



Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Instituto de Ciências Humanas

JULIANA COSTA B. BARRETO

GEOSSISTEMAS E CORREDORES ECOLÓGICOS EM JUIZ DE  
FORA (MG): O PAPEL DAS CONECTIVIDADES NO  
PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Juiz de Fora, 2023

JULIANA COSTA B. BARRETO



Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Instituto de Ciências Humanas

GEOSSISTEMAS E CORREDORES ECOLÓGICOS EM JUIZ DE  
FORA (MG): O PAPEL DAS CONECTIVIDADES NO  
PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Orientador: Dr. Roberto Marques Neto

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, área de concentração Dinâmicas socioambientais, como requisito para obtenção de título de mestre em Geografia.

Juiz de Fora, 2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Costa Baptista Barreto, Juliana.

GEOSSISTEMAS E CORREDORES ECOLÓGICOS EM JUIZ DE FORA (MG): : O PAPEL DAS CONECTIVIDADES NO PLANEJAMENTO AMBIENTAL / Juliana Costa Baptista Barreto. -- 2023.

100 f. : il.

Orientador: Roberto Marques Neto

Coorientador: Altair Sancho Pivoto

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2023.

1. Fragmentos florestais. 2. Mosaicos. 3. Grupos de fâcies. 4. Conectividades. I. Marques Neto, Roberto, orient. II. Sancho Pivoto, Altair , coorient. III. Título.

Ativar o Window  
Acesse Configurações

Juliana Costa B. Barreto

## **Geossistemas e corredores ecológicos em juiz de fora (MG): o papel das conectividades no planejamento ambiental**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, área de concentração Dinâmicas socioambientais, como requisito para obtenção de título de mestre.

Aprovada em: 21 de setembro de 2023.

### **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Roberto Marques Neto - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cássia de Castro Martins Ferreira  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosemeri Melo e Souza  
Universidade Federal de Sergipe

Juiz de Fora, 24 / 08 / 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Roberto Marques Neto, Professor(a)**, em 21/09/2023, às 17:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cassia de Castro Martins Ferreira, Coordenador(a) em exercício**, em 21/09/2023, às 17:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rosemeri Melo e Souza, Usuário Externo**, em 21/09/2023, às 17:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1429507** e o código CRC **72241DAA**.

*Dedico esta dissertação aos meus avós  
Paulo Braz e Juraci do Nascimento por  
todo amor do mundo, apoio e aconchego!*

## **Agradecimentos**

Agradeço a mim mesma por ter força e coragem de iniciar esta pesquisa diante da pandemia, e conseguir fecha-la com êxito.

Todos agradecimentos do mundo para meu orientador Roberto Marques Neto, que sempre esteve presente, disponível para as discussões. trabalhos de campo. Agradeço especialmente, por transmitir seu conhecimento, e me apresentar aos estudos da paisagem, me guiar para ser uma geógrafa com visão integrada do mundo.

Agradeço a minha família, principalmente minha mãe Cléia Costa e minha tia Paula Costa por todo o incentivo, e aos meus avós Paulo e Juraci por todo carinho.

A todas as pessoas que atravessaram este momento e contribuíram de maneira positiva para este trabalho, especialmente meus amigos: João Pedro Azarias, Samarane Barros Jéssica Lana, Juliana Moreira, Ana Beatriz Barbosa, Paulo Henrique Lopes, Mirelle Santos, Elisabete Sgarbi, Luiza Freesz, Marcos Dimas, Dara, Luiz Otávio, Verônica Almeida, Philipe Cabral, Thiago Costa e Luiza Valle.

Ao Érico, por fazer um trabalho psicanalítico incrível, que permite me conhecer e reconhecer.

Agradeço especialmente ao meu companheiro Roberto por estar ao meu lado compartilhando todos os momentos felizes e estressantes, por sempre me apoiar, me acalmar, me ensinar a respirar fundo, por todas as prosas sobre Geografia, e principalmente por acreditar no meu potencial.

Por fim agradeço a Universidade Federal de Juiz de Fora, ao Programa de Pós-graduação em Geografia, e à CAPES pela oportunidade.

