíveis alterações sem perda da qualidade. Assim, quanto maior a capacidade em absorver impactos ambientais, menor será a vulnerabilidade da paisagem. O IVA-P foi obtido pela média dos Índices IQA-HIDRO e IQA-BIO com base na aplicação do módulo *IMAGE CALCULATOR* do SIG-Idrisi (EASTMAN, 1997). O resultado final foi re-escalado com base na lógica difusa (FUZZY), de tipo linear [ $y=f(x)$ ], com valores de zero a um. O IVA-P é definido pela expressão:

$$IVA\ P = \frac{IQA\ Hidro + IQA\ BIO}{2}$$

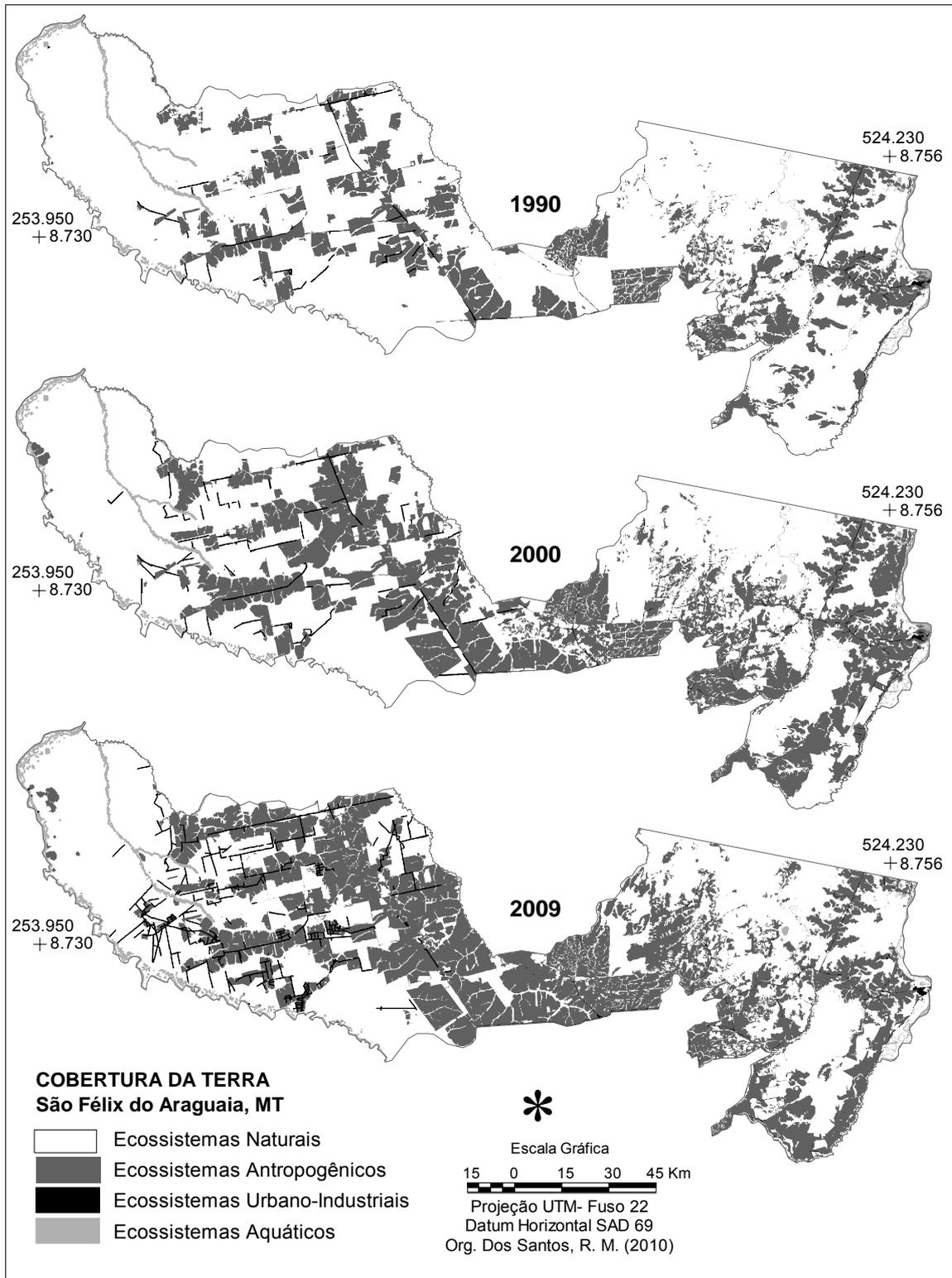
O maior grau de vulnerabilidade ambiental da paisagem (IVA-P = 1) foi atribuído para uma condição mais suscetível aos impactos, enquanto o menor grau de vulnerabilidade ambiental da paisagem (IVA-P = 0) foi atribuído para uma condição de maior capacidade (resiliência) em absorver impactos.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1. Mudanças na cobertura da terra

A análise da composição da paisagem em relação a área total do município de São Félix do Araguaia permitiu a classificação de três diferentes níveis de detalhamento da cobertura da terra para o período de 1990 a 2009, representados em um primeiro nível hierárquico pelos Bio-Ecossistemas, Tecno-Ecossistemas e a categoria outros em que foram inseridos os Ecossistemas Aquáticos. Essa classificação foi expandida até um segundo nível de detalhamento de cobertura da terra para as classes de áreas naturais, agrícolas e culturais, definindo a dinâmica espacial e temporal da paisagem para quatro tipos de Ecossistemas: Naturais, Antropogênicos, Urbano-Industriais e Aquáticos (**Tabela 1 e Figura 2**).

Os Ecossistemas Naturais compreendem os Sistemas Suporte de Vida da paisagem com predomínio dos componentes naturais e de processos biológicos. Este tipo de ecossistema inclui fitofisionomias com diferentes níveis de alteração antrópica, observados durante o processo de interpretação e classificação das imagens LandSat TM 5, em um gradiente de condição natural a semi-natural. No entanto, optou-se pela não categorização destas alterações, para evitar possíveis erros decorrentes da escala de observação das imagens. Os Ecossistemas Antropogênicos (agroecossistemas) compreendem as áreas intencionalmente estabelecidas para as atividades agrícolas e pecuárias, basicamente dependentes do controle e manejo humano. Os Tecno-Ecossistemas compreendem as áreas urbano-industriais com predomínio de estruturas e processos tecnológicos. A extensão e a alteração das áreas destes ecossistemas no período de 1990 – 2009 estão representadas na **Tabela 1**.



**Figura 2.** Dinâmica da cobertura da terra do município de São Félix do Araguaia (MT) para os anos de 1990, 2000 e 2009, considerando os tipos de Ecosistemas em um segundo nível hierárquico de classificação: Naturais; Antropogênicos; Urbano-Industriais, e Aquáticos.

**Tabela 1.** Classificação dos tipos de ecossistemas da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT) e suas respectivas áreas, com base na dinâmica dos usos da terra para os anos de 1990, 2000 e 2009 (Adaptado de HABER, 1994 e KLIJN, 1994).

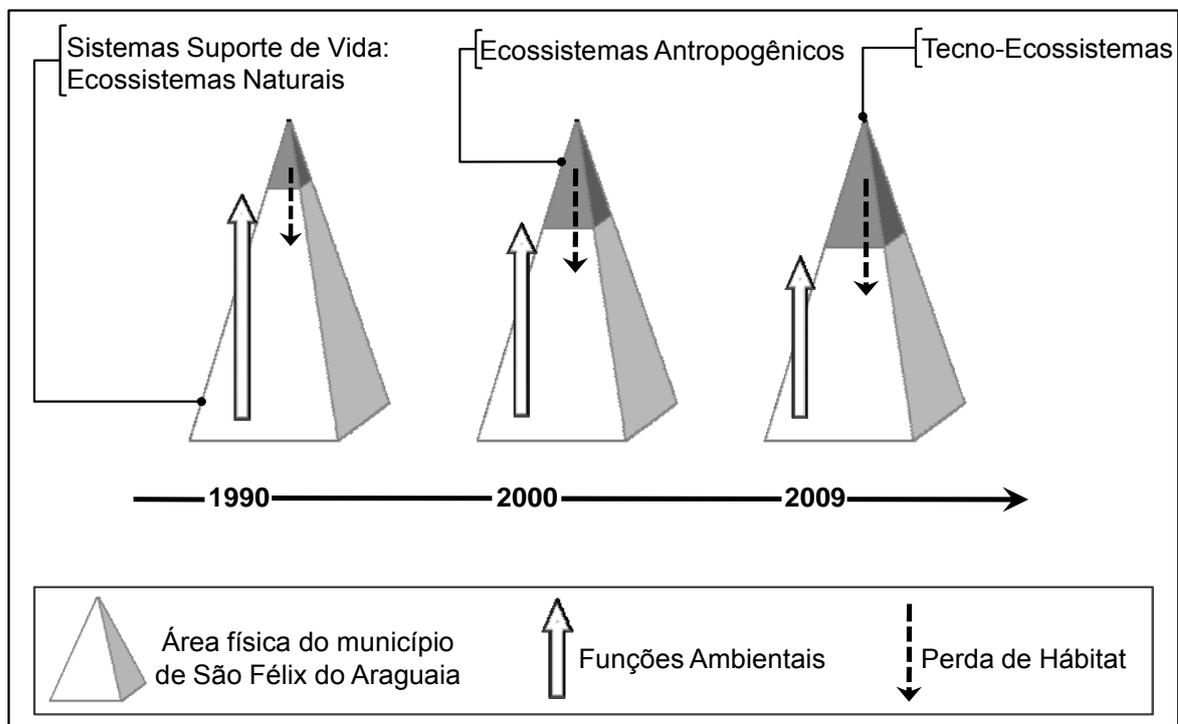
Tipos de Ecossistemas	Usos da Terra	Área						
		1990		2000		2009		
		ha	%	ha	%	ha	%	
<b>A- Bio-Ecossistemas:</b> Predomínio de componentes naturais e processos biológicos.	<b>A1- Ecossistemas Naturais</b> Capazes de autoregulação. Alguns fragmentos destas fitofisionomias estão submetidos à influência humana direta e com capacidade limitada de autoregulação, necessitam de manejo e dependem da situação do entorno e de aspectos ecológicos intrínsecos.	Floresta Estacional Semidecidual	734.233,26	43,41	611.790,48	36,17	507.739,26	30,02
		Cerrado	305.926,97	18,09	235.591,91	13,93	251.947,57	14,89
		Floresta Mesófila Semidecídua	226.153,78	13,37	213.930,05	12,65	212.047,32	12,54
		Aluvial						
		Formação Justafluvial	40.601,28	2,40	36.716,15	2,17	24.017,13	1,42
		<b>Subtotal</b>	<b>1.306.915,29</b>	<b>77,26</b>	<b>1.098.028,58</b>	<b>64,91</b>	<b>995.751,28</b>	<b>58,86</b>
	<b>A2- Ecossistemas Antropogênicos</b> Criados intencionalmente pelo homem. Dependem de controle e manejo humano.	Agricultura	165.950,24	9,81	270.032,86	15,96	382.679,64	22,62
		Solo exposto	110.420,41	6,53	162.847,53	9,63	190.017,82	11,23
		Pastagem	70.549,28	4,17	100.372,04	5,93	66.729,34	3,94
		Desmatamento	1.186,51	0,07	29.476,74	1,74	21.049,61	1,24
Queimada		9.941,28	0,59	2.676,88	0,16	2.111,64	0,12	
	<b>Subtotal</b>	<b>358.047,72</b>	<b>21,17</b>	<b>565.406,05</b>	<b>33,42</b>	<b>662.588,05</b>	<b>39,17</b>	
<b>B- Tecno-Ecossistemas:</b> Predomínio de estruturas e processos tecnológicos.	<b>B1- Sistemas Urbano-Industriais</b> Criados pelo homem para atender as atividades econômicas, industriais, comerciais e culturais. Dependem de controle e manejo humano e dos Bio-Ecossistemas (A).	Malha Viária	6.471,49	0,38	7.846,28	0,46	10.174,38	0,60
		Área Urbanizada	567,56	0,03	689,56	0,04	1.247,70	0,07
		<b>Subtotal</b>	<b>7.039,05</b>	<b>0,41</b>	<b>8.535,84</b>	<b>0,50</b>	<b>11.422,08</b>	<b>0,67</b>
<b>Outros</b>	<b>Ecossistemas Aquáticos</b>	Rios e córregos	10.846,97	0,64	10.707,86	0,63	11.023,26	0,65
		Lagoas, lagos e represas	7.462,69	0,44	7.506,63	0,44	8.810,43	0,52
		Areia	1.275,11	0,08	1.402,01	0,08	1.990,52	0,12
		<b>Subtotal</b>	<b>19.584,76</b>	<b>1,16</b>	<b>19.616,49</b>	<b>1,15</b>	<b>21.824,21</b>	<b>1,29</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1.691.585,62</b>	<b>100,00</b>	<b>1.691.585,62</b>	<b>100,00</b>	<b>1.691.585,62</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

Durante o período investigado (1990 – 2009) foi observada uma redução de 18,39% (311.164,01ha) na área total de Ecossistemas Naturais, contemplando as diferentes fitofisionomias que categorizam este tipo, e um aumento coincidente em 18% (304.540,33ha) da área total dos Agroecossistemas, em seus diferentes formatos de cobertura da terra. Esta redução total de Ecossistemas Naturais, ao longo de 19 anos, traduz-se na perda 16.377,05 ha/ano de Sistemas Suporte de Vida, equivalente a implementação 16.028,42 ha/ano de Agroecossistemas nos limites do território municipal. Os Tecno-Ecossistemas apresentaram um crescimento bastante incipiente, com um aumento total de 4.383,03 ha, associado à expansão urbana e a malha viária, ao longo dos 19 anos (**Tabela 1**). Paralelamente o dinamismo demográfico do município também se apresenta bastante incipiente, com os últimos 30 anos (1980 a 2010) apresentando uma redução em torno de 500 habitantes da população total (urbana e rural) do município de São Félix do Araguaia. No intervalo de 19 anos (1991 a 2010) a redução da população total (urbana e rural) se apresenta ainda mais drástica, oscilando de 14.810 habitantes (1991) para 10.531 habitantes (2010) (IBGE 1980; 1991; 2000; 2010).

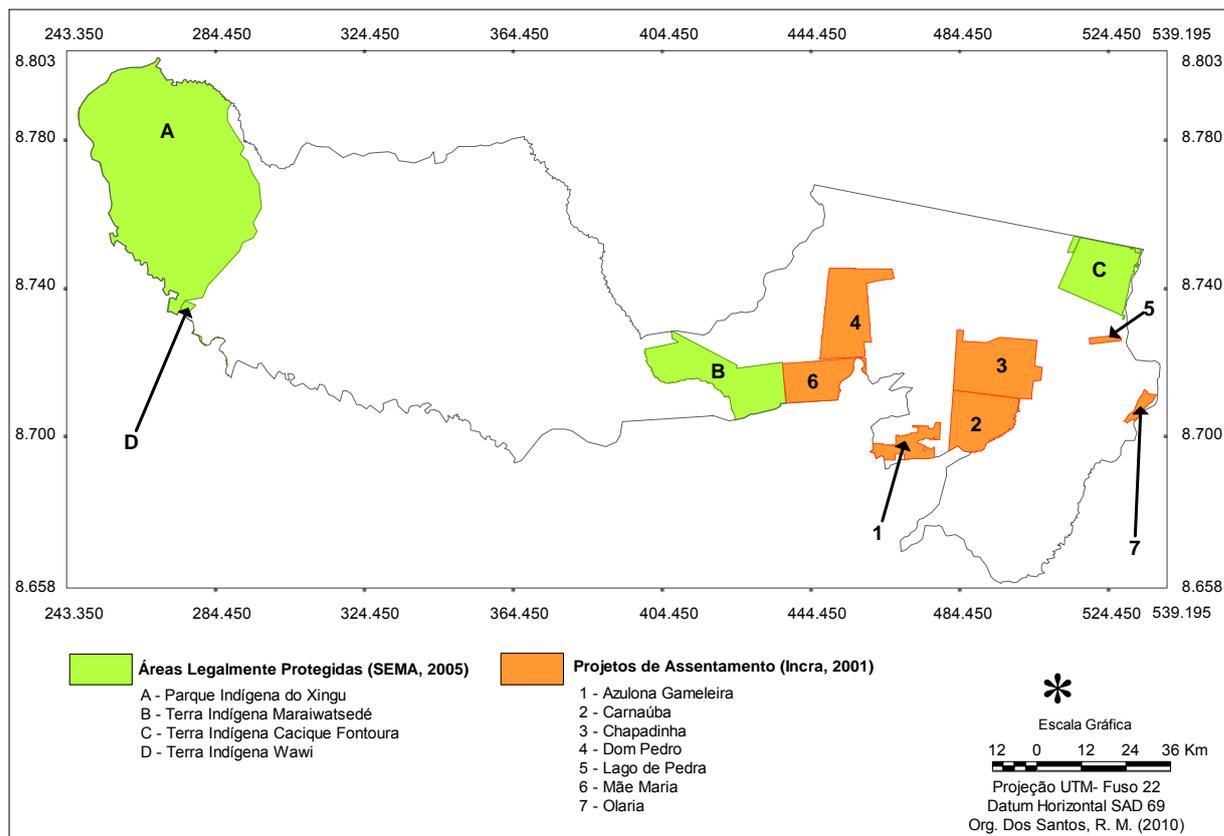
De modo similar ao apontado para a atual condição dos ecossistemas do mundo (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT), o município de São Félix do Araguaia evidencia a expansão da conversão de áreas naturais em áreas agrícolas. A transformação e substituição dos Sistemas Suporte de Vida, de forma predominante, pelos Ecossistemas Antropogênicos resultam na perda das formas de biodiversidade (genética, de espécies e de habitat) que proporcionam os bens e serviços ambientais para o atendimento do bem-estar humano, incluindo as necessidades básicas na forma de alimento, água, substâncias medicinais, etc.. Em contrapartida, a mudança no padrão espacial da paisagem resulta também no aumento de outros serviços ambientais, tais como a produção agrícola e animal, que contribuem com ganhos substanciais ao bem-estar humano e ao desenvolvimento econômico, embora simultaneamente estejam relacionados aos custos ambientais crescentes na forma da perda de habitats e no comprometimento da qualidade ambiental da paisagem. A transformação, em escala regional, dos Sistemas Suporte de Vida para condições cada vez mais antropogênicas, acarreta a diminuição do potencial da sustentabilidade regional, devido à perda dos recursos naturais e das funções

ambientais que determinam a qualidade ambiental da paisagem necessária para a manutenção do desenvolvimento econômico e social (**Figura 3**).



**Figura 3.** Processo de transformação dos sistemas suporte de vida (SSV) em ecossistemas culturais (Antropogênicos e Tecno-Ecossistemas) para a paisagem do município de São Félix do Araguaia, MT. Em um período de 19 anos (1990 - 2009) a capacidade dos ecossistemas naturais (SSV) em proporcionar bens e serviços (funções ambientais) está sendo comprometida por um processo contínuo de transformação e substituição pelos agroecossistemas, prioritariamente, e pelos Tecno-Ecossistemas, resultando na perda de biodiversidade (habitat, espécie e gene) e de qualidade ambiental da paisagem necessárias para a manutenção do desenvolvimento econômico e social.

O processo de transformação na paisagem do município de São Félix do Araguaia deve-se, em parte, às relações de exploração dos recursos ambientais estabelecidas por suas sociocomunidades, representadas principalmente por etnias indígenas distribuídas em uma área de 248.728,29 ha de Terras Indígenas (contemplando diversas fitofisionomias com níveis diferenciados de alteração), bem como por projetos de assentamentos distribuídos em 118.964,73 ha principalmente em área de cerrado (**Figura 4**). A exploração dos recursos ambientais por essas sociocomunidades exerce uma grande pressão sobre os Ecossistemas Naturais.



**Figura 4.** Representação espacial das sociocomunidades (Áreas Legalmente Protegidas e Projetos de Assentamento até os anos de 2005 e 2001, respectivamente) presentes no território municipal de São Félix do Araguaia, MT.

Com o aumento da interferência dos processos antrópicos nos Ecossistemas Naturais da paisagem de São Félix do Araguaia, a questão primordial está pautada na definição do tamanho da área do território municipal que pode ser convertida (alterada) para uso humano, em relação a condição mínima de naturalidade da paisagem assegurada pela continuidade de ecossistemas naturais funcionais. Ou mesmo, quais áreas devem ser restauradas para que sejam diminuídas as pressões sobre a biodiversidade remanescente em uma determinada região, na perspectiva de que sejam restabelecidos os bens e serviços proporcionados ao bem-estar humano. As diretrizes de ocupação dos limites de território municipal de São Félix do Araguaia, conferidas pelo Zoneamento Socioeconômico Ecológico do estado de Mato Grosso, não são compatíveis e adequadas a essa perspectiva.

Neste ritmo de expansão, quando ultrapassados os requisitos para a sustentabilidade (DALY e COBB, 1989), que definem os limites da capacidade

ecológica, surgem efeitos extremamente indesejáveis ao desenvolvimento econômico e social.

Diante das dificuldades em determinar a área mínima da paisagem que deve ser protegida, para manutenção dos processos ecológicos essenciais, o uso de indicadores da paisagem auxilia a compreensão da condição da perda de naturalidade e qualidade ambiental da mesma, embora o uso de indicadores biológicos seja o mais adequado para a análise, em longo prazo, da sustentabilidade ecológica na escala da paisagem.