*Feche os olhos, aguçe os ouvidos, e da mais leve respiração ao mais selvagem ruído, do mais simples som à mais sublime harmonia, do mais violento e apaixonado grito às mais suaves palavras de doce razão, é somente a Natureza que fala, revelando sua existência, seu poder, sua vida e suas relações e estruturas, de tal modo que um cego, a quem é vedado ao mundo infinitamente visível, é capaz de aprender no audível tudo o que é infinitamente vivo.*

*Johann Wolfgang von Goethe*

## Resumo

Os biomas que compõem a chamada Mata Atlântica, fundamentalmente os florestais, figuram entre aqueles processos de alteração ao longo de sua história ambiental, exibindo atualmente uma condição altamente fragmentária, malgrado os processos de regeneração verificados em algumas localidades e regiões. Partindo de tal problemática, a presente dissertação assume o objetivo de propor corredores ecológicos para o município de Juiz de Fora (MG) a partir dos mosaicos que compõem atualmente a estrutura da paisagem, coadunando a abordagem geossistêmica e a ecologia da paisagem enquanto substrato teórico-metodológico. As bases geossistêmicas sustentaram um mapeamento de tipologias de geossistemas e a interpretação da estrutura horizontal da paisagem, enquanto as bases trazidas da ecologia da paisagem deram o aporte metodológico para a quantificação de elementos métricos dos fragmentos, enfaticamente a respeito de suas dimensões areolares, forma e distanciamento. O município de Juiz de Fora assenta sua malha urbana extensivamente sobre o gráben do rio Paraibuna, com ocupação mais recente nas morrarias policonvexas que caracterizam a organização geomorfológica da Zona da Mata mineira, e ainda resguarda uma série de fragmentos florestais de diferentes dimensões, formas e graus de proximidade entre si. Indubitavelmente, tal organização estrutural resultou em duas classes de fácies diferenciadas segundo o predomínio de estruturas antroponaturais e antropogênicas, ambas agregando 21 grupos de fácies, unidade geossistêmica que se mostrou bastante aderente à configuração dos mosaicos. Os aludidos grupos agregam diferencialmente os fragmentos florestais em termos de tamanho, forma e distanciamento, resultando em diferentes perspectivas de conectividade, com maior potencial nas áreas com predomínios de estruturas antroponaturais, e com mais obstáculos nas áreas com predomínio de estruturas antropogênicas, notadamente o gráben do rio Paraibuna e morros embutidos urbanizados, que determinam os principais obstáculos para a implantação de corredores ecológicos. Para Juiz de Fora, foram propostas continuidades que podem ser implantadas a partir dos corredores em mosaicos preexistentes, que formam circuitos mais funcionais nas porções norte e sul do município, interceptados por um hiato na parte central onde as conectividades são menos adequadas. Ainda, o território municipal pode ser diferenciado segundo um zoneamento elaborado a partir das perspectivas de conectividade encontradas, por sua vez definidas a partir da estrutura da paisagem e das métricas dos fragmentos florestais existentes. Diferenciações de áreas em zonas figuram como importantes ferramentas para o planejamento ambiental, fazendo assim sugestiva a replicação dos caminhos metodológicos adotados para paisagens mosaicadas similares e fornecendo informações espaciais importantes para programas que visem a restauração ecológica a partir da reconfiguração dos mosaicos.

**Palavras chave:** Fragmentos florestais; Mosaicos; Grupos de fácies; Conectividades.



## **Abstract**

The biomes that make up the so-called Atlantic Forest, fundamentally the forest ones, are among those alteration processes throughout their environmental history, currently exhibiting a highly fragmented condition, despite the regeneration processes verified in some localities and regions. Based on this problem, the present dissertation assumes the objective of proposing ecological corridors for the municipality of Juiz de Fora (MG) from the mosaics that currently make up the structure of the landscape, combining the geosystemic approach and the ecology of the landscape as a theoretical substrate- methodological. The geosystemic bases supported a mapping of geosystems typologies and the interpretation of the horizontal structure of the landscape, while the bases brought from the landscape ecology gave the methodological contribution for the quantification of metric elements of the fragments, emphatically regarding their areolar dimensions, shape and detachment. The municipality of Juiz de Fora bases its urban fabric extensively on the Graben of the Paraibuna River, with more recent occupation in the polyconvex hills that characterize the geomorphological organization of the Zona da Mata in Minas Gerais, and still protects a series of forest fragments of different sizes, shapes and degrees of proximity to each other. Undoubtedly, such structural organization resulted in two classes of facies differentiated according to the predominance of anthropo-natural and anthropogenic structures, both aggregating 21 groups of facies, a geosystemic unit that proved to be quite adherent to the configuration of the mosaics. The aforementioned groups differentially aggregate the forest fragments in terms of size, shape and distance, resulting in different perspectives of connectivity, with greater potential in areas with predominance of anthropogenic structures, and with more obstacles in areas with a predominance of anthropogenic structures, notably the graben of the Paraibuna River and built-in urbanized hills, which determine the main obstacles to the implementation of ecological corridors. For Juiz de Fora, continuities were proposed that can be implemented from corridors in preexisting mosaics, which form more functional circuits in the northern and southern portions of the municipality, intercepted by a gap in the central part where connectivity is less adequate. Still, the municipal territory can be differentiated according to a zoning elaborated from the perspectives of connectivity found, in turn defined from the structure of the landscape and the metrics of the existing forest fragments. Differentiation of areas into zones are important tools for environmental planning, thus suggesting the replication of methodological paths adopted for similar mosaic landscapes and providing important spatial information for programs aimed at ecological restoration based on the reconfiguration of mosaics.