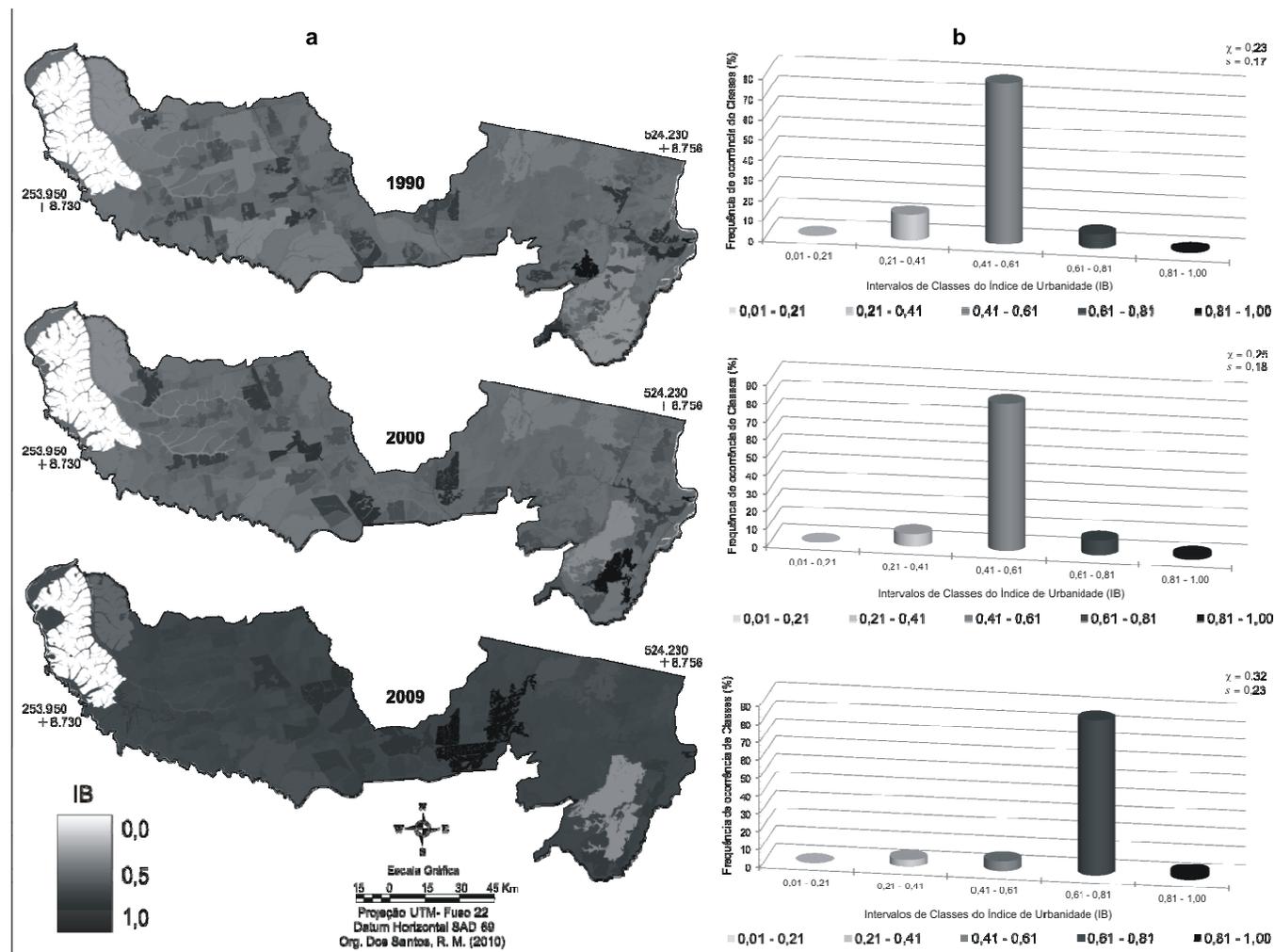
A condição atual dos Ecossistemas Naturais do município de São Félix do Araguaia apresenta-se especialmente problemática do ponto de vista conservacionista, frente às evidências da perda de naturalidade da paisagem. No período de 1990 a 2009 ocorre redução da área dos Ecossistemas Naturais do território municipal, com a substituição dos mesmos por sistemas alterados pelo homem, e sem evidências de uma redução nessa tendência. O Índice de Urbanidade demonstra uma pressão crescente exercida pelos Ecossistemas Antropogênicos, prioritariamente, e pelos Sistemas Urbano-Industriais sobre os Ecossistemas Naturais. Em 2009 a maior naturalidade da paisagem está relacionada com as regiões oeste e leste do município, representadas, respectivamente pelo Parque Indígena do Xingu (**Figura 4**) e por uma área de Cerrado, enquanto que o grau de urbanidade máxima está preponderantemente relacionado com a região mediana central do município, parcialmente ocupada pela Terra Indígena Maraiwãtsedé e pelos assentamentos Dom Pedro e Mãe Maria (**Figuras 4 e 5a**).

A distribuição dos intervalos de classes do Índice de Urbanidade (IB), ao longo dos 19 anos, evidencia um gradiente crescente do processo de antropização ou urbanização da paisagem (**Figura 5b**). Como a expansão urbana e a densidade populacional, ao longo do tempo, são pouco representativos, o gradiente crescente de urbanidade para o município de São Félix do Araguaia, está basicamente relacionado à demanda de área para atender a expansão das atividades agrícolas e pecuárias. A dinâmica da atividade pecuária, somente de bovinos, de São Félix do Araguaia para o período de 19 anos, expandiu de um rebanho ao redor de 198.000 (1990) para cerca de 313.000 cabeças de gado (2009). Simultaneamente, a produção agrícola associada à lavoura temporária (soja) para o município de São

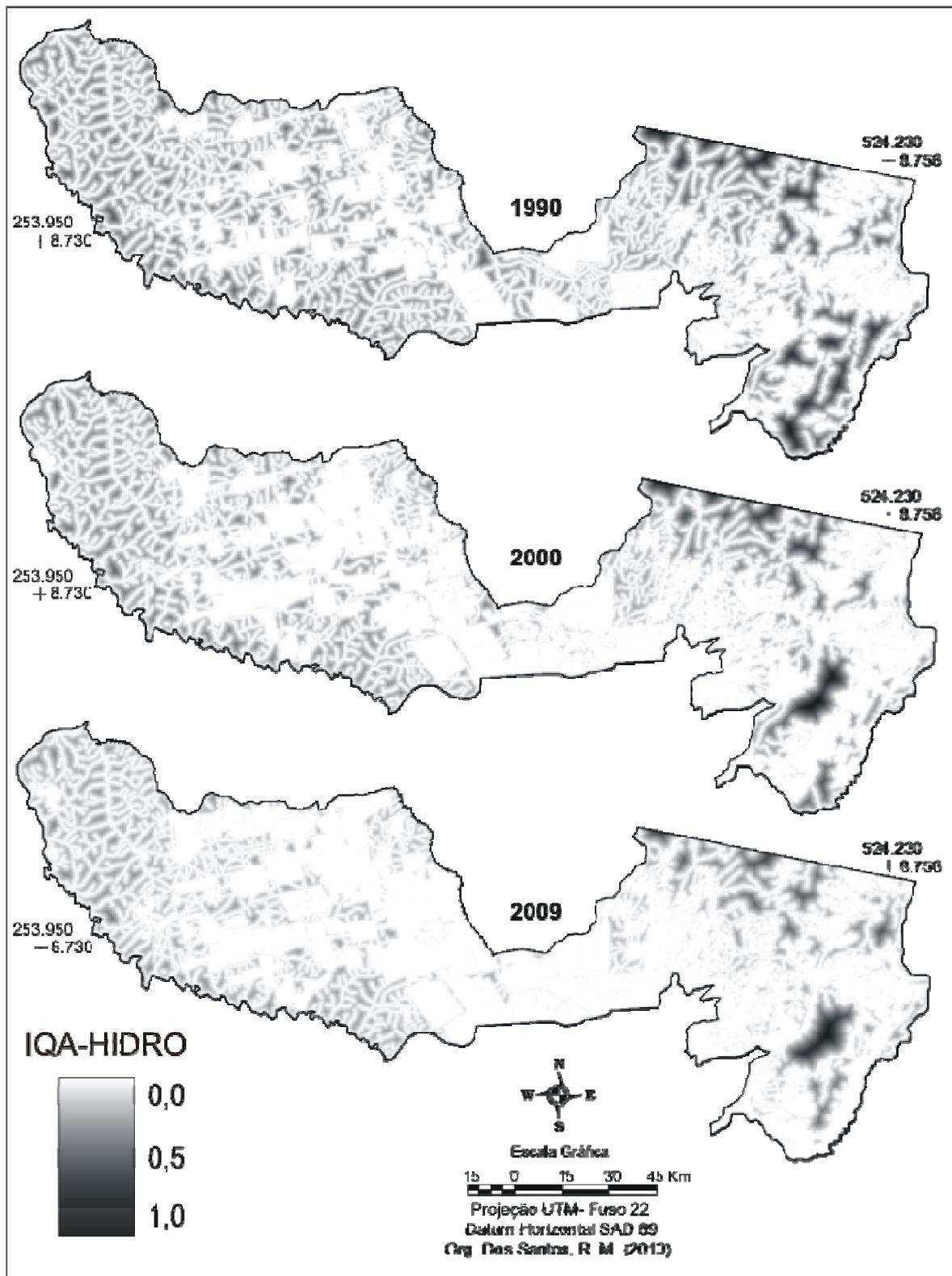
Félix do Araguaia, ocupou em 2009 uma área ao redor de 23.000 ha (IBGE, 1990; 2009).

O município de São Félix do Araguaia possui uma rica rede de drenagem, estando inserido nas bacias Hidrográficas do Xingu e do Araguaia. A interferência (direta ou indireta) de processos antrópicos nos Ecossistemas Aquáticos representa um fator limitante à conservação da biodiversidade, ao desenvolvimento populacional e também ao desenvolvimento econômico (produção agrícola), devido a degradação, poluição e fragmentação dos rios por barragens, muitas vezes construídas para o abastecimento de água de irrigação. Ao longo de 19 anos, ocorre uma redução do Índice de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos (IQA-HIDRO) da paisagem do município de São Félix do Araguaia. Os recursos hídricos com maior grau de qualidade ambiental (IQA-HIDRO próximo a 1) estão relacionados com as regiões oeste e leste do município, representadas, respectivamente pelo Parque Indígena do Xingu (**Figura 4**) e por uma área de Cerrado, cujos recursos hídricos apresentam uma distância superior a 1000 m em relação aos impactos resultantes dos usos da terra, porém, é importante ressaltar que a presença de projetos de assentamento nesta região (**Figura 4**)reflete-se na diminuição de seu IQA-HIDRO ao longo de 19 anos. O grau de qualidade mínima dos recursos hídricos está preponderantemente relacionado com a região mediana central do município, parcialmente ocupado pela Terra Indígena Maraiwãtsedé e pelos assentamentos Dom Pedro e Mãe Maria (**Figuras 4 e6**).

Embora a paisagem do município de São Félix do Araguaia apresente em 2009, cerca de 58% (995.751,28 ha) de sua área total ocupada por Ecossistemas Naturais, distribuídos em 4 tipos distintos de fitofisionomias, é importante ressaltar que muitas dessas fitofisionomias encontram-se bastante comprometidas por atividades humanas pouco compatíveis (amigáveis) à manutenção da diversidade biológica, estando fragmentadas, isoladas ou muito próximas a áreas onde a atividade predominante é a agricultura, sofrendo portanto, forte pressão desta atividade.



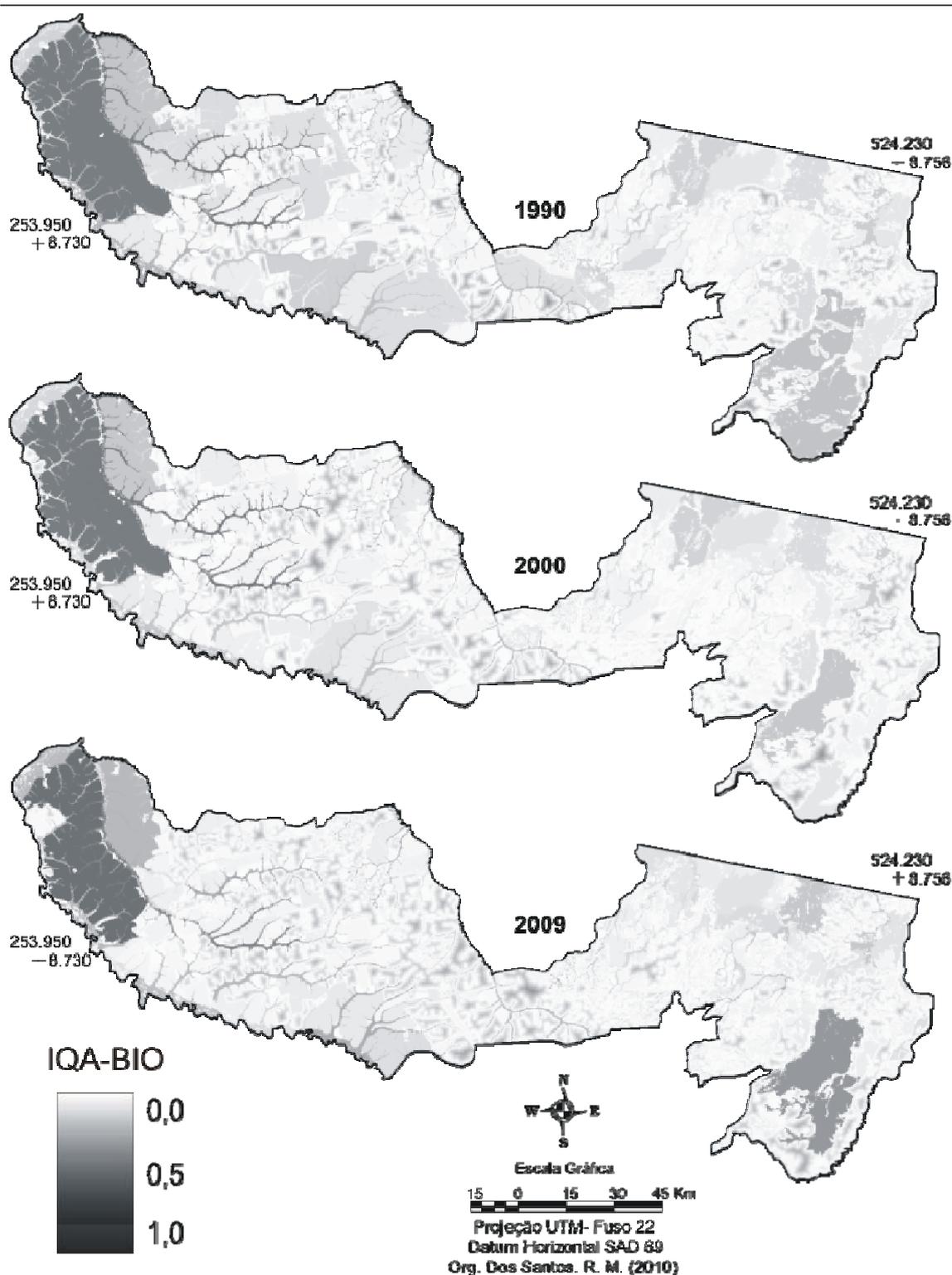
**Figura 5.** (a) Índice de Urbanidade (IB) da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), para os anos de 1990, 2000 e 2009. A legenda a esquerda figura representa o grau de urbanidade máxima (1) e mínima (0), em relação à extensão pela qual a paisagem vem sendo ocupada pelos sistemas antrópicos, indicando a perda da naturalidade da paisagem. (b) Distribuição dos intervalos de Classe do Índice de Urbanidade (IB) para a paisagem do município de São Félix do Araguaia, MT, ao longo de 19 anos (1990 – 2009).



**Figura 6.** Índice de Qualidade Ambiental dos Recursos Hídricos (IQA-HIDRO) da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), para os anos de 1990, 2000 e 2009. A legenda a esquerda da figura representa o grau de qualidade máxima (1) e mínima (0) em relação aos impactos resultantes dos usos da terra.

Ao longo do período estudado (1990 – 2009), o Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação (IQA-BIO) evidencia a perda de qualidade ambiental dos Ecossistemas Naturais da paisagem do município de São Félix do Araguaia. As áreas com maior qualidade ambiental da vegetação nativa (IQA-BIO igual ou próximo de 1) estão principalmente relacionadas com as regiões a oeste e a leste do município, representadas, respectivamente pelo Parque Indígena do Xingu (**Figura 4**) e por uma área de Cerrado. Particularmente a região do Cerrado apresentou uma melhora expressiva em 2009, em relação aos períodos anteriores, devido ao abandono de pastagens na região, o que permitiu o aumento da conectividade entre os fragmentos, influenciando positivamente os Índices de Área e de Forma, necessários a obtenção do IQA-BIO. Por sua vez, apesar de apresentar o melhor grau de IQA-BIO, o fragmento localizado na região do Parque Indígena do Xingu tem sofrido efeito das atividades antrópicas desenvolvidas nas áreas adjacentes, e também em seu interior. Estas consequências podem ser evidenciadas pela diminuição de sua área ao longo dos 19 anos, embora se trate de uma área legalmente protegida. (**Figura 7**).

As reservas indígenas são consideradas com um grande papel potencial em evitar o desmatamento, tornando suas florestas, em média, melhores conservadas do que aquelas fora das reservas e das áreas protegidas. Isso ocorre devido, principalmente, a ação defensiva das populações indígenas (FEARNSIDE, 2005). Entretanto, as informações do IQA-BIO para o município de São Félix do Araguaia indicam que as áreas indígenas não representam uma garantia de que os desmatamentos sejam evitados. Mesmo por que os povos indígenas não são inerentemente conservacionistas, podendo responder aos mesmos estímulos econômicos que induzem outros atores a explorar e degradar os ecossistemas.

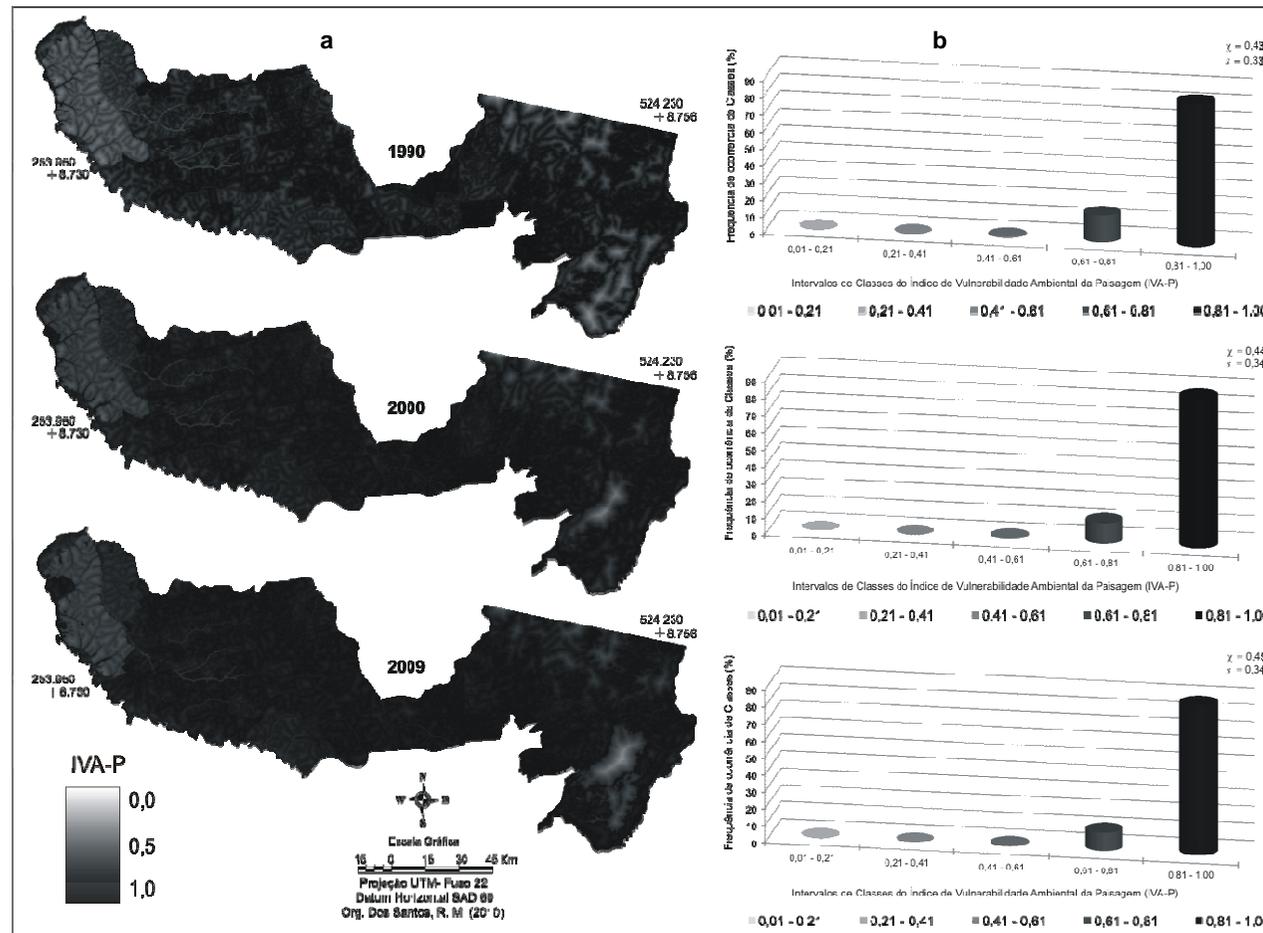


**Figura 7.** Índice de Qualidade Ambiental da Vegetação Nativa (IQA-BIO) da paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), para os anos de 1990, 2000 e 2009. A legenda a esquerda da figura representa o grau de qualidade máxima (1) e mínima (0) dos fragmentos remanescentes na paisagem frente aos impactos decorrentes dos usos da terra.