**Keywords:** Forest fragments; mosaics; Groups of facies; Connectivities.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior
CODEMIG	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico das Américas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFV	Universidade Federal de Viçosa

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Série histórica do uso e cobertura da terra de Juiz de Fora, MG.

Tabela 2: Relação índice de Circularidade e classificação dos fragmentos florestais.

Tabela 3: índice de circularidade.

## Lista de Ilustrações e figuras

Figura 1: Município de Juiz de Fora (MG): Localização.....	51
Figura 2: Município de Juiz de Fora (MG): Rede de drenagem.....	52
Figura 3: Climograma de Juiz de Fora (MG) .....	54
Figura 4: Município de Juiz de Fora (MG): Litotipos .....	55
Figura 5: Divisão da cidade de Juiz de Fora: cidade baixa e cidade alta ...	56
Figura 6: Município de Juiz de Fora (MG): Hipsometria .....	57
Figura 7: Município de Juiz de Fora (MG): Declividade .....	58
Figura 8: Município de Juiz de Fora (MG: mapa de solos .....	59
Figura 9: Perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo, classe pedológica comum em Juiz de Fora (MG) .....	60
Figura 10: Município de Juiz de Fora (MG): Uso e cobertura da terra .....	62
Figura 11: A) Geossistema com estrutura predominantemente antropogênica inserida no grupo de fácies: Morros e vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem; (B) Geossistema com estrutura predominantemente antroponatural inserida no grupo de fácies: Morros e baixas cristas em vales confinados a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de Elcalyptus e pastagem .....	63
Figura 12: Município de Juiz de Fora (MG): Geossistemas.....	64
Figura 13: Legenda do mapa de Geossistemas .....	65
Figura 14: Sequencia temporal do uso e cobertura da terra de Juiz de Fora – MG .....	69
Figura 15: Sequencia temporal do uso e cobertura da terra de Juiz de Fora –MG.....	70
Figura 16: Trampolins urbanos.....	71
Figura 17: A) Erosão laminar causada pela retirada da vegetação e manejo de fogo (grupo de fácies XII-M); B) Área de cultivo na planície do rio, podendo causar erosão hídrica(grupo de fácies III-L); C) Erosão laminar causada pela retirada de vegetação e pastagem (grupo de fácies III-L); D) Desmatamento da vegetação, alteração na estrutura do relevo para abertura de condomínio residencial (grupo de fácies III-L) .....	73
Figura 18: Gráfico de quantidade de fragmentos e suas respectivas formas	75
Figura 19: Juiz de Fora (MG): Índice de forma.....	75
Figura 20: Juiz de Fora (MG): Índice de distância .....	79

Figura 21: (A) Matriz: pastagem; (B) Plantação de <i>Elcalyptus</i> ; (C) Fragmento Florestal .....	80
Figura 22: Juiz de Fora (MG): Zoneamento de conectividades.....	83
Figura 23 Zona V: mosaico antroponatural e antropogênico .....	85
Figura 24: Proposta de conectividades para o município de Juiz de Fora (MG) .....	87
Figura 25: Fragmento com diferentes estágios sucessionais .....	89
Figura 26: A) Área com vegetações heliófilas. B) Área antropizada .....	90
Figura 27: Área úmida com corredores em mosaico .....	81
Figura 28: fragmento com função dispersora em mosaico antroponatural. Trampolim ecológico na bacia do córrego São Pedro.....	92
Figura 29: Trampolim ecológico na bacia do córrego São Pedro.....	93

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - ASPECTOS INTRODUTÓRIOS</b> .....	19
1.1. Considerações gerais .....	19
1.2. Estrutura da Dissertação .....	20
1.3. Objetivos .....	22
<b>1.3.1. Objetivo Geral</b> .....	22
<b>1.3.2. Objetivos específicos</b> .....	23
1.4. Justificativa .....	23
<b>CAPÍTULO 2 - ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS</b> .....	25
2.1. Considerações iniciais .....	25
2.2. Paisagem e abordagem sistêmica .....	27
2.3. A paisagem enquanto categoria de interpretação do espaço e suas relações com a biogeografia .....	32
2.4. Fragmentação florestal, isolamento de áreas e biogeografia da conservação .....	37
<b>CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	44
3.1. Elaboração do banco de dados bibliográficos e cartográficos.....	44
3.2. Atividades de campo .....	45
3.3. Cartografia dos geossistemas .....	45
3.4. Cartografia dos fragmentos e dos corredores florestais .....	47
<b>CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	50
4.1. Município de Juiz de Fora: considerações gerais .....	50
4.2. Hidrografia .....	52
4.3. Clima .....	53
4.4. Geologia .....	54
4.5. Aspectos geomorfológicos .....	55
4.6. Solos .....	58
<b>CAPÍTULO 5 - CLASSIFICAÇÃO E CARTOGRAFIA DOS GEOSSISTEMAS..</b>	61
<b>CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS</b> .....	68
6.1. Evolução da fragmentação florestal em Juiz de Fora .....	68
6.2. Resultados referentes ao trato quantitativo .....	74
6.2.1. Índice de circularidade .....	74

6..2.2. Índice de distância .....	79
<b>CAPÍTULO 7 - INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS: UMA PROPOSTA DE CORREDORES ECOLÓGICOS PARA JUIZ DE FORA (MG) .....</b>	<b>82</b>
<b>CAPITULO 8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>94</b>

## CAPÍTULO 1 - ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

### 1.1. Considerações gerais

A preservação do patrimônio ambiental é uma questão de grande importância. O crescimento populacional interfere diretamente na expansão territorial e na exploração dos patrimônios ambientais bióticos e abióticos, junto ao avanço da ciência e tecnologia que permitiu ao homem ferramentas exploratórias mais eficientes, o que ampliou a utilização abusiva, potencializando a intervenção na dinâmica natural dos ecossistemas e geossistemas. Nesse escopo, a fragmentação florestal é uma das principais consequências ambientais dessa lógica exploratória.

Na contemporaneidade, as mudanças globais vêm sendo discutidas notoriamente, entre as quais estão os processos de perda e fragmentação de habitats, as mudanças climáticas e a introdução de espécies exóticas são apontadas como ações que causam grande perturbação e ameaça ao patrimônio natural.

A Mata Atlântica caracteriza um centro de biodiversidade (*hotspot*) e é um dos sistemas florestais mais fragmentados e ameaçados do planeta (MYERS et al. 2000). Originalmente este bioma representava 1.315.460 km<sup>2</sup>, cerca de 15% do território brasileiro, e parte de Paraguai e Argentina. No estado de Minas Gerais, a Mata atlântica cobria 45% de seu território; contudo, foi reduzido a cerca de 10% de sua área total original (INPE 2008; SOS MATA ATLÂNTICA; 2010).

Coutinho (2016) ressalta a importância de não assumir a Mata Atlântica como apenas um bioma, levando em consideração sua grande complexidade e variedade. Então, o autor assume que existem inter-relações que formam vários biomas que engendram mosaicos existentes, consorciando os biomas de terras baixas definidos pelos aspectos climáticos das zonas intertropicais e os orobiomas condicionados pelo relevo, que se projetam em sucessão altitudinal ao longo dos grandes escarpamentos.

Estes dados mostram a necessidade de proteção dos biomas, sendo que o planejamento e a conservação da Mata Atlântica devem ser pautados em esforços em escalas regionais, procurando compreender os mosaicos da paisagem e suas



conectividades. Nesse sentido, a ecologia da paisagem e a concepção geossistêmica dão suporte teórico-metodológico eficiente para a sistematização de estratégias para a conservação de áreas a partir de uma interpretação integrada das variáveis ambientais.

A interpretação da paisagem a partir da Ecologia da Paisagem proporciona a análise dos fragmentos, e o ponto central é o reconhecimento da estrutura espacial das unidades de paisagem e suas interações (METZER, 2001). A estrutura da paisagem se materializa nas relações espaciais entre ecossistemas e geossistemas, compreendendo forma, tamanho, entre outros componentes estruturais.