Os Ecossistemas Naturais com seus bens e serviços ambientais subsidiam diversas atividades antrópicas (sociais e econômicas), podendo ser sobrecarregados e até mesmo impedidos de atender às necessidades humanas. Uma vez que as diretrizes de utilização dos recursos ambientais determinam a qualidade de vida e as oportunidades para as gerações futuras, a determinação da vulnerabilidade ambiental permite um melhor planejamento da utilização futura dos recursos. Dessa forma, o gerenciamento da vulnerabilidade ambiental representa uma etapa fundamental de qualquer estratégia de desenvolvimento sustentável.

No período de 1990 a 2009, ocorre um aumento gradual do Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P) do município de São Félix do Araguaia (**Figura 8a**). A distribuição dos intervalos de classes do Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P), ao longo dos 19 anos (**Figura 8b**), evidencia que desde 1990 a paisagem apresenta uma condição de alta vulnerabilidade decorrente do processo de antropização ou urbanização atuante na mesma, quando então cerca de 77,26% (1.306.915,29 ha) da área total do município estava ocupada por ecossistemas naturais, distribuídos em 04 tipos fisionômicos.

Em 2009, as áreas com maior grau vulnerabilidade (fragilidade) ambiental (IVA-P próximo a 1) estão preponderantemente relacionadas com a região mediana central do município, parcialmente ocupado pela Terra Indígena Maraiwãtsedée pelos assentamentos Dom Pedro e Mãe Maria (**Figura 4**), enquanto que as regiões de menor vulnerabilidade (maior resiliência) ambiental estão relacionadas com as regiões oeste e leste do município, representadas, respectivamente pelo Parque Indígena do Xingu (**Figura 4**) e por uma área de Cerrado (**Figura 8a**), que por sua vez apresenta evidências de aumento no IVA-P ao longo de 19 anos devido, principalmente, a concentração de projetos de assentamento nesta região (**Figura 4**).



**Figura 8.** (a) Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P) do município de São Félix do Araguaia (MT), para os anos de 1990, 2000 e 2009. A legenda da esquerda da figura representa o grau de vulnerabilidade máxima (1) e mínima (0) em relação à perda de biodiversidade e de habitats decorrente da condição qualitativa e quantitativa da fragmentação do componente vegetacional, e do comprometimento dos recursos hídricos frente aos impactos resultantes dos usos da terra. (b) Distribuição dos intervalos de Classe do Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P) para a paisagem do município de São Félix do Araguaia, MT, ao longo de 19 anos (1990 – 2009).

A análise da vulnerabilidade ambiental da paisagem do município de São Félix do Araguaia aponta a perda de resiliência dos Ecossistemas Naturais, atuando como uma ferramenta para auxiliar no planejamento territorial. Permite, inclusive, a determinação de áreas a serem recuperadas e áreas prioritárias à conservação da biodiversidade. Uma gestão territorial direcionada a impedir a ocorrência de mudança ou a reduzir a variabilidade (heterogeneidade), frequentemente conduz ao colapso e não manutenção do sistema. Por outro lado, uma gestão voltada a capacidade de resiliência depende do manejo adaptativo ativo pautado na flexibilidade e no aprendizado (CHAPIN et al., 2004), com foco na lenta mudança de variáveis, na diversidade e na capacidade de inovação dos componentes sociais e ecológicos do sistema. A criação de diversos elementos é necessária para a reorganização e adaptação a novas circunstâncias, aumentando o leque de surpresas que podem ser suportadas pelo sistema (FOLKE et al., 2002).

Muitas das atuais forças controladoras da mudança nos Ecossistemas Naturais de São Félix do Araguaia tendem a continuar ou a intensificar-se no futuro. Estas incluem a extração de matérias-primas, a penetração da cultura dos “não índios” em comunidades indígenas, o aumento da demanda mundial por alimentos com a consequente intensificação da agricultura mecanizada e as mudanças nos usos da terra. Dessa forma, a compreensão dos elementos da vulnerabilidade deste ambiente pode ser usada para projetar estratégias que maximizem sua resiliência e reduzam as perspectivas indesejáveis de mudanças futuras.

### **3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho apresenta uma abordagem de análise e planejamento da paisagem na perspectiva da manutenção da integridade dos ecossistemas naturais e na elaboração de um cenário regional para a conservação da biodiversidade território municipal de São Félix do Araguaia (MT). O cenário elaborado com base na classificação de ecossistemas da paisagem poderá ser utilizado como base para uma abordagem, embasada científica e experimentalmente, para implementar programas voltados à conservação regional, em conjunto com medidas que possibilitem ampliar o conhecimento sobre a mesma e a percepção dos responsáveis pelas políticas públicas e manejo de seus sistemas ambientais.

Em um período de 19 anos houve uma perda de 18% da área total dos ecossistemas naturais do município de São Félix do Araguaia. Embora essa mudança tenha contribuído com ganhos substanciais ao bem-estar humano e ao desenvolvimento econômico, resulta simultaneamente em custos crescentes na perda dos serviços ambientais proporcionados pelos sistemas suporte de vida, que se configura como uma barreira às metas desenvolvimentistas regionais. Como não há evidências de uma redução nessa tendência de transformação da paisagem os bens e serviços proporcionados pelos sistemas suporte de vida continuarão a diminuir.

A aplicação de índices estruturais da paisagem permitiu identificar os efeitos da intensidade do uso da terra, bem como a influência das relações estabelecidas pelas sociocomunidades locais (terras indígenas e projetos de assentamentos) no padrão espacial e temporal da paisagem, na perda de habitat e na condição da naturalidade e qualidade ambiental da vegetação e dos recursos hídricos do município de São Félix do Araguaia, evidenciando a diminuição gradual da resiliência dos Ecossistemas Naturais e, conseqüentemente, a redução de sua capacidade de resposta e adaptação a situações estressantes.

Os resultados mostrados pelos Índices de Qualidade Ambiental, bem como pelo Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem permitem identificar as áreas a serem recuperadas, como a Terra Indígena Marãiwatsedé e alguns fragmentos de cerrado, sendo esta fitofisionomia prioritária a conservação da biodiversidade. Além disso, evidenciam a influência das atividades agrícolas presentes nas áreas dos assentamentos, principalmente Dom Pedro e Mãe Maria, na perda em extensão e de

qualidade ambiental dos Ecossistemas Naturais remanescentes, ressaltando a importância do planejamento do uso e ocupação dessas áreas.

Este cenário preliminar poderá subsidiar os planejadores e tomadores de decisão na discussão de possíveis arranjos espaciais para a região, na perspectiva da manutenção dos sistemas suporte de vida necessária ao desenvolvimento regional sustentado. Auxilia também os órgãos de administração ambiental a planejar e coordenar modelos de gestão ambiental, sobretudo, quando se considera as interferências do Zoneamento Socioeconômico Ecológico do estado de Mato Grosso em relação ao padrão espacial do território municipal de São Félix do Araguaia.

Para a conservação da biodiversidade no contexto local torna-se essencial o desenvolvimento de um programa efetivo de manejo e conservação, em conjunto com a conscientização por parte da sociedade em relação a complexidade dos processos envolvidos na perda dos serviços ambientais. Este desafio de reverter a degradação dos ecossistemas pode ser conseguido diante de alguns cenários, envolvendo mudanças institucionais e políticas.

### 3.5. REFERÊNCIAS

- ACOSTA, A.; CARRANZA, M. L.; GIANCOLA, M. Landscape change and ecosystem classification in a municipal district of a small city (Isernia, Central Italy). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 108, p. 323-335, 2005
- ALVES, M. M. Caracterização Ambiental e Condição do Uso da terra da paisagem do Município de São Félix do Araguaia, MT. Universidade Federal de São Carlos. Tese de Doutorado. São Carlos, SP. 91 p. 2009.
- BLASI, C.; CARRANZA, M.J.; FRONDONI, R. & ROSATI, L. Ecosystem classification and mapping: A proposal for Italian landscapes. **Appl. Veg. Sci**, v. 3, p. 233-242, 2000.
- BOJÓRQUEZ-TAPIA, L. A.; JUÁREZ, L.; CRUZ-BELLO, G. Integrating fuzzy logic, optimization and GIS for ecological impact assessments. **Environmental Management**, v. 30, p. 418-433, 2002.
- BREDENKAMP, G.; CHYTRY, M.; FISHER, H. S.; NEUHAUSLOVA, Z.; VAN DER MAAREL, E. Vegetation mapping: Theory, methods and case studies. **Intro. Appl. Vge. Sci**, v. 1, p. 162-164, 1998.
- CANTER, L. W. Environmental Impact Assessment - 2nd ed. McGraw-Hill International Editions. Series in Water Resources and Environmental Engineering. 660p. 1996
- CHAPIN F. S. III; ZAVALA, E. S.; EVINER, V. T.; NYLOR, R. L.; VITOUSEK, P. M.; REYNOLDS, H. L.; HOOPER, D. U.; LAVOREL, S.; SALA, O. E.; HOBBIE, S. E.; MACK, M. C.; DIAZ, S. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, v. 405, p. 234-242, 2000.
- CHAPIN, F.S. III; PETERSON, G.; BERKES, F.; CALLAGHAN, T. V.; ANGELSTAM, P.; APPS, M.; BEIER, C.; BERGERON, Y.; CRÉPIN, A.-S.; DANELL, K.; ELMQVIST, T.; FOLKE, C.; FORBES, B.; FRESCO, N.; JUDAY, G.; NIEMELÄ, J.; SHVIDENKO, A.; WHITEMAN, G. Resilience and Vulnerability of Northern Regions to Social and Environmental Change. **Ambio**, v. 33 (6), August 2004
- COHEN J. E. How many people can the Earth support? W W Norton & Company, New York. 1995.

CONWAY, T.M.; HACKWORTH, J. Urban pattern and land cover variation. *The Canadian Geographer- Le Géographe Canadien*, v. 51 (1), p. 43-57, 2007.

DALY, H.E.; COBB, J. B. Jr. For the common Good: Redirecting the economy toward community, the Environment and a sustainable Future. Beacon Press, Boston MA, 1989.

DETENBECK, N.; JOHNSTON, C. A.; NIEMI, G. Wetland effects on lake water quality in the Minneapolis/St. Paul metropolitan area. *Landscape Ecology*, v.8, p. 39-61, 1993.

EASTMAN, J. R. Idrisi for Windows. Tutorial Exercises. Version 2.0. **Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis**. Clark University. 1997.

FEARNSIDE, P. M. Indigenous peoples as providers of environmental services in Amazonia: Warning signs from Mato Grosso. pp. 187-198. In: A. Hall (ed.) *Global Impact, Local Action: New Environmental Policy in Latin America*, University of London, School of Advanced Studies, Institute for the Study of the Americas, London, U.K. 321 pp. 2005.

FEDERAL INTERAGENCY FLOODPLAIN MANAGEMENT TASK FORCE. Floodplain management in the United States: An assessment report. Washington (DC): Federal Emergency Management Agency. 1992.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de Satélite para Estudos Ambientais*. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2002.

FOLKE, C.; CARPENTER, S.; ELMQVIST, T.; GUNDERSON, L.; HOLLING, C. S.; WALKER, B.; BENGTSSON, J.; BERKES, F.; COLDING, J.; DANELL, K.; FALKENMARK M.; GORDON, L.; KASPERSON, N.; KAUTSKY, N.; KINZIG, A.; LEVIN, S.; GÖRAN MÄLER, K.; MOBERG, F.; OHLSSON, L.; OSTROM, E.; REID, W.; ROCKSTRÖM, J.; SAVENIJE, H.; SVEDINET, U. Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations. ICSU. **Tech. Report**, v. 3, p. 1-74, 2002

FORMAN, R.T.T. *Land Mosaic*. Cambridge University Press. 1995.

GERGEL, S. E.; TURNER, M. G.; MILLER, J. R.; MELACK, J. M.; STANLEY, E. H. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. *Aquatic Science*, v.64, p.118-128, 2002.

HANNAH, L.; LOHSE, D.; HUTCHINSON, C.; CARR, J. L.; LANKERANI, A.A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. **Ambio**, v. 23, p. 4-5, 1994.

HABER, W. System ecological concepts for environmental planning. In: Ecosystem Classification for Environmental Management. Ed. KLIJN, F. Kluwer Academic Publishers, 49-68 pp. 1994.

HABERL, H; ERB, K. H.; FRAUSMANN, F. How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time. **Ecological Economics**, v. 38, p. 25-45, 2001.

HABERL, H; WACKERNAGEL, M.; WRBKA, T. Land use and sustainability indicators. An Introduction. **Land Use Policy**, v. 21, p. 193-198, 2004.

HAHS, A.K. AND MCDONNELL, M.J. Selecting independent measures to quantify Melbourne's urban- rural gradient. **Landscape and Urban Planning**, v. 78, p. 435-448, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. **Manual Técnico de uso da terra**. Brasília.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. **Censo demográfico**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em janeiro de 2010a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em janeiro de 2010b.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em janeiro de 2010c.

KLIJN, F. (Ed). Ecosystem Classification for Environmental Management. Kluwer Academic Publishers, London. 1994.

KLIJN, F.; UDO de HAES, H.A. A hierarquical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. **Landscape Ecol**, v. 9, p. 89-104, 1994.

MCDONNELL, M. J., PICKETT, S. T. A., GROFFMAN, P., BOHLEN, P., POUYAT, R. V., ZIPPERER, W. C., PARMELEE, R. W., CARREIRO, M. M.; MEDLEY, K.

Ecosystem Processes Along an Urban-to-Rural Gradient. **Urban Ecosystems**, v. 1, p. 21–36, 1997.

MATSON, P. A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G.; SWIFT, M. J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v. 277, p. 504 – 509, 1997.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 2005

O'NEILL, R.V.; KRUMMEL, J. R.; GARDNER, R. H.; SUGIHARA, G.; JACKSON, B.; DE ANGELIS, D. L.; MILNE, B.T.; TURNER, M. G.; ZYGMUNT, B.; CHRISTENSEN, S. W.; DALE, V. H.; GRAHAM, R. L. Indices of landscape pattern. **Landscape Ecology**, v. 3, p. 153-162, 1988

O'NEILL, R. V.; GARDNER, R.H. & TURNER, M.G. A hierarchical neutral model for landscape analysis. **Landscape Ecol.** v. 7, p. 55-61, 1992.

PEREIRA, H. M. et al., Scenarios for global biodiversity in the 21st Century. **Science**, v. 330, p. 1496-1501, 2010

SANDERSON, E.; JAITEH, M.; LEVY, M.; REDFORD, K.; WANNEBO, A.; WOOLMER, G. The human footprint and the last of the wild. **BioScience**, v. 52, p. 891 – 904, 2002.

STEFFEN, W.; JAGER, J. CARSON, D. J.; BRADSHAW, C. Challenges of a Changing Earth. Springer, Berlin. 2002.

STEFFEN, W.; SANDERSON, A.; TYSON, P. D.; JÄGER, J.; MATSON, P. A.; MOORE III, B.; OLDFIELD, F.; RICHARDSON, K.; SCHELLNHUBER, H. J.; TURNER, B. L.; WASSON, R. J. Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York. 2004.

UNEP. Global environment Outlook 3. Past, present and future perspectives. United Nations Environment Programme (UNEP). Earthscan Publications, London. 2002.

VALENTE, R. O. A. Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP. Dissertação (mestrado). USP/ESALQ. Piracicaba, SP. 144p. 2001.

VITOUSEK, P. M.; MMONEY, H. A.; LUBCHENKO, J.; MELILLO, J. M. Human domination of earth's ecosystems. **Science**, v. 277, p. 494-499, 1997

ZONNEVELD, I. S. Land ecology: An Introduction to Landscape Ecology as a base for Land Evaluation. Land management and Conservation, S P B Academic Publishing, Amsterdam. 1995.

WIENS, J. A.; STENSETH, N. C.; HORNE, B.; VAN, R. A. Ecological mechanisms and landscape ecology. **Oikos**, v. 66, p. 369-380, 1993.

WRBKA, T; ERB, K-H; SCHULZ, N.B; PETERSEIL, J.; HAHN, C.; HABERL, H. Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators. **Land Use Policy**, v. 21, p. 289-306, 2004.

## **CAPITULO 3**

### **Cenários para Conservação da Biodiversidade no município de São Félix do Araguaia (MT) com base no Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE).**

“Quando processos de mudanças da cobertura da terra incorporam atividades humanas, a tomada de decisão humana também se torna importante.”

**NationalResearchCouncil.**

“O homem é o grande fazedor de desertos.”

**Euclides da Cunha, 1963**

#### **4. CAPÍTULO 3: Cenários para Conservação da Biodiversidade no município de São Félix do Araguaia (MT) com base no Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE).**

**RESUMO.** Este estudo identificou a condição atual do uso da terra do território municipal de São Félix do Araguaia, para avaliar o comprometimento das zonas de usos propostas para o Município no contexto do Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE) do Estado de Mato Grosso. A condição do uso da terra, para o período de 2009, para identificar a extensão das áreas com cobertura antrópica e naturais do território municipal foi baseada no uso dos Sistemas de Informações Geográficas e imagem LandSat 5 TM. O padrão de uso da terra reflete a atuação de mais de um processo humano, a expansão da agricultura, da pecuária e os assentamentos urbanos. A avaliação da condição antrópica possibilitou qualificar o comprometimento das zonas de usos definidas pelo ZSEE para o município de São Félix do Araguaia, evidenciando um cenário de conflito entre as ações desenvolvimentistas e estratégias conservacionistas, que constitui o ponto de partida para as etapas subsequentes do planejamento e manejo dos recursos ambientais. Considerando as tendências da dinâmica dos usos da terra e das atividades econômicas e sociais sobre a base dos recursos naturais de cada zona de uso, evidencia-se um cenário local comprometedor para a conservação da biodiversidade, acompanhado de uma redução significativa das funções ambientais e dos serviços dos ecossistemas para o atendimento ao bem-estar humano, bem como as dificuldades para a implementação do ZSEE.

**Palavras-chave:** uso da terra; zoneamento socioeconômico ecológico; serviços dos ecossistemas; SIG;

**ABSTRACT.** **Conservation and development sceneries of São Félix do Araguaia (MT) based on Ecological Socio-economic Zoning.** This study identified the current condition of the land use of the municipal territory of São Félix do Araguaia, to evaluate the proposed zones compromising for the municipal district in the context of the Ecological Socio-economic Zoning (ESEZ) of the MatoGrosso state. The monitoring current land-use (2009) for characterizing anthropogenic and natural surfaces was based on the use of the Systems of Geographical Information and image LandSat 5 TM. The pattern of land-use reflects the outcomes of more than one human process; for instance, cropland, and pastureland and settlements expansion. The evaluation of the human condition made possible to qualify the territorial zones compromising categorized for ESEZ in the municipal territory, based on the recognition of the limitations and vocations of each zone, constituting the starting point for the subsequent stages of the environmental resources planning and management. Considering the tendencies evolution of the land use dynamics, and the economic and social activities on the base of the natural resources of each zone, local scenery is evidenced with a significant reduction of the ecosystem services for human well-being, as well as in the difficulties for the ESEZ implementation.

**Key words:** land use; Ecological Socio-economic Zoning; ecosystem services; GIS.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

O entendimento dos processos ecológicos no contexto da paisagem tem sido direcionado para uma abordagem de integração dos diferentes elementos físicos, bióticos e socioambientais no desenvolvimento de metodologias de ordenamento territorial (TURNER et al., 2001; SILVA, 2004).

O ordenamento territorial contempla três objetivos básicos: proporcionar as oportunidades mínimas que possibilitem a execução de uma adequada qualidade de vida para toda a população em todo o território; conservar e desenvolver os fundamentos naturais da vida, como a biodiversidade e os processos ecológicos essenciais; manter o potencial de utilização da terra e os recursos nela contidos (ALMEIDA e DAMASCENO, 2002).

As grandes transformações em nível mundial no campo científico-tecnológico fazem com que a própria natureza tenha seu valor redefinido, conduzindo a que áreas particularmente ricas em recursos naturais assumam uma posição estratégica para a formatação do novo paradigma de desenvolvimento sustentável, que por sua vez, propõe a transformação da realidade sócio espacial, valorizando as especificidades de cada lugar. Este fato aliado ao intenso processo de transformação da paisagem faz da gestão ambiental uma prática imprescindível ao processo de transformação da realidade com vistas ao desenvolvimento sustentável, tendo no Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE) o instrumento mais importante de sua viabilização, voltando-se, centralmente, para a produção sem rompimento da estabilidade territorial com base nos princípios da viabilidade ambiental e do uso racional dos recursos (AJARA, 2003).

Desta forma, o ZSEE se apresenta como uma ferramenta para um diagnóstico preciso sobre o ambiente biofísico, socioeconômico e sobre sua organização institucional, considerando os conflitos sociais, existentes e potenciais, as possibilidades de uso econômico dos recursos naturais e de ocupação do território, incentivando atividades econômicas e o manejo dos ecossistemas com eficiência econômica, permitindo o acesso do maior número possível de pessoas aos benefícios oriundos do uso dos recursos naturais e respeitando os processos ecológicos essenciais e a capacidade de regeneração dos ecossistemas naturais (PP/G7, 1997; LIMA, 2008).

Nesse contexto, o Zoneamento Socioeconômico Ecológico é também um instrumento de gestão, que integra o conhecimento técnico e científico às distintas propostas dos agentes sociais que intervêm no território, além de um instrumento de negociação e ajuste entre as diversas propostas de desenvolvimento de uma região (EGLER, 1997).

É importante ressaltar que a concepção e a elaboração do Zoneamento Socioeconômico Ecológico não podem ser contaminadas pela consideração dualística da natureza e da sociedade, nem pela análise segundo esses preceitos, além disso, também deve ser evitado o distanciamento com relação às especificidades ambientais dos recortes territoriais aos quais se referenciam, sob o risco, em caso contrário, de comprometimento de sua legitimidade como instrumento orientador de ações, por desprezar o caráter político e estratégico inerente à ordenação territorial.

Para cumprir seu papel, o ZSSE deve ser realizado com base na divisão de uma área geográfica com base nas suas características ambientais, a fim de orientar o estabelecimento de empreendimentos e sua postura frente ao entorno. A divisão da área pode ser efetuada em setores de planejamento, chamados de zonas, com características homogêneas de acordo com o potencial e restrições econômicas ecológicas, onde determinadas atividades de uso e ocupação são ou não permitidas. A utilização da paisagem como unidade ambiental permite a delimitação de unidades homogêneas, dando-lhes um caráter menos abstrato. Essas unidades homogêneas definem-se por apresentar características funcionais, morfológicas e dinâmicas bastante semelhantes, que permitem individualizar padrões da paisagem (SILVA e SANTOS, 2004). As informações integradas em uma base geográfica classificam o território segundo as potencialidades e condições de vulnerabilidade, prestando-se à racionalização da ocupação de espaços e ao redirecionamento de atividades, subsidiando estratégias e ações do planejamento.

Os critérios para o zoneamento podem ser definidos de acordo com quatro grupos: o ambiental ou ecológico, onde o conceito central é o da capacidade de suporte dos recursos naturais (renováveis e não renováveis); o da estrutura produtiva como resultado direto do grau de desenvolvimento tecnológico, da infraestrutura existente, da capacidade funcional dos trabalhadores; o de desenvolvimento humano, baseado no conceito de qualidade de vida, que considera os aspectos demográficos, o

acesso à terra, o emprego, os serviços básicos (educação, saúde, moradia, saneamento básico); e o institucional que considera o nível de organização da sociedade local, tanto governamental como não governamental (EGLER, 1997).

Com o advento da Constituição Federal de 1988, a União está obrigada a estabelecer planos de ordenamento territorial, reforçando a necessidade dos órgãos gestores públicos a se preocuparem com o zoneamento ambiental (STEINBERGER, 1997). Em 1990, o Governo Federal instituiu a Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico (CCZEE), com o objetivo de orientar a execução do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). A CCZEE passou a exercer atribuições de planejar, coordenar, acompanhar e avaliar a execução do ZEE, recebendo como missão articular-se com os Estados para apoiá-los e compatibilizar seus zoneamentos com o ZEE do Governo Federal. Neste sentido, foi criado em 1991 o Programa de Zoneamento Ecológico Econômico para a Amazônia Legal (PZEEAL) (BRASIL, 1997).

A necessidade do ordenamento territorial para o estado de Mato Grosso emergiu com o modelo de desenvolvimento econômico do país, imposto a partir do final da década de 1960, com a expansão do capitalismo nacional e internacional, que resultou na expansão da fronteira agrícola brasileira (PICOLI, 2004), principalmente em direção aos Estados da região centro-oeste. Este processo foi descrito por Sánchez (1992), que ressaltou a perda da diversidade biológica, os problemas de erosão do solo e o crescimento demográfico detectados na região Centro-Oeste, em especial no Mato Grosso, como justificativas básicas para a elaboração de um zoneamento, considerando o rápido processo de ocupação das terras, baseado na substituição da cobertura vegetal por lavouras anuais e pelo cultivo de pastagens.

O estado de Mato Grosso foi pioneiro neste tipo de estudo, tendo realizado inicialmente o Zoneamento Agroecológico, denominado posteriormente de “Zoneamento 1.<sup>a</sup> aproximação”, que originou a Lei n.º 5.993/1992. Este estudo representou a primeira aproximação de um ordenamento do meio rural e florestal, permitindo relacionar os sistemas naturais e os antrópicos com as melhores alternativas ecológicas de estruturação e uso das paisagens produtivas. Nesta proposta o Estado foi dividido em sete zonas, na escala de 1:1.500.000, três das quais abrange o território do município de São Félix do Araguaia. Dentro dos princípios de sistemas ecos-sustentáveis esta proposta permitiria a manutenção de

uma grande cobertura vegetal intacta e garantindo um cenário extremamente favorável à conservação da biodiversidade local, além de criar uma zona tampão entre as terras indígenas e as áreas previstas para as atividades agrícolas (SÁNCHEZ, 1992).

Em Agosto de 2004 o Projeto de Lei “Institui a Política de Planejamento e Ordenamento Sustentado do Estado de Mato Grosso” da qual o ZSEE é parte integrante, compreendendo uma série de aproximações e correlações sucessivas, definindo Regiões de Planejamento, conforme suas potencialidades e fragilidades intrínsecas, sendo atribuído às mesmas diretrizes de desenvolvimento sustentável dando origem às Zonas de Uso (MATO GROSSO, 2008).

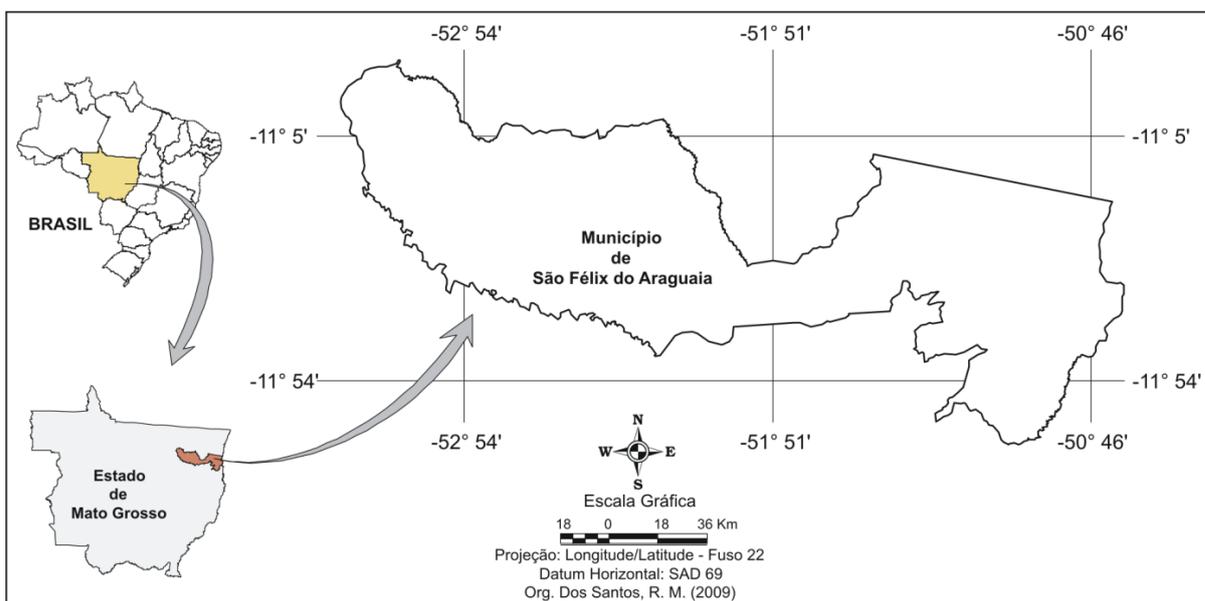
Esta nova proposta de ZSEE se depara com um dos grandes dilemas acerca dos debates sobre desenvolvimento sustentável em sua dimensão política, o da conservação da natureza *versus* crescimento econômico, cujo foco vem sendo a biodiversidade. Esse dilema é especialmente difícil de superar no município de São Félix do Araguaia, uma vez que o eixo do controle de recursos no âmbito de um processo de apropriação territorial possui sérios efeitos conflitantes nas relações sociais.

Na perspectiva de compreensão da relação entre a dinâmica das atividades antrópicas e a condição da integridade dos cenários para a conservação da biodiversidade em termos de garantir a continuidade das funções ambientais e dos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas ao bem estar humano, foi proposto um delineamento metodológico baseado na avaliação do grau de ocupação antrópica e na condição da fragmentação da vegetação nativa das Zonas de Uso categorizadas para o município de São Félix do Araguaia (MT) no contexto do Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado de Mato Grosso.

## 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1. Área de Estudo

O município de São Félix do Araguaia possui uma área de 16.915,86 km<sup>2</sup>, localizado na região nordeste do estado do Mato Grosso, região centro-oeste do Brasil (**Figura 1**), entre o Parque Indígena do Xingu e o rio Araguaia. Possui cerca de 10.531 habitantes (IBGE 2010) e sua sede municipal localiza-se a margem esquerda do Rio Araguaia, sendo uma pequena área urbana circundada por pastagens e cerrado. A altitude varia de 100 a 400 m (CPRM, 2006).



**Figura 1.** Localização geográfica do município de São Félix do Araguaia, MT.

A malha viária do município é representada por cinco rodovias estaduais e duas federais, tendo relações funcionais estabelecidas diretamente com o estado de Goiás (Goiânia) e com o Distrito Federal (Brasília), devido às melhores condições de acessibilidade proporcionadas pela Rodovia Belém-Brasília, em relação à malha rodoviária regional, composta, em sua maioria, por estradas não pavimentadas (SEMA 2005). Dessa forma, os principais vetores de povoamento da região originaram-se dos fluxos migratórios oriundos das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, através dos estados de Goiás e Pará.

A hidrografia do município é composta por uma rica rede de drenagem inserida nas bacias hidrográficas do Araguaia e do Xingu, composta principalmente pelos rios Xingu, Preto, São Francisco, Capivara, Auaiá-Miçu, Suiá-Miçu, Comandante Fontoura, Xavantinho, das Mortes e Araguaia (SEMA 2005).

Os principais sistemas geomorfológicos do município de São Félix do Araguaia são o Sistema de Aplanamento e o Sistema de Leques Fluviais Escoamento Impedido. O Sistema de Aplanamento está presente em uma área de 1.061.395,71 ha, concentrando-se na região Oeste e em porções menores na região Leste do Município, e constitui-se em um sistema erosivo, elaborado sobre arenitos, arcóseos, siltitos, folhelhos, areias finas, siltes, argilas e cascalhos. Por sua vez, o Sistema de Leques Fluviais Escoamento Impedido abrange 327.345,73ha, localizando-se na porção Leste do Município, na Bacia dos rios Tapirapé e Xavantinho, constituído por argila arenosa e areia argilosa em terrenos planos pouco ondulados e inundados sazonalmente devido ao lençol freático elevado (SEPLAN, 2002).

Os principais tipos de solos presentes no município são Latossolo Vermelho Escuro Distrófico e Plintossolo Distrófico. O Latossolo Vermelho Escuro Distrófico está presente em 931.612,71 ha na porção oeste do município, fazendo correspondência com o sistema geomorfológico de Aplanamento. Caracteriza-se por um solo mineral, não hidromórfico, muito profundo com textura que varia de média a argilosa, com baixa fertilidade natural. Já o solo Plintossolo Distrófico está presente em 332.591,22 ha região leste do município, fazendo correspondência com o sistema geomorfológico de Leques Fluviais Escoamento Impedido. Caracteriza-se por um solo mineral hidromórfico ou com sérias restrições à percolação de água, ocorrendo nas planícies de inundação dos rios e córregos, com baixa fertilidade natural (SEPLAN, 2002).

#### **4.2.2. Procedimentos Metodológicos**

Os dados do Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado de Mato Grosso foram obtidos junto à Secretaria de Planejamento do Mato Grosso (SEPLAN, 2008) em meio analógico, na escala 1:250.000 e posteriormente, convertidos em meio digital através da rasterização e georreferenciados na projeção UTM Zona 22 S, *datum* horizontal SAD 1969.

No contexto do Zoneamento Socioeconômico Ecológico mato-grossense, o município de São Félix do Araguaia está contido na III Região de Planejamento denominada Vila Rica. No âmbito das 12 Regiões de Planejamento foram definidas 04 (quatro) categorias de unidades territoriais, num primeiro nível de detalhamento: Áreas com Estrutura Produtiva Consolidada ou a Consolidar; Áreas que Requerem Readequação dos Sistemas de Manejo; Áreas que Requerem Manejos Específicos; Áreas Protegidas.

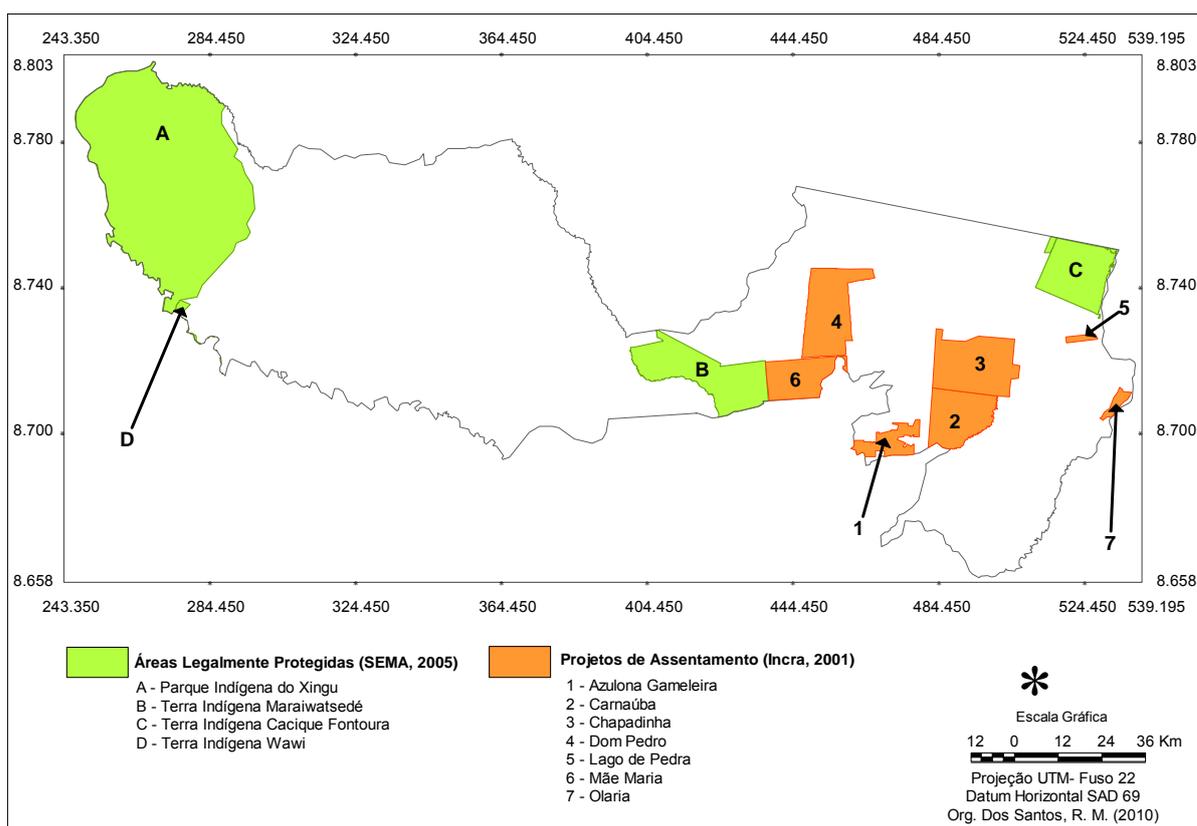
O limite territorial do município de São Félix do Araguaia foi sobreposto aos dados do ZSEE do Estado de Mato Grosso, e posteriormente foi obtida uma reclassificação das Zonas de Usos estabelecidas pelo ZSEE para o município de São Félix do Araguaia.

Uma nova reclassificação foi realizada com base na sobreposição da carta temática de Zonas de Usos do município de São Félix do Araguaia em relação à carta temática de usos e ocupação da terra referente ao ano de 2009, para obtenção do grau de ocupação antrópica de cada uma das Zonas de Usos identificadas. Desta forma foi possível determinar o comprometimento das mesmas na continuidade em proporcionar funções ambientais e serviços dos ecossistemas para o bem-estar humano. O grau de ocupação antrópica foi estimado pela extensão total de área ocupada pelas classes de usos da terra antrópica agrícola e antrópica não agrícola.

A condição da integridade dos cenários para a conservação da biodiversidade de cada Zona de Uso foi avaliada através da sobreposição da carta temática de Zonas de Usos em relação à carta temática de vegetação nativa para o ano de 2009. A condição de fragmentação de cada Zona foi avaliada com base na classificação da vegetação nativa em 5 (cinco) classes de tamanho de área: de 0 a 200 ha; de 200 a 400 ha; de 400 a 800 ha; de 800 a 1.600 ha; de 1.600 a 122.000 ha.

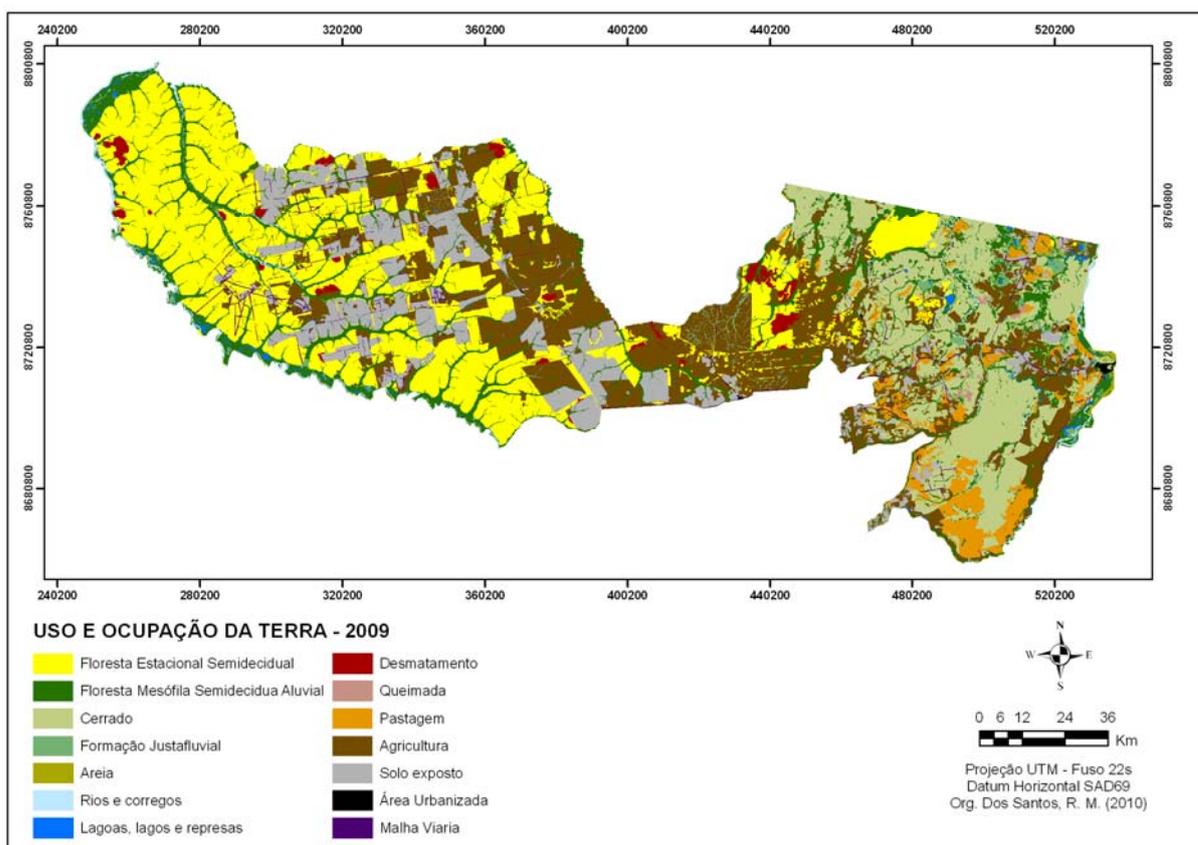
### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocupação espacial da área de estudo tem historicamente apresentado usos da terra bastante diferenciados como reflexo das ações desenvolvimentistas priorizadas pelos setores governamentais, com destaque para as atividades agrícolas (principalmente o cultivo de soja) e pecuária. As ações de desmatamento na paisagem local resultantes das atividades econômicas de extração vegetal, do plantio de soja e da pecuária, ao longo do tempo, apresentam-se como um fator altamente comprometedor da condição qualitativa e quantitativa do remanescente vegetacional total. Por outro lado essas transformações na paisagem são, em parte, influenciadas pelas relações de exploração dos recursos ambientais estabelecidas pelas sociocomunidades locais (**Figura 2**).