No que se refere à função geoecológica, a paisagem possui fluxos de matéria e energia, inter-relações entre os componentes espaciais (matriz, fragmentos e corredores), componentes ecossistêmicos, tal como as transformações que constituem a estrutura e a função do mosaico ecológico (FORMAN e GODRON, 1986). Assim, os autores conceituam a matriz como unidade de paisagem dominante, considerando a mancha (ou fragmento) como a superfície não linear que se diferencia em aparência da matriz. E os corredores configuram a superfície linear homogênea que se distingue da matriz e/ou das unidades vizinhas.

A proposta geossistêmica formulada por Sochava (1977), em complemento, ressalta que a dimensão físico-geográfica é a base para interpretar as interações dos componentes naturais no tempo e no espaço. O geossistema é organizado em hierarquias do meio natural que cumprem três ordens: planetária, regional e topológica. Sua interpretação se diferencia em geômeros, unidades de estrutura homogênea, e os geócoros, que são as integridades de estrutura heterogênea, consubstanciando, respectivamente, o caráter universal e particular dos geossistemas terrestres.

A perspectiva sistêmica possibilita estudar as unidades de paisagem em seus aspectos estruturais, dinâmico-funcionais, evolutivos e antropogênicos. Para o autor, entender os fatores econômicos e sociais e como eles influenciam a estrutura do geossistema é de suma importância, frisando a integração da esfera socioeconômica aos geossistemas naturais por meio de conexões.

Estas duas concepções teóricas dão aporte para a interpretação das várias transformações ocorridas no município de Juiz de Fora – MG, onde a Mata atlântica

se apresenta em mosaicos de fragmentos florestais. Dada a importância do bioma Mata Atlântica, é essencial estabelecer a proteção dos fragmentos existentes e promover as conexões entre os remanescentes a fim de fomentar o fluxo gênico e diminuir as perdas de habitats pelas ações antrópicas. O estabelecimento de corredores ecológicos é uma prática de grande valia para a resolução de problemáticas de tal ordem.

Os corredores ecológicos se apresentam como estruturas lineares da paisagem, e conectam os fragmentos florestais remanescentes, facilitando a movimentação de organismos. Descrever a paisagem, portanto, é necessário identificar três elementos básicos: manchas, corredores e matriz (FORMAN e GODRON, 1986).

## **1.2. Estrutura da Dissertação**

A dissertação de mestrado aqui apresentada apresenta uma organização estrutural em sete capítulos, a incluir o presente. A sequência adotada segue sinteticamente demonstrada abaixo.

**CAPÍTULO 1 - ASPECTOS INTRODUTÓRIOS:** No primeiro capítulo são apresentadas as considerações iniciais, os objetivos e justificativa da pesquisa, bem como sua organização estrutural.

**CAPÍTULO 2 - ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS:** Neste capítulo são expostas as fundamentações teóricas e conceituais que dão aporte para a pesquisa, ao redor da abordagem sistêmica e dos conceitos de paisagem, geossistemas e corredores\conectividades.

**CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS:** O terceiro capítulo é composto pelos caminhos metodológicos da pesquisa: elaboração do banco de dados bibliográfico e cartográfico, atividades de campo, cartografia dos geossistemas dos fragmentos, trato quantitativo e proposição dos corredores.

**CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO:** O quarto capítulo consiste em apresentar as características gerais do município de Juiz de Fora em seus aspectos climáticos, geomorfológicos, pedológicos, litológicos e hidrográficos.

**CAPÍTULO 5 - CLASSIFICAÇÃO E CARTOGRAFIA DOS GEOSISTEMAS:** O capítulo é composto pela discussão geossistêmica e sua visão integrada da paisagem, junto aos dados obtidos a partir do mapeamento do uso e cobertura da terra e demais mapas temáticos da área de estudo que permitiu o mapeamento dos geossistemas e sua interpretação.

**CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS:** O capítulo 6 discute a evolução da fragmentação florestal de Juiz de Fora, as métricas da paisagem aplicadas, e a análise das estruturas que compõem os mosaicos da paisagem (matriz, fragmentos e corredores).

**CAPÍTULO 7 - INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS: UMA PROPOSTA DE CORREDORES ECOLÓGICOS PARA JUIZ DE FORA:** Este capítulo tem função integradora e discute a relação entre geossistemas e as métricas da paisagem, apresentando a proposta de corredores ecológicos para o território municipal de Juiz de Fora.