**Figura 2.** Representação espacial das sociocomunidades (Terras Indígenas e Projetos de Assentamento até os anos de 2005 e 2001, respectivamente) presentes no território municipal de São Félix do Araguaia, MT.

No ano de 2009 foram identificados no território municipal de São Félix do Araguaia 14 tipos de usos da terra (**Figura 3**), reunidos em 5 classes categorizadas em: atividade antrópica agrícola; atividade antrópica não agrícola; vegetação nativa; ambientes aquáticos; areia. Os respectivos valores de áreas (ha e %) estão descritos na **Tabela 1**.



**Figura 3.** Tipos de usos e ocupação da terra para o território do município de São Félix do Araguaia (MT) para o ano de 2009.

As atividades antrópicas agrícolas compreendem 39,17% do território municipal, com a agricultura responsável por 57,75% desta ocupação. Este grau de ocupação antrópica é favorecido, em parte, pelas características da paisagem, sendo esta bastante homogênea, composta por um relevo basicamente plano sem grandes variações altimétricas e solos espessos de textura média. Estas características permitiram que o município se tornasse um grande atrativo à agricultura mecanizada no final da década de 1990 e começo deste século, resultando em grandes transformações na paisagem local, com a consequente perda de áreas naturais

devido à implantação de inúmeros empreendimentos agropecuários, com ênfase na pecuária de corte e no plantio de arroz e soja.

**Tabela 1.** Classes de usos e tipos de cobertura da terra do município de São Félix do Araguaia (MT) e suas respectivas áreas (ha e %) para o ano de 2009.

Classes de Usos da Terra	Usos da Terra	Área	
		ha	%
Atividade Antrópica Agrícola	Agricultura	382.679,64	22,62
	Solo exposto	190.017,82	11,23
	Pastagem	66.729,34	3,94
	Desmatamento	21.049,61	1,24
	Queimada	2.111,64	0,12
	Subtotal	662.588,05	39,17
Atividade Antrópica Não Agrícola	Malha Viária	10.174,38	0,60
	Área Urbanizada	1.247,70	0,07
	Subtotal	11.422,07	0,68
Vegetação Nativa	Floresta Estacional Semidecidual	507.739,26	30,02
	Cerrado	251.947,57	14,89
	Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial	212.047,32	12,54
	Formação Justafluvial	24.017,13	1,42
	Subtotal	995.751,28	58,86
Ambiente Aquático	Rios e córregos	11.023,26	0,65
	Lagoas, lagos e represas	8.810,43	0,52
	Areia	1.990,52	0,12
	Subtotal	21.824,21	1,29
<b>TOTAL</b>		<b>1.691.585,62</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

A ocupação urbana é bastante incipiente, representando 0,68% da área total do município, evidenciando que as mudanças na paisagem local são pouco influenciadas pela expansão urbana.

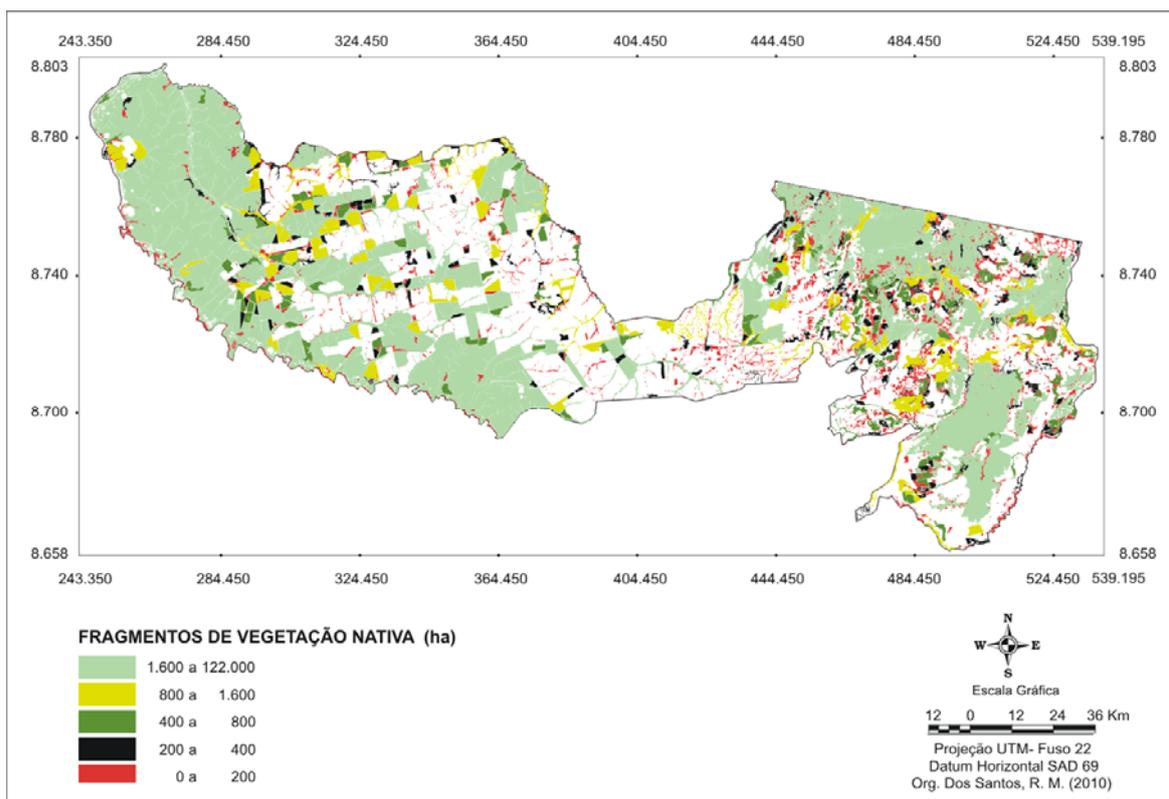
A classe de vegetação nativa representa 58,86% da área do território do município de São Félix do Araguaia, apresentando um cenário bastante favorável para a conservação da biodiversidade. Este valor relativamente alto de cobertura vegetal pode ser atribuído, a presença de áreas legalmente protegidas, como o Parque Indígena do Xingu, além da restrição de atividades agrícolas na região de cerrado,

devido, principalmente, a baixa fertilidade do solo e a presença de regiões sujeitas à inundação.

Os tipos fitofisionômicos de vegetação nativa possuem diferentes níveis de alteração e estão representados por Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual, Formação Justafluvial (Banhados, Mata Galeria, Várzea e solo exposto decorrente de alagamento) e Cerrado. Mais de 42% da área de estudo compreende o domínio de formações florestais e 14,89% de Cerrado, tornando-a uma área de tensão ecológica Cerrado-Floresta(**Figura 3**).

Embora o território municipal apresente uma grande quantidade de área florestada, deve ser ressaltada a condição de comprometimento da integridade da mesma, em função da condição de fragmentação, isolamento, ou da proximidade das áreas onde a atividade predominante é a agricultura, estando, portanto, sob forte pressão desta atividade (**Figura 4**). De acordo com as classes de fragmentação da vegetação nativa identificadas para o município de São Félix do Araguaia, a condição apresentada em 2009 evidencia uma tendência para um cenário desenvolvimentista, uma vez que dos 3.091 fragmentos de vegetação nativa presentes no município 83,18% pertencem a classe de 0 a 200 ha e somente 3,69% pertencem a classe que contempla fragmentos com áreas superiores a 1.600 ha (**Figura 4 e Tabela 2**).

Cerca de 42% do território municipal está inserido na área de formações florestais associadas às áreas de tensão ecológica, e submetidas ao Código Florestal (Lei Federal nº. 4.771/65, Medida Provisória 2166-67/01) que determina que as áreas de reserva legal de imóveis rurais seja de 80% em áreas cobertas por florestas (incluídas as chamadas florestas de transição) e de 35% em áreas de cerrados. Essa imposição legal tem gerado intenso conflito entre o poder público e os proprietários, que se recusam a cumprir a legislação. Em parte, isso se deve às atuais restrições legais, uma vez que as propriedades situadas em áreas de floresta da Amazônia eram obrigadas a manter 50% de sua área como reserva legal. Muitos proprietários que compraram suas terras antes da mudança da lei, atualmente se sentem prejudicados e querem manter o direito de continuar desmatando 50% para o desenvolvimento de atividades agrícolas e pecuárias.



**Figura 4.** Condição da fragmentação da classe vegetação nativa para o território do município de São Félix do Araguaia (MT) em 2009 com base em 05 classes de tamanho de área dos fragmentos.

**Tabela 2.** Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para o município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009.

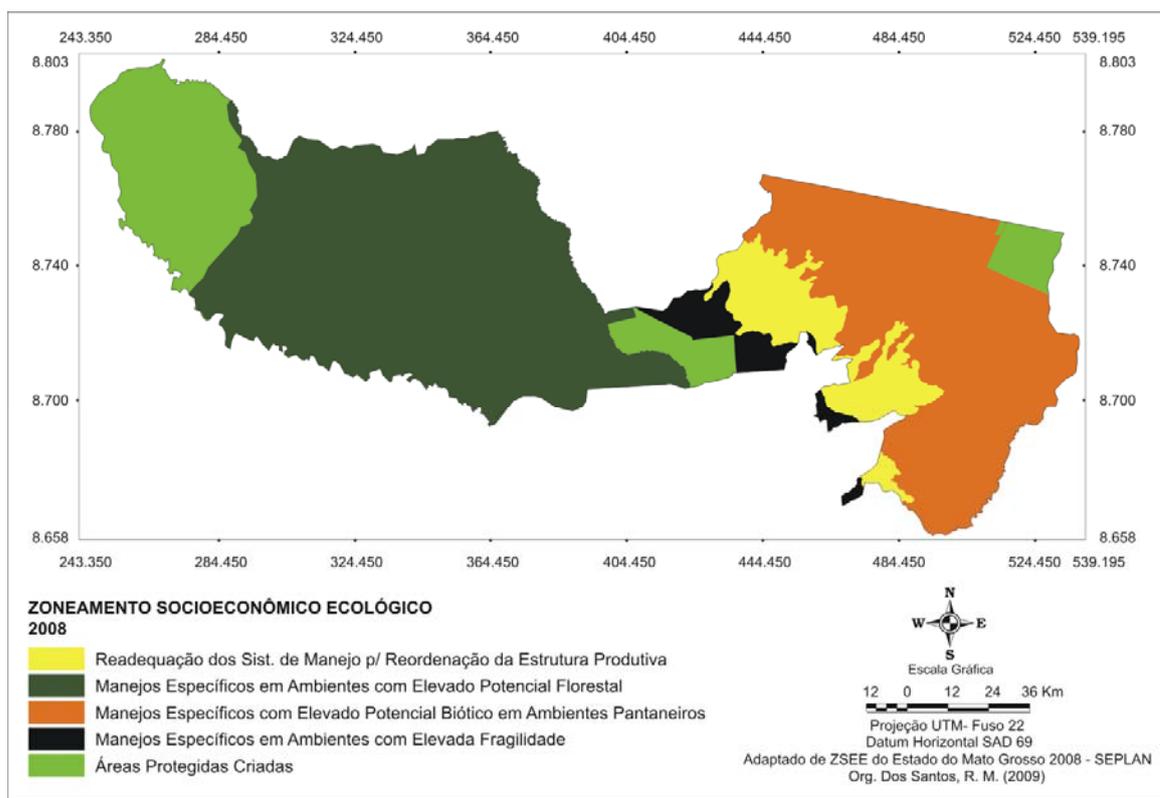
Classe (ha)	nº fragmentos	% de número de fragmentos
0 - 200	2571	83,18
200 - 400	185	5,99
400 - 800	129	4,17
800 - 1600	92	2,98
1600 - 122000	114	3,69
<b>TOTAL</b>	<b>3091</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

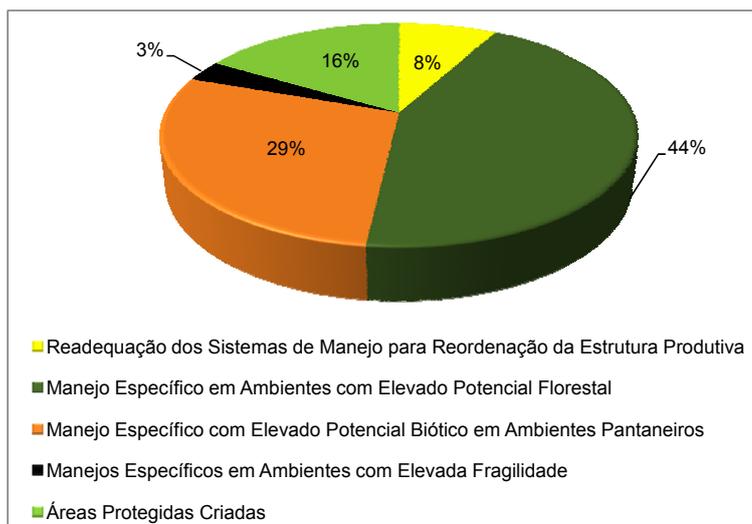
As áreas do município cobertas por cerrado e florestas aluviais (27,43%) possuem limitações para o uso agrícola, inviabilizando-as ou tornando-as dispendiosas, o que faz com que a vertente de expansão agrícola seja direcionada à ocupação das áreas

de floresta estacional, comprometendo a quantidade e qualidade ambiental das mesmas.

As Zonas de Uso do município de São Félix do Araguaia foram definidas com base no segundo nível de detalhamento do Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE) mato-grossense. Este nível de detalhamento para o município reúne 5 (cinco) subcategorias: Zona de Readequação dos Sistemas de Manejo para Reordenação da Estrutura Produtiva; Zona de Manejos Específicos em Ambientes com Elevado Potencial Florestal; Zona de Manejos Específicos com Elevado Potencial Biótico em Ambientes Pantaneiros; Zona de Manejos Específicos em Ambientes com Elevada Fragilidade; Zona de Áreas Protegidas. A espacialização das Zonas de Usos e dos valores de suas áreas estão representados nas **Figuras 5 e 6**, respectivamente.



**Figura 5.** Representação das categorias de Zonas de Uso (Readequação do Sistema de Manejo para Reordenação da Estrutura Produtiva, Manejo Específico em Ambientes com Elevado Potencial Florestal, Manejo Específico em Ambientes Pantaneiros, Manejo Específico em Ambientes com Elevada Fragilidade e Áreas Protegidas) do ZSEE (2008) do território mato-grossense sobrepostas ao limite territorial do município de São Félix do Araguaia, MT.



**Figura 6.** Representação do percentual de cada Zona de Uso do ZSEE (2008) do território mato-grossense sobrepostas ao limite territorial do município de São Félix do Araguaia, MT.

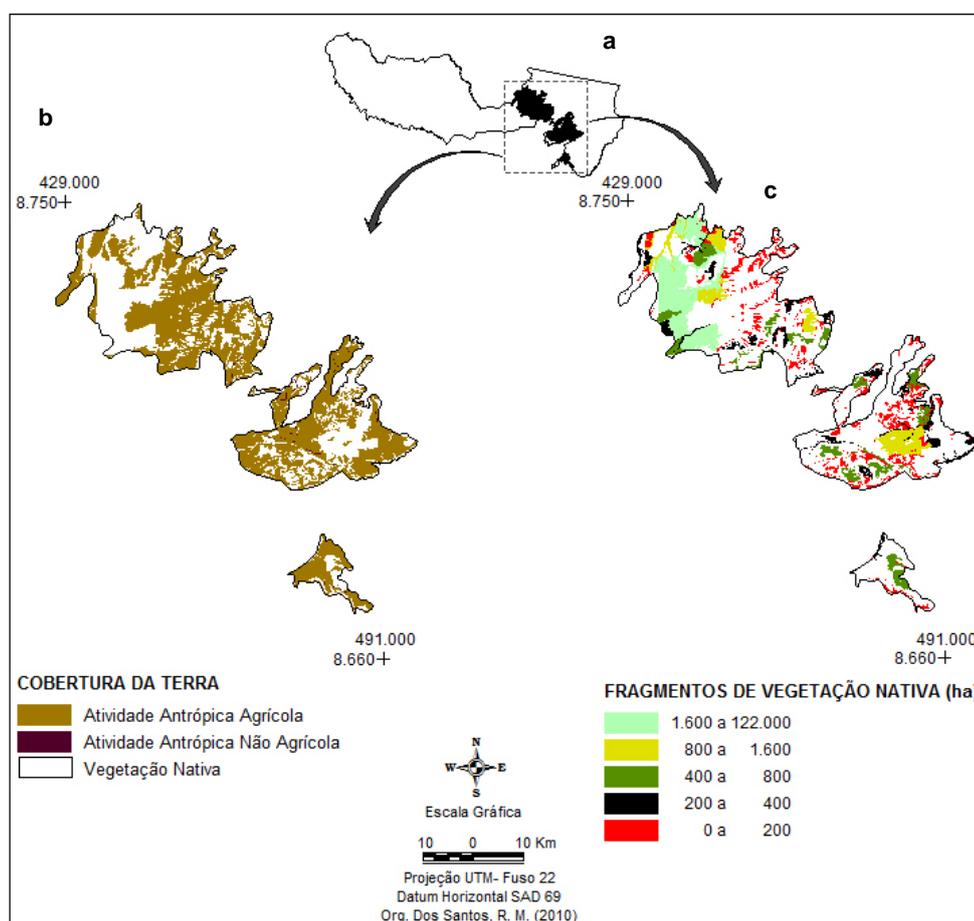
Esta representação do ZSEE para os limites do município de São Félix do Araguaia altera sensivelmente as diretrizes da primeira proposta de zoneamento ambiental, sendo justificada pelo rápido processo de antropização pelo qual vem passando o estado de Mato Grosso e, particularmente o município de São Félix do Araguaia, a partir da década de 90 do século passado, como resultado do desmatamento para abertura de novas áreas para a agricultura e pecuária na área central e a Leste do Município.

O grau de ocupação antrópica e a condição da fragmentação da vegetação nativa para cada Zona de Uso estão representados nas **Figuras 7, 8, 9, 10 e 11**.

A Zona de Readequação do Sistema de Manejo para Reordenação da Estrutura Produtiva compreende áreas em processo de consolidação e também áreas de ocupação antiga e consolidada, que estão em processo de depressão econômica.

As recomendações para as áreas em processo de consolidação são: alteração do uso do solo, ou da atividade produtiva; adequação do sistema de manejo, de modo a possibilitar alternativas para a apropriação dos recursos naturais ou intensificação das atividades existentes, de forma sustentável. Para as áreas de ocupação antiga e consolidada as recomendações são: ações de fomento às atividades econômicas com ênfase para pequenos e médios produtores, e de atendimento às demandas sociais.

Esta Zona de Uso representa 8% da área total do Município (**Figura 7a.**) e localiza-se na região de concentração dos empreendimentos da agricultura familiar e assentamentos. Apresenta um elevado índice de atividades antrópicas, com 59,15% de sua área ocupada por pecuária em pastagens naturais e plantadas (**Figura 7b.**). Possui 40,85% de sua área total ocupada por um total de 364 fragmentos vegetação nativa (**Figura 7c.**), com predomínio da classe de fragmentos com área inferior a 200 ha (85,16%). Nesta Zona os fragmentos de vegetação nativa com área superior a 1.600 ha representam somente 1,37% evidenciando a perda de integridade do componente vegetacional (**Tabela 3**).



**Figura 7.** Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona de Readequação do Sistema de Manejo para Reordenação da Estrutura Produtiva, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. **(a)** Localização da Zona de Uso. **(b)** Representação das classes de cobertura da terra. **(c)** Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa.

A Zona de Readequação do Sistema de Manejo para Reordenação da Estrutura Produtiva contempla a transição entre as fitofisionomias floresta e cerrado, o que a caracteriza como uma área estratégica a conservação da biodiversidade. Desta forma é necessário que sejam implantadas ações de planejamento que visem a utilização sustentável dos recursos naturais em áreas onde as atividades produtivas estão em processo de consolidação, bem como a recuperação de áreas degradadas sujeitas a processos erosivos, das áreas de reserva legal, de proteção permanente e do remanescente vegetacional das áreas onde o processo produtivo se encontra consolidado.

**Tabela 3.** Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Readequação do Sistema de manejo para Reordenação da Estrutura produtiva do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009.