**CAPÍTULO 8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS:** O oitavo e último capítulo refere-se às principais conclusões da pesquisa

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Avaliar as perspectivas de conectividade em Juiz de Fora - MG para a proposição de corredores ecológicos contínuos e em mosaicos a partir da integração entre a abordagem geossistêmica e a ecologia da paisagem.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar a estrutura da paisagem por meio do mapeamento dos geossistemas de Juiz de Fora - MG;
- Verificar as possíveis conexões entre os fragmentos florestais do município;
- Discutir a problemática da fragmentação dos ecossistemas, as causas e consequências de seus impactos a partir da proposição matriz-fragmentos-corredor e suas influências na configuração dos mosaicos da paisagem;
- Discutir a dimensão temporal da fragmentação florestal do município.

### 1.4. Justificativa

Na paisagem ocorrem diversos fluxos de matéria e energia, processos naturais e antrópicos que geram mosaicos heterogêneos que diversificam a estrutura da paisagem. Ao olhar para o contexto têmporo-espacial do município de Juiz de Fora (MG) e compreender sua paisagem e as interrelações que nela ocorrem, sobretudo a evolução de uso e cobertura da terra que engendra um intenso processo de fragmentação florestal, percebe-se que se faz necessário um planejamento ambiental com vistas na problemática em questão. A desestruturação dos elementos que configuram a paisagem (solos, vegetação, clima, relevo, vida animal e humana) desencadeia inúmeros problemas que os afetam diretamente, tal como mudanças climáticas em diferentes escalas, movimentos de massa, perda de habitats, mudanças que se referem às alterações na estrutura e função do mosaico, entre outras.

À vista disso, a concepção geossistêmica junto à ecologia da paisagem favorecem sobremaneira os estudos da paisagem e o seu planejamento. Desta maneira, subsidiam este trabalho que busca analisar a estrutura da paisagem do município, visando a proposição de corredores ecológicos dentro da concepção matriz, corredores e fragmentos proposta por Forman e Godron (1986). Dentro desta perspectiva, os corredores em mosaicos e/ou contínuos promovem com maior qualidade e dinâmica para o fluxo gênico em toda área de estudo a partir de novas fronteiras entre matriz, fragmentos e trampolins. Essa abordagem metodológica tem grande importância, uma vez que discute o estudo da estrutura,

função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas de ecossistemas interativos, salientando o estudo integrado da paisagem.

Observa-se que o município sofre um longo processo de fragmentação florestal desde século dezoito, tendo três principais fatores como responsáveis: urbanização, monocultura cafeeira, e criação de gado de leite que amplia áreas de pastagem. O resultado desse processo são as alterações negativas na estrutura e na composição dos mosaicos da paisagem, sendo a fragmentação de habitats e suas consequências um dos principais problemas ambientais contemporâneos.

Ainda, cumpre salientar que Juiz de fora apresenta grande quantidade de fragmentos funcionais que desempenham papel importante para as conectividades dentro e fora do município, apresentando, portanto, significativas extensões restauráveis que podem servir ao reestabelecimento de conectividades e melhorias funcionais daquelas existentes.

## **CAPÍTULO 2 – ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS**

### **2.1. Considerações iniciais**

A abstração da paisagem e a evolução sociocultural dos grupos humanos estão estreitamente interligadas, estando registrada tanto na oralidade ancestral como na crônica histórica e arqueológica. Por isso, sua importância sempre esteve relacionada com nossa origem, desde o surgimento dos primeiros hominídeos, passando pela tecnificação crescente das sociedades humanas, até os dias atuais. Além disso, o homem sempre necessitou se relacionar com os atributos físico-geográficos existentes em seu espaço vivido e extrair seus sustentos das mais variadas formas. Ao longo do tempo os seres humanos começam a perceber a paisagem através do olhar e também por intermédio das sensações, fundamentalmente pelo sentido da visão, abarcando até o fim de um determinado limite de horizonte, bem como das demais sensibilidades sensoriais inerentes ao observador, que em conjunto geram a interpretação da paisagem, produto da interação entre seus elementos concretos e os elementos subjetivos concernentes à interpretação levada a efeito pelo sujeito, em todos os sentidos estéticos que este é capaz de estabelecer.

A Geografia Física, por seu viés ambiental, objetiva compreender as relações entre sociedade e natureza, e nessa empreitada teórico-epistemológica vem promovendo diferentes métodos de interpretação e pesquisa. Nesse sentido a Biogeografia tem buscado compreender o grau de transformações antrópicas de paisagens e ecossistemas e como essas transformações refletem na diversidade e distribuição da vida na Terra.

Nesse sentido, o objetivo da dissertação proposta é identificar e possíveis rotas de Corredores Ecológicos do município de Juiz de Fora - MG e entorno, com base no processo de fragmentação da área, usando a paisagem como conceito chave. Visando assim, o planejamento ambiental da área, a partir de uma proposta de criação de um corredor ecológico, pautado numa perspectiva geossistêmica para melhor percepção da estrutura da paisagem.

A concepção primeira de paisagem parte de um uso comum, não propriamente científico, como nas artes, onde as representações do meio físico-

geográfico são retratadas de forma pictórica, mas que podem reunir o arranjo e disposição dos atributos componentes, bem como as relações de proporção e distância entre eles. Alexander Von Humboldt, no contexto do surgimento da Escola Alemã, estabelecia forte ligação com os aspectos cênicos e com a ideia de contemplação associada aos procedimentos empíricos, admitindo sua síntese da natureza na pintura artística, que é a própria ideia cimentante de seu “Quadros da Natureza”, conjunto de narrativas que sumariza as interpretações da paisagem levadas a efeito em incursões do naturalista mundo afora, e que foi publicada no Brasil em dois volumes (HUMBOLDT, 1950). Não menos, a paisagem é descrita de maneira contumaz em obras literárias e explorada de forma cada vez mais sistemática pela fotografia ao longo do século vinte. Dado o caráter polissêmico da paisagem, sua definição é de alta complexidade, uma vez que unifica os aspectos físicos, bióticos e culturais. A própria Geografia, na sua evolução histórica, reúne uma multiplicidade de abordagens que vão desde ênfases culturalistas até concepções estabelecidas na ideia de paisagem natural.

Um fator histórico que representa grande marco nos estudos das paisagens terrestres remete ao início das grandes navegações intercontinentais, que inicia os estudos sistemáticos no continente americano, incluindo suas faunas e floras, mares, rios e novas culturas até então desconhecidas dos europeus. As descobertas de novas paisagens representaram uma renovada concepção interpretativa do mundo, influenciando artistas, exploradores, escritores, monarcas, a aquiescência da burguesia, e finalmente, a exploração e colonização gradual dessas novas paisagens. Nesse movimento, progressivamente o Homem aprende a perceber a paisagem através de suas sensações, mas, não menos importante, desenvolver mecanismos de modo a potencializar essa percepção, ou seja, de entendimento, de envolvimento com a paisagem.

O homem modifica a paisagem de forma relevante, é possível observar a situação por uma imagem de satélite em uma escala média, e assim constatar que além do meio urbano, o entorno das cidades normalmente é acompanhado pelas paisagens de pastagens, agricultura, distritos industriais. Incorporado

neste contexto, é permitido dizer que dentro do espaço geográfico que se concretiza a área urbana, sendo assim possível visualizar várias paisagens que atuam de forma interdependente, ou seja, temos uma paisagem onde os elementos encontram-se relacionados.

As noções inerentes à Geografia Cultural concernentes à paisagem pressupõem transformação, premissa também partilhada por correntes da Geografia Física de orientação sistêmica, ainda que por vias epistemológicas e metodológicas distintas. Pelo raciocínio da abordagem sistêmica, a paisagem sofre alterações a partir dos fluxos de matéria e energia, tanto naturais como antrópicos que são regidos pela lei da física e química (ROSS, 1995), dentre elas a degradação do solo, erosões, desmatamentos, pavimentações, etc., sendo assim definida pela combinação de uma rede complexa de processos dinâmicos, e que não são da alçada mais direta dos vieses culturalistas.

Nessa perspectiva, a apropriação do espaço de maneira desordenada é uma das causas mais impactantes e degradantes dos ecossistemas, engendrando por exemplo a fragmentação florestal, e conseqüentemente o isolamento geográfico dos habitats. As alterações realizadas pela ação antrópica ocasionam mudanças na estrutura e na composição da paisagem, logo intensifica a perda da biodiversidade (METZGER, 1999).