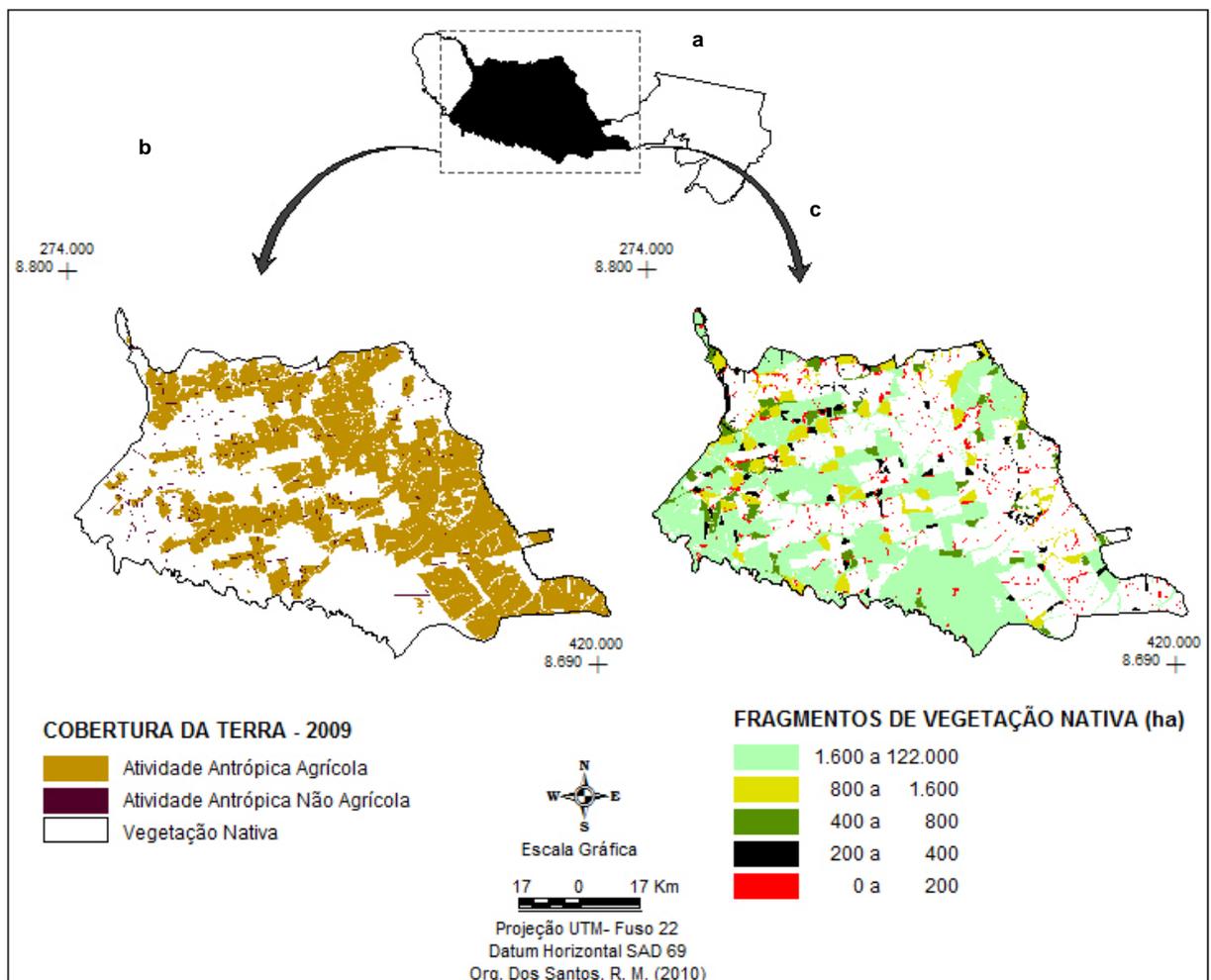
Classe (ha)	Número de fragmentos	Número de fragmentos (%)
0 – 200	310	85,16
200 – 400	25	6,87
400 – 800	17	4,67
800 – 1.600	7	1,92
1.600 – 122.000	5	1,37
<b>TOTAL</b>	<b>364</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

A Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevado Potencial Florestal compreende áreas recobertas por Floresta Estacional, considerada de interesse à manutenção e/ou melhoria do seu estado de conservação, com o intuito de permitir suas diretrizes permitem o uso dos recursos naturais de forma planejada e limitada.

Esta Zona de Uso representa 43,81% da área total do município (**Figura 8a.**), e possui 46,67% de sua extensão comprometida por atividades antrópicas (**Figura 8b.**). Está localizada a Leste do Município, região onde predomina grandes propriedades de criação de gado de corte e cultivo de soja, a qual vem gradativamente, de acordo com os preços praticados no mercado, substituindo a criação de gado de corte na região. Apesar da maior parte de sua área estar ocupada com vegetação nativa (52,36%), a mesma se apresenta bastante

comprometida pela fragmentação do componente vegetacional (**Figura 8c.**). Esta área contempla 908 fragmentos de vegetação nativa dos quais 74,12% pertence à classe de 0 a 200 ha, e somente 7,05% à classe de 1.600 a 122.000 ha (**Tabela 4**), evidenciando uma forte pressão da expansão agrícola em detrimento do componente vegetacional o que dificulta sua manutenção ou melhoria de seu estado de conservação, colocando a mesma em desacordo com as diretrizes propostas pelo ZSEE.



**Figura 8.** Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona de Manejos Específicos em Ambientes com Elevado Potencial Florestal, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. **(a)** Localização da Zona de Uso. **(b)** Representação das classes de cobertura da terra. **(c)** Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa.

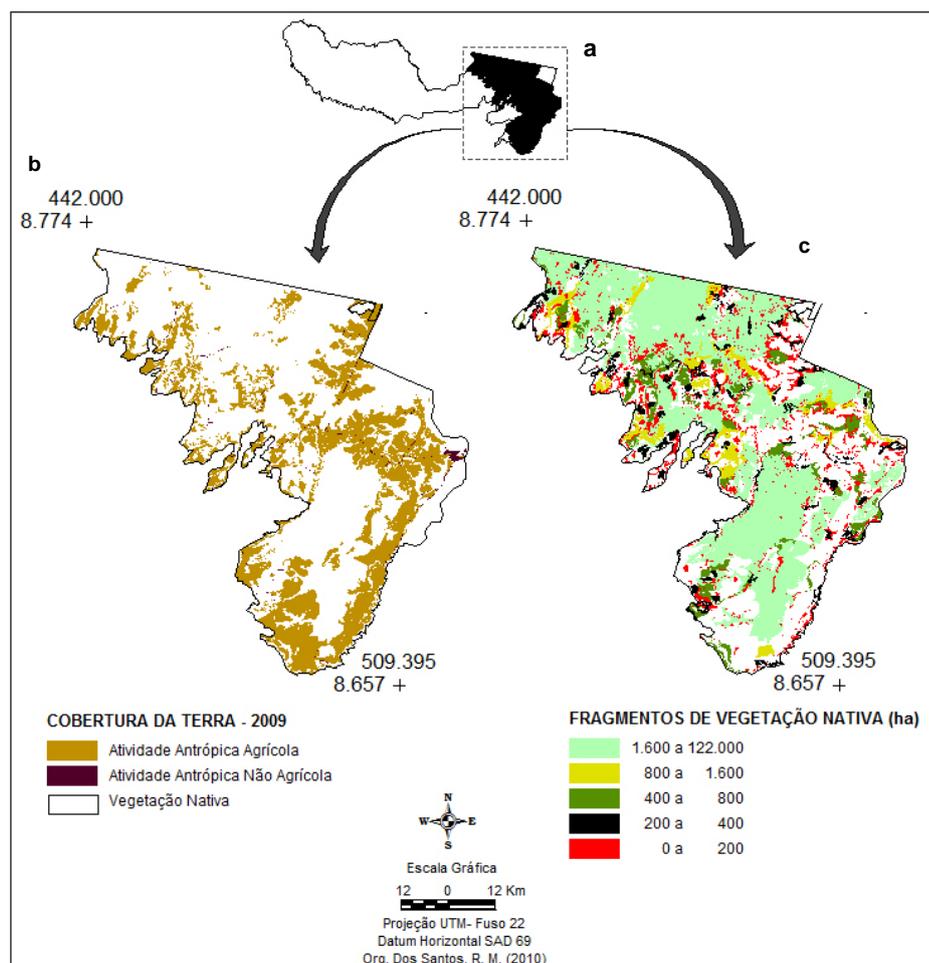
**Tabela 4.** Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevado Potencial Florestal do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009.

Classe (ha)	Número de fragmentos	Número de fragmentos (%)
0 – 200	673	74,12
200 – 400	73	8,04
400 – 800	52	5,73
800 – 1.600	46	5,07
1.600 – 122.000	64	7,05
<b>TOTAL</b>	<b>908</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

A Zona de Manejo Específico em Ambientes Pantaneiros compreende áreas com grande complexidade ecológica, devido às suas características geomorfopedológicas e a sazonalidade do regime fluvial. Suas diretrizes admitem a ocupação e a exploração de recursos naturais, regulamentados por lei específica, desde que sejam adotados sistemas de manejo adequados e obedecidas as normas federais existentes.

Esta Zona corresponde a 28,59% da área total do município (**Figura 9a.**), caracterizada como região de áreas úmidas. Possui 31,51% de sua extensão comprometida por atividades antrópicas (**Figura 9b.**), com destaque para a pecuária em pastagens naturais e projetos de assentamento (**Figura 2**). Apresenta 68,49% de sua extensão ocupada por vegetação nativa, constituída principalmente por fragmentos de cerrado (**Figura 9c.**), além de floresta aluvial. Dos 1.684 fragmentos de vegetação nativa presentes nesta Zona de Uso, 1489 (88,42%) apresentam área inferior a 200 ha, enquanto que apenas 2,08% estão enquadrados na classe de 1.600 a 122.000 ha (**Tabela 5**).



**Figura 9.** Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona de Manejos Específicos com Elevado Potencial Biótico em Ambientes Pantaneiros, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. **(a)** Localização da Zona de Uso. **(b)** Representação das classes de cobertura da terra. **(c)** Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa.

**Tabela 5.** Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Manejo Específico em Ambientes Pantaneiros do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009.

Classe (ha)	Número de fragmentos	Número de fragmentos (%)
0 – 200	1.489	88,42
200 – 400	83	4,93
400 – 800	54	3,21
800 – 1.600	23	1,37
1.600 – 122.000	35	2,08
<b>TOTAL</b>	<b>1684</b>	<b>100,00</b>

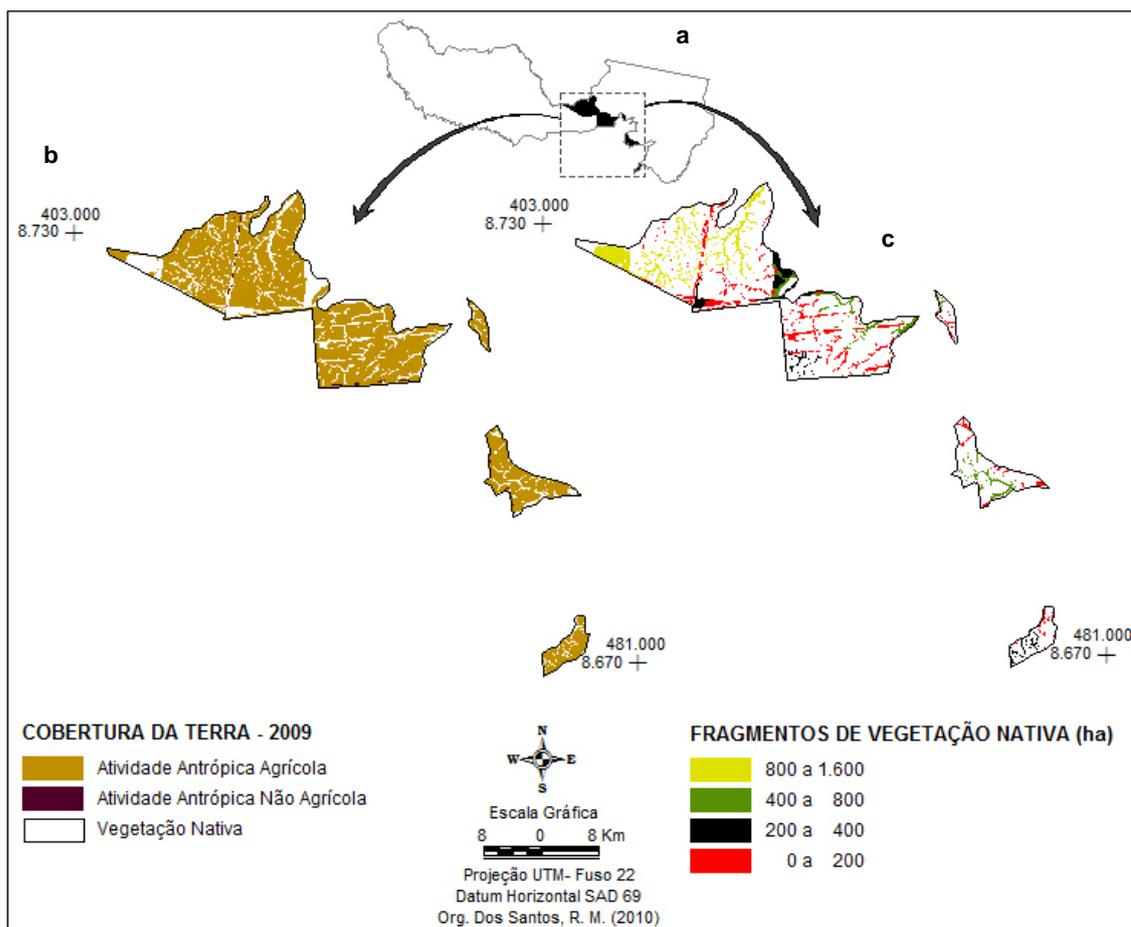
Fonte: DOS SANTOS, 2010

Esta condição de fragmentação resulta muito mais da heterogeneidade dos tipos fitofisionômicos presentes na Zona de Uso, do que da expansão das atividades antrópicas. As classes de fragmentos da vegetação nativa foram estabelecidas com base no nível hierárquico mais detalhado, em que cada tipo fitofisionômico foi considerado isoladamente, mesmo que em condição adjacente a outro fragmento. Desta forma, a análise da fragmentação evidenciou uma maior integridade do componente vegetacional para esta região, o que se deve em grande parte, as suas características geomorfopedológicas que tornam a atividade agrícola intensa dispendiosa ou imprópria.

A presença de assentamentos(**Figura 2**) nessa Zona, com predominância de vegetação de Cerrado, requer o planejamento do seu uso e ocupação, uma vez que essa fitofisionomia apresenta restrições à atividade agrícola, sendo prioritária à conservação da biodiversidade. Além disso, mesmo que a agricultura de subsistência seja priorizada, o estabelecimento de áreas de assentamento determina investimentos em infraestrutura que induzem ao desmatamento adicional. Desta forma, esta Zona requer a implantação de ações de planejamento que protejam as planícies fluviais, garantindo a conservação e recuperação da qualidade ecológica dos formadores de seus principais rios.

A Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevada Fragilidade compreende as áreas onde os recursos naturais são limitados e as fragilidades naturais do ambiente são elevadas requerendo que a ocupação e o sistema de manejo para a exploração dos recursos sejam adequados à capacidade de suporte do ambiente, tendo em vista a sustentabilidade das atividades realizadas.

Representando 3,08% da área total do Município(**Figura 10a.**), esta Zona caracteriza-se pela presença de solos arenosos com alta suscetibilidade a erosão e solos hidromórficos fundamentais à estabilidade da dinâmica hídrica. Possui 78,99% da sua extensão em condição antropizada (**Figura 10b.**), enquanto que, 21,01% apresentam cobertura vegetacional (**Figura 10c.**), com a predominância de fragmentos pequenos fortemente isolados em meio à matriz agrícola, dos quais 90,77% possuem área inferior a 200 ha. Não apresenta nenhum fragmento de vegetação nativa com área superior a 1.600 ha (**Tabela 6**).



**Figura 10.** Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona que requer Manejos Específicos em Ambiente de Elevada Fragilidade, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. **(a)** Localização da Zona de Uso. **(b)** Representação das classes de cobertura da terra. **(c)** Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa.

**Tabela 6.** Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevada Fragilidade do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009.

Classe (ha)	Número de fragmentos	Número de fragmentos (%)
0 – 200	118	90,77
200 – 400	6	4,62
400 – 800	3	2,31
800 – 1.600	3	2,31
<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

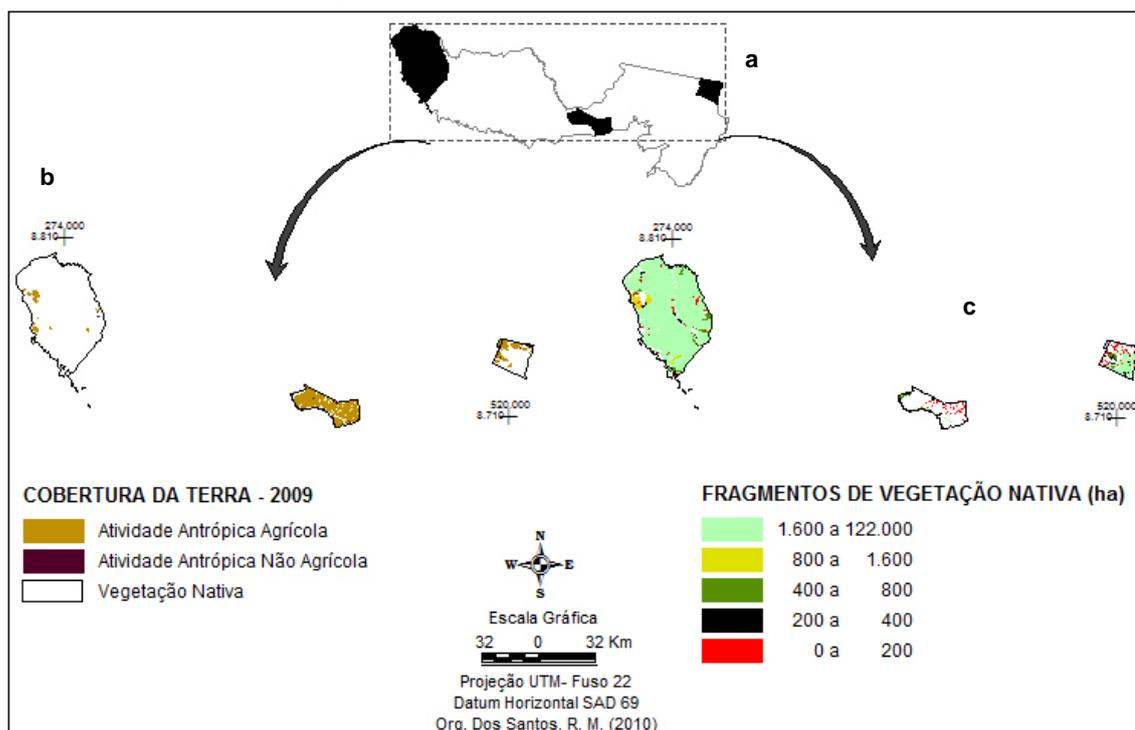
Considerando a forte pressão antrópica exercida na Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevada Fragilidade sua importância à estabilidade da dinâmica hídrica, é imprescindível a implantação de programas de recuperação de áreas degradadas como o reflorestamento com espécies nativas, além do controle de erosão e assoreamento de drenagens.

A Zona de Áreas Protegidas possui Terras Indígenas (T.I.) e/ou Unidade de Conservação (U. C.) legalmente instituídas, regidas pelas respectivas normas de criação e demais dispositivos legais pertinentes. Esta Zona abrange 16,52% da área total do município (**Figura 11a.**). As atividades antrópicas ocupam uma extensão de 17,13% da área total dessa Zona de Uso (**Figura 11b.**), enquanto que a área remanescente de 82,87% está ocupada por vegetação nativa (**Figura 11c.**) com predomínio de fragmentos com área inferior a 200 ha (86%) e somente 4% de fragmentos com área superior a 1.600 ha (**Tabela 7**), configurando um cenário efetivo para a conservação da biodiversidade. Apesar do alto índice de cobertura da terra por vegetação nativa, esta Zona de Uso apresenta evidências de algumas manchas com ocupação agrícola, além da pressão por parte das áreas adjacentes intensamente ocupadas por este tipo de atividade.

Esta Zona contempla as Terras Indígenas Cacique Fontoura, Wawi, Marãiwatsedé e o Parque Indígena Xingu. Para compreensão da heterogeneidade da cobertura da terra desta região é necessário que haja um maior detalhamento de cada Terra Indígena.

A porção do Parque Indígena do Xingu que se encontra no território de São Félix do Araguaia compreende uma extensa área de Floresta Estacional Semidecidual, em quase sua totalidade, com pouca evidência de desmatamento. No entanto, as áreas adjacentes encontram-se intensamente ocupadas por atividade antrópica agrícola.

Localizada junto ao Parque Indígena do Xingu, a TI Wawi é uma área de extrema importância para a preservação da biodiversidade. A porção desta terra indígena que se encontra no território de São Félix do Araguaia tem a sua fitofisionomia constituída por Floresta Aluvial e Floresta Estacional Semidecidual, sem sinais de desmatamento.



**Figura 11.** Espacialização das atividades antrópicas e da condição da fragmentação da vegetação nativa para a Zona de Áreas Protegidas Criadas, estabelecida para o limite territorial do município de São Félix do Araguaia (MT), para o ano de 2009. **(a)** Localização da Zona de Uso. **(b)** Representação das classes de cobertura da terra. **(c)** Representação das classes de fragmentos da vegetação nativa.

**Tabela 7.** Condição da fragmentação da classe de vegetação nativa para a Zona de Áreas Protegidas do município de São Félix do Araguaia, MT, em 2009.

Classe (ha)	Número de fragmentos	Número de fragmentos (%)
0 – 200	301	86,00
200 – 400	19	5,43
400 – 800	12	3,43
800 – 1.600	4	1,14
1.600 – 122.000	14	4,00
<b>TOTAL</b>	<b>350</b>	<b>100,00</b>

Fonte: DOS SANTOS, 2010

A maior heterogeneidade de uso e ocupação da terra encontra-se na TI Cacique Fontoura, pertencente ao município de São Félix do Araguaia, com presença de Cerrado, Floresta Aluvial, Formação Justafluvial, solo exposto, pastagens e

agricultura. Ressalta-se que esta é a única área legalmente protegida localizada a leste do município, onde predomina o Cerrado.

Em contrapartida, a Terra Indígena Marãiwatsedé compreendida no município de São Félix do Araguaia apresenta domínio de atividade antrópica agrícola, com pouca área de Floresta Aluvial e alguns fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Este quadro de intensa antropização se deve principalmente aos conflitos, iniciados na década de 60, entre invasores e índios da etnia Xavante pela posse da terra, a partir do momento em que o estado de Mato Grosso passou a emitir título de propriedade a não índios, impulsionados pelo incentivo a expansão da colonização da região centro-oeste brasileira.

Somente a partir da Conferência do Meio Ambiente realizada no Rio de Janeiro (Eco 92), a FUNAI iniciou os estudos de delimitação e demarcação desta TI. Mas, apesar da homologação da Terra indígena Marãiwatsedé ter sido realizada em 1998, os conflitos pela manutenção da posse de terra persistiram. Porém, recentemente, em decisão do Tribunal Regional Federal (TRF) de Mato Grosso foi reconhecido o direito da etnia Xavante a esta TI e a posse dos atuais ocupantes foi considerada ilegal (FUNAI, 2010).

Em geral, considera-se que as Terras Indígenas possuem a função de evitar o desmatamento, uma vez que cobrem aproximadamente 20% da região amazônica do Brasil, tornando suas florestas, em média, melhores conservadas do que aquelas externas às reservas e às áreas protegidas. Isso estaria associado à ação defensiva das populações indígenas. Entretanto, a condição dos usos da terra em 2009 para o município de São Félix do Araguaia indica que as Terras Indígenas não representam uma garantia de que os desmatamentos sejam evitados. Como evidencia a condição de uso e ocupação da terra da TI Marãiwatsedé com seu território quase que totalmente ocupado por atividades agrícolas.

Desde que as Terras Indígenas podem contemplar diversas fitofisionomias em maiores extensões do que às observadas em unidade de conservação, o futuro destas terras será o fator dominante na condição final destas fitofisionomias. Entretanto, é importante ressaltar que os povos indígenas não são inerentemente conservacionistas, podendo responder aos mesmos estímulos econômicos que induzem outros atores a explorar e degradar os ecossistemas.

As diretrizes comuns a Terras Indígenas preconizam a proteção de sua qualidade ambiental, bem como a de seu entorno a fim de garantir a sobrevivência física e cultural das comunidades indígenas, porém, é importante que sejam respeitadas e contempladas suas especificidades, sua caracterização ambiental, os múltiplos usos da terra e os atores sociais envolvidos em sua dinâmica no âmbito do ZSEE, a fim de possibilitar o efetivo cumprimento dessas diretrizes. Desta forma, as Terras Indígenas de Marãiwatsedé e Cacique Fontoura, com alto nível de ocupação antrópica, deverão ter ações de planejamento específicas a sua realidade, uma vez que por se tratar de áreas protegidas homologadas não poderão ser enquadradas em outra categoria de Zona de Uso.

#### **4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A base econômica do Município de São Félix do Araguaia é representada pelas atividades agrícolas e pecuárias, principalmente a criação de gado de corte e o cultivo da soja. Nos últimos anos, com a expansão destas atividades e o aumento dos projetos de assentamentos, ocorreu um conseqüente incremento de áreas desmatadas, determinando um processo de transformação da paisagem local e regional, evidenciado pela quantidade e qualidade dos fragmentos da vegetação nativa. As características do ambiente físico, com um relevo plano, solos profundos e clima adequado, determinam que o município tenha uma forte vocação para essas atividades. Este potencial de uso agropecuário tem estimulado a expansão das fronteiras agrícolas, constituindo uma forte pressão na implementação efetiva do ZSEE.

Os cenários da ocupação antrópica descritos para cada Zona de Uso do município de São Félix do Araguaia, considerando o padrão de uso da terra para 2009, evidenciam a continuidade dos incentivos governamentais para a expansão agrícola, bem como a implantação de novos projetos de assentamentos, determinando alterações no arranjo espacial de uso e ocupação da terra, além de uma grande pressão para a redução das funções ambientais e dos serviços dos ecossistemas proporcionados pelas áreas com vegetação nativa.

Embora apresente um padrão desenvolvimentista socioeconômico bastante complexo, o município de São Félix do Araguaia contempla um cenário favorável para estratégias conservacionistas, em função da maior fração do seu território estar ocupada por vegetação nativa ou alterada. Provavelmente, devido à presença de Terras Indígenas e das limitações às atividades agrícolas inerentes a baixa fertilidade natural das regiões de Cerrado e Floresta Aluvial. Este cenário ressalta a necessidade da implementação de um Zoneamento Ambiental embasado nas características do ambiente físico e conhecimento do uso e ocupação atual da terra, permitindo identificar não apenas as potencialidades de uso agropecuário, mas também as áreas prioritárias à conservação da biodiversidade.

A análise do grau de comprometimento por ocupação antrópica e da condição de fragmentação da vegetação nativa de cada Zona de Uso para o Município de São Félix do Araguaia, subsidiam a elaboração de estratégias para implementar o ZSEE, que se apresenta como um instrumento a mais para os tomadores de decisão,

públicos e privados, na gestão dos recursos naturais para atender ao desenvolvimento local e regional. Entretanto, o diagnóstico realizado para cada Zona de Uso assinala uma condição de conflito entre desenvolvimento e conservação, incompatível com as realidades sociais do território.

A Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevada Fragilidade que apresentou um cenário de maior comprometimento dos recursos naturais devido às ações desenvolvimentistas, demonstra a necessidade de ações de planejamento que visem a recuperação do componente vegetacional, de forma atender os pressupostos do ZSEE estabelecidos para esta Zona. De modo similar, a Zona de Readequação do Sistema de Manejo para Reordenação da Estrutura Produtiva e a Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevado Potencial Florestal apresentam um cenário voltado ao desenvolvimento, com tendências para a perda gradual de bens e serviços proporcionados pelo componente vegetacional.

Em contrapartida, as Zonas de Uso que apresentaram o cenário mais favorável à conservação dos recursos naturais foram a Zona de Manejo Específico com elevado Potencial Biótico em Ambientes Pantaneiros e a Zona de Áreas Protegidas Criadas. Entretanto, deve ser ressaltado que a concentração de projetos de assentamentos na Zona de Manejo Específico com Elevado Potencial Biótico em Ambientes Pantaneiros representa um fator adicional de degradação da vegetação nativa remanescente, representada preponderantemente por cerrado. Por sua vez, a Zona de Áreas Protegidas Criadas apresenta uma grande variabilidade no grau de antropização das diferentes Terras Índigenas (T. I.) que a compõem, tornando necessário o desenvolvimento de ações de planejamento que respeitem as especificidades inerentes a cada T. I., com destaque a T. I. Marãiwatsedé, com alto grau de antropização, e a T. I. Cacique Fontoura, a única com vegetação de cerrado, sendo imprescindível à conservação desta fitofisionomia.

A implementação do ZSEE na escala municipal se configura como uma ferramenta capaz de identificar os “fatos ambientais”, vistos separadamente das características antrópicas de ocupação, ou, alternativamente, diagnosticar situações ecológicas e sociais em transformação. Mas, apesar de representar um instrumento com proposições embasadas nos pressupostos da sustentabilidade, em março de 2010 foram realizadas alterações no ZSEE mato-grossense, aparentemente com o intuito de conciliar os diversos conflitos existentes.

Essas alterações no ZSEE conduzem para um cenário que dificulta a implementação de estratégias conservacionistas. Entre as alterações destacam-se: a exclusão de 14 Terras Indígenas em processo de homologação e de demarcação, a redução em 73% das áreas propostas para Unidade de Conservação, a redução da área de Reserva Legal para todo Estado, a redução de áreas antes destinadas à utilização do potencial florestal para manejo e outros usos da floresta sem derrubada da mesma e a exclusão de áreas com necessidade de proteção aos recursos hídricos, como as cabeceiras dos rios Xingu e Teles Pires, que passaram a fazer parte da categoria que previa o uso mais intensivo. No total, a expansão da categoria consolidada avançou em cerca de 70% sobre as subcategorias de proteção aos recursos hídricos e florestas o que demonstra total desconsideração sobre os estudos que estabeleceram os limites ecológicos destas áreas. Este substitutivo do ZSEEtransparece como um modelo de desenvolvimento ecologicamente inviável.

Os reflexos destas alterações no delineamento do ZSEE resultaram na reclassificação da Zona de Manejo Específico em Ambientes com Elevado Potencial Florestal, que passa a ser denominada Zona de Estrutura Produtiva Consolidada ou a Consolidar, com diretrizes desenvolvimentistas específicas que comprometem a integridade de uma área com vegetação nativa ou alterada, correspondente a quase 44% do município de São Félix do Araguaia, limítrofe ao Parque Indígena do Xingu e detentora de inúmeras nascentes, sendo prioritária a manutenção das funções ambientais e dos serviços dos ecossistemas.

Nesta perspectiva é necessário que as discussões a cerca do ZSEE de Mato Grosso avancem e envolvam a sociedade civil organizada, técnicos e gestores públicos, promovendo o debate e a disseminação da informação científica à luz das políticas de planejamento territorial, contemplando a complexidade e a dinâmica socioeconômica, ambiental e cultural.

Assim, o desafio que se coloca é como compatibilizar a expansão econômica com os princípios da sustentabilidade social e ambiental de modo a conduzir a um desenvolvimento sustentável.

#### 4.5. REFERÊNCIAS

AJARA, C. **As Dífceis Vias para o Desenvolvimento Sustentável: Gestão Descentralizada do Território e Zoneamento Ecológico- Econômico**. Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro, 2003.

ALMEIDA, J. R. ; DAMASCENO, P. Plano diretor do rio de Janeiro e as perspectivas do planejamento ambiental. In: **Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro; Thex Ed., 2002. 482p.

BRASIL. MMA. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Detalhamento da metodologia para execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília: MMA – SAEPR, 1997. 43p.

CPRM – Companhia de Recursos Minerais, Arquivos Digitais, 2006.

EGLER, C. A.G. La aplicación del concepto de sustentabilidad en la planificación. **Ciência& Ambiente**. Santa Maria, 15: 51-60, 1997.

FUNAI – Fundação Nacional do Índio, 2010. **Justiça de Mato Grosso nega apelação de invasores da TI Marãiwatsedé**. Disponível em <<http://www.funai.gov.br>> Acesso em novembro de 2010.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. **Censo demográfico**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em dezembro de 2010.

LIMA, A. Instrumentos para a conservação biológica: o Zoneamento Ecológico-Econômico, as unidades de conservação, o Código Florestal e o sistema de recursos hídricos. *In*: **Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade: como para que e por quê**. 2ª ed. São Paulo: Peirópolis; Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2008. 63-81p.

MATO GROSSO. Governo do Estado do Mato Grosso. **Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado do Mato Grosso – 2008**. Cuiabá, 2008.

PICOLI, F., **Amazonia: a ilusão da terra prometida**. Sinop-MT. Editora Amazônia, 2004.

PP/G7 – MMA. **Programa Piloto para a Proteção de Florestas Tropicais do Brasil**. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Naturais e da Amazônia Legal, Secretaria de Coordenação da Amazônia Legal. Brasília, 1997. 165p.

SÁNCHEZ, R. O. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso: Ordenamento Ecológico-Paisagístico do Meio Natural e Rural**. Cuiabá: Fundação de Pesquisas Cândido Rondon, 1992.155p.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço (técnica e tempo - razão e emoção)**. São Paulo, Ed. Hucitec, 1996. 308p.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2005. **Bases Cartográficas em Shape**. Disponível em <<http://www.fema.mt.gov.br/>> Acesso em novembro de 2006.

SEPLAN – Secretaria de Estado de Planejamento, 2002. **Servidor de Mapas**. Disponível em <[www.seplan.mt.gov.br/](http://www.seplan.mt.gov.br/)> Acesso em novembro de 2006.

SEPLAN – Secretaria de Estado de Planejamento. **ZSEE-Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico do Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, MT. 2008.

SILVA, A. M. **Ecologia da Paisagem: Fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2004. 157p.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, 21 (2), 221-63. 2004.

STEINBERGER, M. Zoneamento Ecológico-Econômico como instrumento de ordenamento territorial urbano e regional. **Agora**. 1(1): 55-74, 1997.

TURNER, M.G; GARDNER, R.H; O'NEILL, R.V. **Landscape ecology in theory and practice**.New York: Springer, 2001. 401p.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1. Cenários para a Conservação da Biodiversidade do Município de São Félix do Araguaia (MT)**

A compreensão do impacto humano na biodiversidade depende de exaustivas projeções quantitativas para quatro principais cenários de interesse: extinção de espécies, abundância de espécies e estrutura das comunidades, perda e degradação de habitats e alterações na distribuição das espécies e biomas. Embora todos esses cenários quantitativos venham projetando um declínio da biodiversidade para o Século XXI, eles configuram uma ferramenta efetiva para avaliar os impactos do desenvolvimento socioeconômico nos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas (PEREIRA et al., 2010).

Resultados decorrentes de cinco décadas de estudos da condição da conservação dos vertebrados em escala global, com base na análise de 25.780 espécies, operacionalizados pela IUCN, relatam que cerca de 20% do total das espécies de vertebrados está em risco de extinção, e cerca de 11% e 17% das espécies ameaçadas de aves e mamíferos, respectivamente estão próximas a mudança para a categoria de extinção. Não obstante, os esforços atuais para a Conservação parecem ainda insuficientes em relação aos principais fatores de pressão da perda da biodiversidade (expansão da agricultura, desmatamento, super exploração e invasão de espécies exóticas) que afetam esses grupos (HOFFMANN et al., 2010).

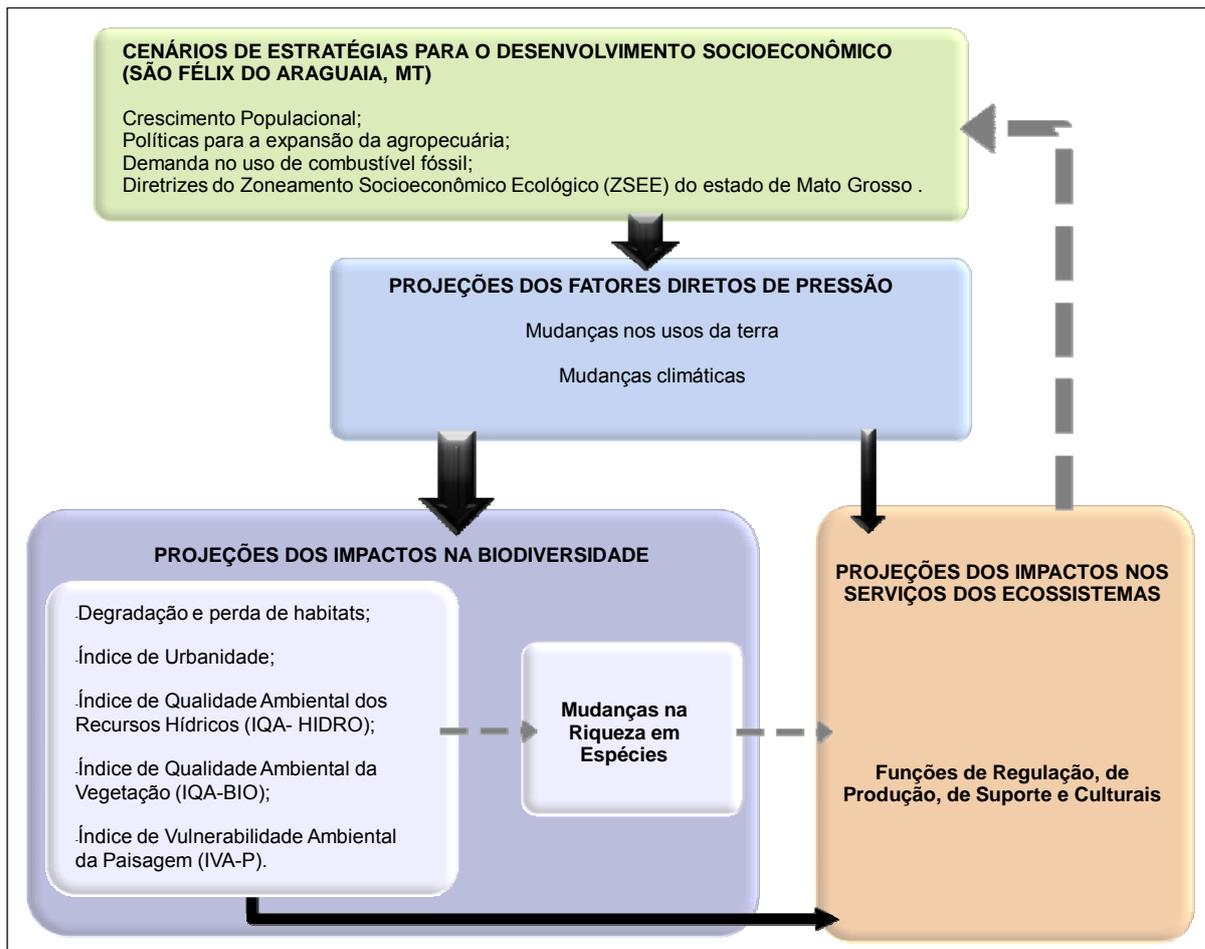
Apesar dos esforços efetuados para a conservação da biodiversidade em termos globais, desde 1992, torna-se evidente um cenário associado ao declínio da biodiversidade com base em 31 indicadores de pressão. Apesar do sucesso de algumas tentativas locais relacionadas ao aumento da extensão de áreas protegidas, ao manejo de florestas sustentáveis, às diretrizes para o controle de espécies exóticas, e ao aumento de recursos para a biodiversidade, a taxa de perda de biodiversidade não aparenta estar reduzindo (BUTCHART, et al., 2010).

Em 2002 a WWF divulgou um mapa com 238 ecorregiões selecionadas por representar a variabilidade dos ecossistemas terrestres, incluindo aquelas reconhecidas como de alta biodiversidade ou com fenômenos ecológicos ou evolutivos particularmente raros. Muitas dessas ecorregiões encontram-se

submetidas a fatores de pressão da biodiversidade, enquanto que outras se encontram legalmente protegidas. Os mapas mostram mudanças de seis parâmetros-chave (degradação dos habitats, estado da conservação das espécies, recursos para a conservação, consumo de recursos biológicos, áreas protegidas e espécies exóticas), ao longo do tempo, para as ecorregiões em questão (STOKSTAD, 2010). Contudo as mudanças projetadas apresentam uma variabilidade superior a que a maioria dos estudos sugere, parcialmente por que estão surgindo mais oportunidades de intervenção por meio de diretrizes políticas, mas também devido às incertezas nas projeções (PEREIRA et al., 2010).

O cenário da trajetória da biodiversidade para a paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), referida de modo abrangente, como cenário para a biodiversidade local, está baseada na interação de diversos componentes. Este cenário tem extrema dependência do cenário para o desenvolvimento socioeconômico, que contempla fatores indiretos de mudanças ecológicas, tais como o crescimento demográfico regional, política de favorecimento para a expansão da agricultura e da pecuária, associada ao aumento da demanda pelo uso de combustíveis fósseis, e os cenários projetados pelas diretrizes do Zoneamento Socioeconômico Ecológico (ZSEE) do estado de Mato Grosso (**Figura 1**).

Em 2010 o crescimento populacional do país apresentou a região centro-oeste com o segundo maior índice (21%), particularmente como resultado das novas fronteiras do crescimento econômico nacional, das novas chances de trabalho em municípios menores e dos fatores associados ao esgotamento das megacidades (IBGE, 2010). A esse contingente populacional incorporado a uma paisagem reconhecidamente dotada de alta diversidade de habitats, configura-se uma complexidade social representada por diversas sociocomunidades ou grupos sociais tradicionais, além de inúmeras etnias indígenas, caracterizados por diferentes tipos de interações e demandas pelos recursos naturais locais e ou regionais. Empiricamente a economia da região centro-oeste do país movimenta-se prioritariamente pelo desenvolvimento de produtos agrícolas e pecuários. Esses produtos são caracterizados por ocupar a periferia menos conectada na rede de espaço-produtos que alimenta o comércio mundial (HIDALGO et al., 2007).



**Figura 1.** Síntese dos métodos e modelo usado para construção de cenários para a biodiversidade do município de São Félix do Araguaia. As setas contínuas indicam interações-chave utilizadas no estudo. Setas descontínuas indicam interações não utilizadas na discussão dos cenários. Os impactos nos serviços dos ecossistemas podem ser indiretamente estimados por mudanças na perda de habitat (Adaptado de: PEREIRA, 2010).

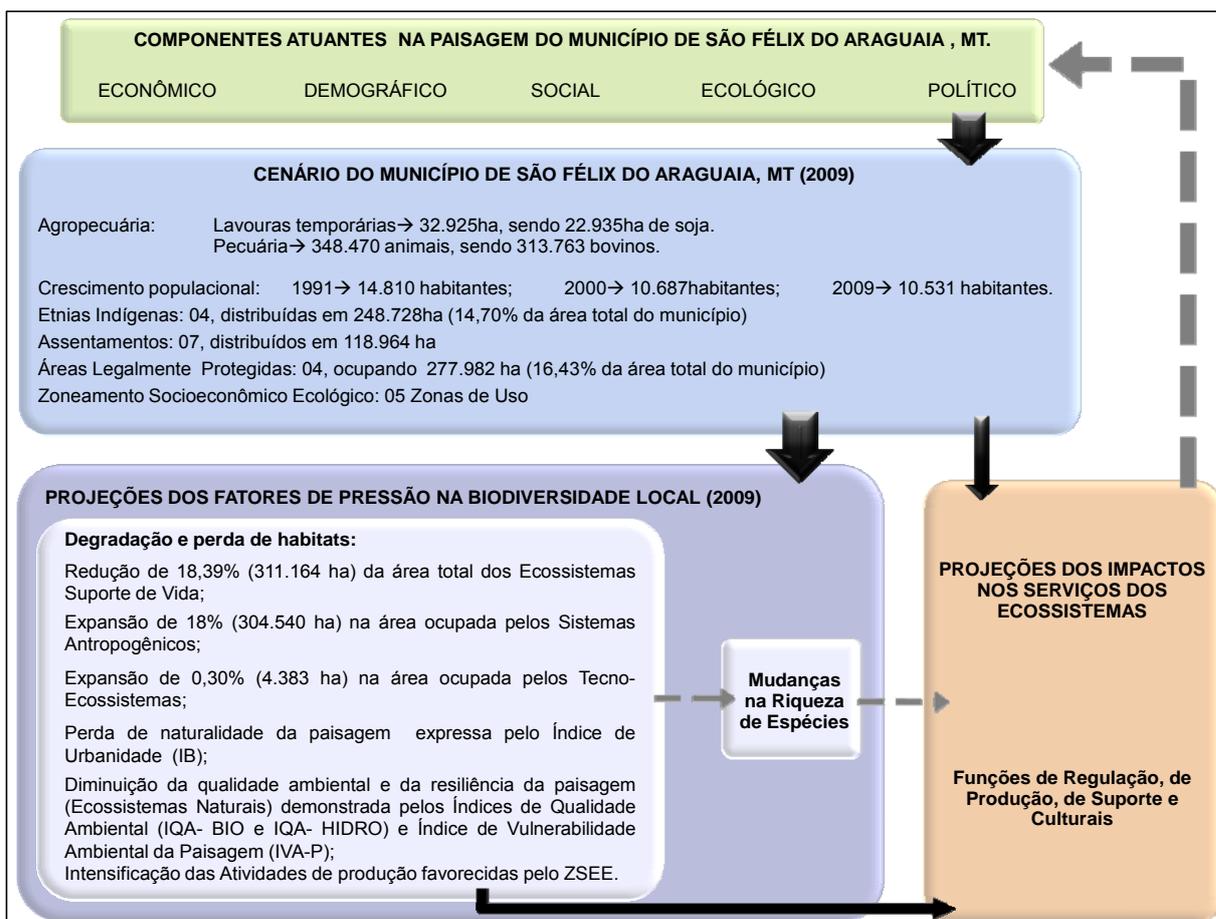
Estas trajetórias determinam mudanças nos fatores diretos de pressão nos ecossistemas, particularmente representada pela intensidade das mudanças no uso da terra, comumente observada para a região do estado de Mato Grosso (ROSSETE e SANTOS, 2010; DOS SANTOS et al., 2010), e em mudanças climáticas causadas pela expansão agrícola da soja e de pastagens (COSTA et al., 2007). Um dos impactos mais drásticos e diretos na mudança climática, nas últimas décadas, tem sido atribuído aos sistemas agrícolas, com reflexos no aumento da temperatura e declínio da temperatura, particularmente para regiões semiáridas, além de interferirem na redução de outros cultivos agrícolas primários (arroz, milho,

etc.) (BROWN e FUNK 2008; COSTA et al., 2007). Os fatores projetados têm sido considerados como variáveis fundamentais para os modelos de projeções da biodiversidade (PEREIRA et al., 2010).

As projeções de impactos na biodiversidade para o município de São Félix do Araguaia estão diretamente relacionadas com a mudança no padrão da paisagem, particularmente com a degradação e a perda de habitats relacionados às diferentes fitofisionomias que compõem a classe de vegetação nativa identificadas no período de 1990 – 2009. A dinâmica do uso da terra do território municipal de São Félix do Araguaia mostrou uma tendência ao aumento na pressão da perda de habitats, com uma redução de 18 % (311.164 ha) da área total de uma variedade de fitofisionomias (Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado, Floresta Mesófila Semidecídua Aluvial e Formação Justafluvial), em um período de 19 anos, e sem evidências de uma redução nessa tendência. A conversão de Ecossistemas Naturais para a prática de atividades agrícolas e pecuárias se apresenta como o principal fator desta mudança de habitat, configurado pela expansão em 18% (304.540,33ha) da área total dos Agroecossistemas, em seus diferentes formatos de cobertura da terra. Esta redução dos Ecossistemas Naturais, ao longo de 19 anos, traduz-se na perda 16.377,05 ha/ano de Sistemas Suporte de Vida, equivalente a implementação 16.028,42 ha/ano de Agroecossistemas nos limites do território municipal. Os Tecno-Ecossistemas apresentaram um crescimento pouco representativo, com um aumento total de 4.383,03 ha, associado à expansão urbana e a malha viária, ao longo dos 19 anos. Paralelamente o dinamismo demográfico do município também se apresenta bastante incipiente. No intervalo de 19 anos (1991 a 2010) a população total (urbana e rural) oscila de 14.810 habitantes (1991) para 10.531 habitantes (2010) (IBGE; 2010) (**Figura 2**).

Diante da estimativa de perda de habitat apontada é essencial reduzir as incertezas quantitativas do cenário projetado para o município. Neste aspecto, o uso de indicadores para o monitoramento da biodiversidade, tais como o Índice de Urbanidade e o Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem permitem acompanhar a espacialização das classes de usos e ocupação da terra referente a cada período analisado. O Índice de Urbanidade (IB) evidencia a perda da naturalidade da paisagem do município de São Félix do Araguaia, expressando a extensão pela qual os Agroecossistemas vêm se tornando fortemente dominantes

na paisagem local. Simultaneamente o Índice de Vulnerabilidade Ambiental da Paisagem (IVA-P) permite evidenciar o aumento gradual da vulnerabilidade da paisagem, de forma que as áreas com maior grau de vulnerabilidade (fragilidade) ambiental estão, preponderantemente, relacionadas com a intensidade da pressão do uso da terra, enquanto que as regiões de menor vulnerabilidade (maior resiliência) ambiental estão relacionadas com as áreas legalmente protegidas, Parque Indígena do Xingu e por uma área de Cerrado (**Figura 2**).



**Figura 2.** Componentes atuantes na paisagem do município de São Félix do Araguaia (MT), na configuração de um cenário decorrente da interação sociedade-natureza (2009). A figura apresenta sistematicamente a projeção dos fatores de pressão na biodiversidade local para o ano de 2009 (Adaptado de: PEREIRA, 2010).

A não percepção da fragmentação e da perda da vegetação nativa (com diferentes níveis de alteração) da paisagem, além de outros tipos de impactos e riscos resultantes das ações de manejo associados tanto à agricultura quanto à pecuária,

não pode ser entendida de forma isolada de um processo histórico que a sociedade está participando inerente às políticas vigentes de ocupação do solo, de crescimento e de desenvolvimento econômico (**Figura 2**).

A história e a velocidade do processo de desmatamento basicamente associado à expansão da fronteira agrícola e da pecuária vêm modificando, consideravelmente a dinâmica florestal da vegetação nativa remanescente na paisagem do município de São Félix do Araguaia (**Figura 2**), sem ser acompanhado de nenhuma estratégia conservacionista. As mudanças ecológicas e culturais nos três biomas do Estado de Mato Grosso estão relacionadas às políticas públicas, que a partir da década de 70 promoveram a abertura de novas fronteiras agrícolas e florestais. Estas condições refletiram no aumento das taxas de desmatamento e queimadas principalmente nos biomas do Cerrado e da Amazônia, resultando em um processo de fragmentação e perda da biodiversidade. Diversos municípios vêm perdendo extensas áreas de vegetação nativa (ROSSETE e SANTOS, 2010; DOS SANTOS et al., 2010) em decorrência das atividades agrícolas e pecuárias. Este cenário tem sido geral para todo o Estado de Mato Grosso, exceto para alguns municípios favorecidos pela presença de Unidades de Conservação em seu território, como o município de São Félix do Araguaia.

A expansão e a intensificação da agricultura e da pecuária são consideradas os principais responsáveis pelas mudanças ambientais globais do século passado. Embora o desenvolvimento tecnológico tenha contribuído substancialmente para o aumento na produção de alimentos durante os últimos 50 anos, a intensificação do uso da terra em termos da conversão de habitats naturais em paisagens agrícolas tem sido considerada a principal forma de impacto ambiental decorrente das atividades humanas. Particularmente, este tipo de uso e ocupação da terra tem sido relacionado com as modificações das interações bióticas e com a disponibilidade dos recursos nos ecossistemas, determinando uma série de problemas ambientais no âmbito local e regional (MATSON et al., 1997; PIRES et al., 2000), com as alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, (VITOUSEK et al., 1997), com o comprometimento das funções ambientais em termos dos “bens e serviços” proporcionados pelos ecossistemas naturais (DE GROOT, 1992; SANTOS et al., 2001), com a fragmentação e o empobrecimento ecológico da paisagem (VIANA et al., 1997; PIRES et al., 2000), configurando uma grande ameaça à perda

da biodiversidade (DOBSON et al., 1997), além de problemas ambientais, principalmente relacionados às alterações climáticas global, regional e local (ACHARD et al., 2002).

Muitos cenários globais de usos da terra têm mostrado, particularmente para as últimas décadas, a redução de áreas florestais tropicais e subtropicais decorrentes do desmatamento extensivo das mesmas. Em termos de impactos na biodiversidade as projeções globais para as áreas florestais indicam que as perdas de habitat nos trópicos não podem ser compensadas por ganhos florestais em regiões temperadas, e que parte dos ganhos florestais em ambas as regiões são resultados da expansão da silvicultura (PEREIRA et al., 2010).

Entretanto estudos mais recentes apresentados no Painel de Mudanças Climáticas (MOSS et al., 2010) relatam trajetórias mais favoráveis, sugerindo que as oportunidades para a recuperação de habitats podem estar sendo subestimadas. WISE et al., (2009) apontam a perspectiva de um grande aumento na cobertura florestal global se as taxas de carbono global incluírem todas as fontes e reservatórios de carbono, favorecendo, portanto, a proteção das florestas e a melhoria na eficiência agrícola. Contudo, o estudo também prevê um desmatamento drástico se as taxas de carbono estiverem restritas ao combustível fóssil, estimulando uma dependência excessiva da bioenergia.

A perspectiva de uma atividade racional do uso da terra para o município de São Félix do Araguaia está estritamente relacionada a um futuro cenário de mudanças de usos da terra projetado pelo ZSEE do estado, que aponta novas oportunidades para intensificação das atividades de produção, e conseqüente redução nas áreas destinadas à conservação, com possibilidades de tornar mais complexa a interação e cooperação entre o clima, a socioeconomia e as sociocomunidades. Questão local que remete a um grande desafio por envolver os interesses e conflitos sociais relacionados às diversas etnias indígenas e aos assentamentos que ocupam extensão razoável da área do município (**Figura 2**).

Mudanças nos serviços dos ecossistemas representam uma resposta essencial ao fator de pressão representado pelos usos da terra (**Figura 2**). Entretanto a quantificação dessas interações entre biodiversidade e serviços dos ecossistemas constitui ainda um grande desafio. As projeções de impactos nos serviços dos ecossistemas para a paisagem do município de São Félix do Araguaia estão

relacionadas às perdas das funções ambientais de regulação e cultural, como resultado da substituição dos Ecossistemas Naturais pelos Agroecossistemas. Entretanto não se pode deixar de considerar a contrapartida da função ambiental de suporte representada pela área utilizada atividades agrícolas e pecuárias, que também contribui com ganhos substanciais ao bem-estar humano na produção de alimentos e ao desenvolvimento econômico, embora, simultaneamente resulte em custos crescentes na forma de degradação dos serviços dos ecossistemas que se configura como uma barreira às metas desenvolvimentistas regionais.

Cenários atuais da biodiversidade global raramente estimam a interação entre perda de biodiversidade e serviços dos ecossistemas. Exploram muito mais as questões de diretrizes políticas e não consideram os mecanismos de retro alimentação para as sociocomunidades das mudanças na biodiversidade e serviços dos ecossistemas (**Figura 2**, seta descontínua). Particularmente para o estado de Mato Grosso que apresenta uma complexidade de mecanismos de retroalimentação associado aos cenários da biodiversidade, decorrentes das interações entre o componente social e natural da paisagem regional.

As trajetórias desenvolvimentistas atuais não podem ocorrer sem causar impacto; entretanto não estão proporcionando benefícios da forma como deveriam. A perda e a degradação das áreas de vegetação nativa remanescentes na paisagem continuam de maneira crescente. Entretanto as evidências disponíveis sugerem que a continuidade das mesmas possibilita muito mais benefícios econômicos do que os obtidos pela conversão e expansão agrícola dos usos do solo. As áreas de vegetação nativa remanescentes na paisagem proporcionam diversos benefícios para a sociedade através das funções ambientais: contribuem com a regulação climática, na formação do solo, na ciclagem dos nutrientes, no fornecimento de combustível, de fibras e substâncias farmacêuticas (BALMFORD et al., 2002). Estes “bens e serviços” deveriam motivar a conservação das áreas de vegetação nativa diante das pressões econômicas crescentes, embora a avaliação socioeconômica das mesmas seja ainda um processo difícil (SANTOS et al., 2001) e não incorporado na atividade econômica convencional baseada principalmente na análise de mercado.

Embora a exploração econômica dos recursos naturais deva combinar de maneira racional o desenvolvimento e as práticas de conservação para resguardar a

qualidade ambiental da paisagem local, há poucas diretrizes técnicas e éticas para um consenso em estabelecer qual a melhor política para enfrentar os problemas ambientais não percebidos pela sociedade, principalmente daqueles resultantes do tipo de uso e ocupação da terra. Provavelmente, os principais motivos são a insuficiência do conhecimento ecológico do sistema ambiental de interesse, a magnitude e a rapidez das alterações ambientais resultantes das atividades humanas associadas ao uso e ocupação do solo, e, sobretudo do nível de compreensão e percepção da sociedade com relação entre a problemática ambiental e as atividades produtoras regionais.

O desconhecimento da importância dos ecossistemas naturais e seminaturais, dispostos em diferentes tamanhos de área, ou isolados entre os sistemas culturais, favorecem o abandono destas áreas ou então sua modificação para atender interesses econômicos a médio e curto prazo. Portanto, a caracterização dos padrões de uso da terra e a compreensão dos componentes ambientais e processos ecológicos, em escala local e regional, são imprescindíveis para a proposição de novas formas de uso dos recursos naturais (PIRES et al., 2000a). Porém, esse processo não está sendo efetivo, nem mesmo beneficiado pelas diretrizes do ZSEE do estado de Mato Grosso em decorrência das relações de uso e ocupação da terra, estabelecidas para os sistemas econômico e produtivo.

O despertar da consciência crítica e o envolvimento de diferentes grupos sociais da coletividade e o estímulo da participação dos mesmos na proteção dos recursos naturais e na percepção da interação entre a problemática ambiental e as atividades produtoras no âmbito dos municípios do Estado de Mato Grosso são estratégias fundamentais para a proteção efetiva das Unidades de Conservação e dos fragmentos de vegetação nativa da região em questão. Porém, estas estratégias conflitam com as prerrogativas de vida relacionadas às necessidades e o cognitivo dos grupos sociais de algum modo bastante primário, para despertar uma pressão social eficiente e direcionada aos aspectos considerados. Torna-se fundamental informar os grupos sociais sobre as implicações ambientais das atividades humanas e quais as alternativas sustentáveis menos ou mais impactantes.

Deve, inclusive, ser proporcionada uma revisão da natureza das relações entre os grupos sociais e os padrões de uso da terra nos seus respectivos municípios, com base na transmissão de conceitos ecológicos que viabilizem, principalmente, o apoio

comunitário para a proteção da biodiversidade. Esses conceitos devem considerar as inter-relações entre os grupos sociais locais e as áreas de vegetação nativa remanescentes na paisagem dos municípios, caracterizadas pelas necessidades humanas, conhecimentos e valores e fundamentos científicos que subsidiem a expressão de uma atitude dos grupos sociais diante deste patrimônio natural.

Os avanços e as observações relacionadas às investigações científicas estão proporcionando maior compreensão da variabilidade inerente às mudanças na biodiversidade em resposta as influências naturais e humanas. As implicações destas respostas para os sistemas ambientais e para a sociedade dependerão não apenas dos fatores diretos de pressão, mas, sobretudo como a humanidade responderá através de mudanças na economia, tecnologia, modo de vida e política. As incertezas com relação às projeções dos fatores de pressão e as respostas do componente biodiversidade devem ser operacionalizadas com base em cenários construídos com base em informações das consequências reais e potenciais, para subsidiar possíveis soluções. O cenário mostrado para o território do município de São Félix do Araguaia mostra um desafio e uma questão fundamental a ser trabalhada: a perda da naturalidade da paisagem e comprometimento da qualidade ambiental dos sistemas suporte de vida existentes na paisagem; e sem evidências de redução nessas tendências.

## 5.2. REFERÊNCIAS

- ACHARD, F.; EVA, H.D.; STIBIG, H. J.; MAYAUX.P.; GALLEGO, J.; RICHARDS, T.; MALINGREAU, J. P. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. **Science**, v. 297, p. 999 - 1002, 2002.
- BALMFORD, A.; et al., Economic Reasons for Conserving Wild Nature. **Science**, v. 297, p. 950 - 953, 2002
- BROWN, M. E.; FUNK, C. C. Food Security under Climate Change. **Science**, v. 318, p. 580-581, 2008.
- BUTCHART, S. H. M.; et al., Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. **Science**, v. 328, p. 1164 - 1168, 2010.
- COSTA, M. H.; YANAGI, S. N. M.; SOUZA, P. J. O. P.; RIBEIRO, A.; ROCHA, E. J. P. Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to caused by pastureland expansion. **Geophysical Research Letters** , v.34, p. 1029, 2007.
- DE GROOT, R. S. **Functions of Nature**. Wolters-Noordhoff. Amsterdan, 315p., 1992.
- DOBSON, A. P.; BRADSHAW, A. D.; BAKER, A J M. Hopes for the future: Restoration Ecology and Conservation Biology. **Science**, v. 277, p. 515 – 522, 1997.
- DOS SANTOS, R. M.; SANTOS, J. E.; ALVES, M. M.; MOSCHINI, L. E. Cenários para conservação e desenvolvimento do município de São Félix do Araguaia (MT) com base no Zoneamento Socioeconômico Ecológico. In: **SANTOS, J. E. et al., (Orgs.). Faces da Polissemia da Paisagem. Ecologia, Planejamento e Percepção**. Editora. RiMa. Vol. III, 69 – 88, 2010.
- HIDALGO, C. A.; KLINGER, B.; BARABASI, A. L.; HAUSMANN, R. The Product Space Conditions the Development of Nations. **Science**, v. 317, p. 482- 487, 2007.
- HOFFMANN, M.; et al., The impact of Conservation on the Status of the World's Vertebrates. **Science**, v. 330, p. 1503 - 1509, 2010.
- IBGE- Fundação Instituto de Geografia e Estatística, 2010. **Censo Demográfico**. Disponível em <[www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)> Acesso em janeiro de 2010.

- MATSON, P. A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G.; SWIFT, M. J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v. 277, p. 504 – 509, 1997.
- MOSS, R. H.; et al., The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, v. 463, p. 747 – 756, 2010.
- PEREIRA, H. M.; et al., Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. **Science**, v. 330, p. 1496-1501, 2010.
- PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; PIRES, A. M. Z. C. R. Análise de riscos ambientais no entorno de uma Unidade de Conservação (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP). In: **SANTOS, J. E.; PIRES, J. S. R. Orgs. Estudos Integrados em Ecossistemas. Estação Ecológica de Jataí**. Editora Rima, 73-94pp., 2000.
- ROSSETE, A. N.; SANTOS, J. E. Caracterização e Zoneamento Ambiental do Município de Querência, MT. In: **SANTOS, J. E. et al., (Orgs.). Faces da Polissemia da Paisagem. Ecologia, Planejamento e Percepção**. Editora. RiMa. Vol. III, 01 – 28, 2010.
- SANTOS, J. E.; et al., The value of the Ecological Station of Jataí's ecosystem services and natural capital. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61(2), p. 171 – 190, 2001.
- STOKSTAD, E. Despite Progress, Biodiversity Decline. **Science**, v. 329, p. 1272-1273, 2010.
- VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A. J.; BATISTA, J. L. F. Dynamics and restoration of Forest fragments in Brazil's Atlantic Coastal Forests. In: Greenberg, R; Schellas, J. (Eds), *Forest Remnants in the Tropical landscape*. Island Press, Washington DC, EUA. 1997
- VITOUSEK, P. M.; MMONEY, H. A.; LUBCHENKO, J.; MELILLO, J. M. Human domination of earth's ecosystems. **Science**, v. 277, p. 494-499, 1997.
- WISE, M.; et al., Implications of Limiting CO<sub>2</sub> Concentrations for land Use and Energy. **Science**, v.324, p. 1183 – 1186, 2009.