## **2.2. Paisagem e abordagem sistêmica**

Embora o pensamento holístico-sistêmico remeta ao surgimento da Geografia com Humboldt sob a forte influência do ideário romântico alemão, tendo evoluído progressivamente na Alemanha mediante influência dos naturalistas viajantes do século dezoito e dezenove (ABREU, 2003), uma Teoria Geral dos Sistemas surge apenas no século vinte, formalizada no Simpósio de Chicago pelo biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy no ano de 1937. O autor (BERTALANFFY, 1973) evidencia as limitações dos recursos metodológicos de orientação cartesiana e exalta a necessidade crescente de estudos integrados dos fenômenos numa perspectiva não mais separatista/reducionista, mas conjuntivas e integradas, tendo o conceito de sistema como referência central. Um sistema se determina como um



complexo de elementos em dinâmica, a Teoria Geral dos Sistemas tem por fim interpretar as interações dos sistemas.

A Teoria Geral dos Sistemas respaldou a elaboração de metodologias e pesquisas voltadas, sobretudo, aos estudos da natureza, a partir dos fluxos de matéria e energia ativados de forma espontânea ou não pela ação antrópica, no qual se define uma funcionalidade dinâmica (estável) ou desequilíbrio temporário (instável) (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Pela concepção sistêmica, um sistema resumidamente possui uma via de entrada também (input) e saída (output) e dentro desse sistema acontecem relações, estabelecidas nos fluxos de matéria e energia. Deste modo, se na entrada do sistema temos o aumento do fluxo de energia, esse sistema se reorganiza. Sendo a paisagem um sistema aberto, os mosaicos que a caracterizam a paisagem são fruto dessas reorganizações constantes e interações.

A concepção alemã de *landschaft* foi incorporada na Geografia russa ainda no final do século dezanove, onde, segundo Frolova (2007), assumiu uma série de particularidades a partir das proposições de cientistas como V. Dokoutchae, P. Anuchin e L. Berg, instaurando-se uma Geografia da Paisagem que, sobretudo com a emergência do conceito de geossistema proposto por V. Sochava se alinhava fortemente a serviço do estado, aplicada ao levantamento e manejo do patrimônio ambiental do imenso estado soviético unificado.

Dentro da perspectiva da Geografia Física, a paisagem é estudada de maneira que a mesma é decomposta em níveis hierárquicos, ou seja, o espaço é compartimentalizado em unidades de paisagem que podem ser homogêneas, dependendo da escala de análise, sendo que numa escala menor pode se materializar a formação de mosaicos, cuja associação, segundo Christofolletti (1999), engendra a paisagem.

Sochava (1977) salienta que através do aspecto físico-geográfico é fundamental analisar as interações dos componentes naturais no tempo e no espaço. O geossistema é organizado em hierarquias do meio natural que cumprem três ordens: planetária, regional e topológica. Sua interpretação se diferencia em geômeros, unidades de estrutura homogênea, e os geócoros, que são as integridades de estrutura heterogênea, consubstanciando, respectivamente, o caráter universal e particular dos geossistemas terrestres. A perspectiva sistêmica possibilita estudar as unidades de paisagem em seus aspectos estruturais,

dinâmico-funcionais, evolutivos e antropogênicos. Para o autor, entender os fatores econômicos e sociais e como eles influenciam a estrutura do geossistema é de suma importância, frisando a integração da esfera socioeconômica aos geossistemas naturais por meio de conexões (SOCHAVA, 1971; CHRISTOFOLETTI, 1999), e cuja integração resultaria nas próprias organizações espaciais.

Nas considerações de Monteiro (2002) as possibilidades e dificuldades da integração antrópica nos geossistemas devem ser consideradas com cautela, em virtude de uma série de limitações da escala proposta se moldar o geossistema.

Para além da teoria geossistêmica, outras abordagens respaldadas pela Teoria Geral dos Sistemas conheceram ampla difusão na Geografia, dentre elas a Ecologia da Paisagem, propugnada inicialmente pelo biogeógrafo alemão Carl Troll no final da década de 30 e retomada por um viés ecológico no âmbito das pesquisas ambientais oriundas como canal de comunicação anglo-americano. Pelos mesmos pressupostos teóricos foi construída a concepção ecodinâmica e ecogeográfica encabeçada pelo geógrafo francês Jean Tricart (TRICART, 1977; TRICART e KIWIEDJONGE, 1992), bem como os postulados da teoria do equilíbrio dinâmico e dos sistemas processo-resposta (CHORLEY e KENNEDY, 1971) tão afim ao pensamento anglo-americano. Seja qual for a matriz epistemológica – alemã, francesa, eslava, anglo-americana -, tais pressupostos teórico-metodológicos têm buscado, no transcurso da evolução do pensamento geográfico, entender a natureza e a sociedade de forma integrada, atinado para suas inter-relações e reciprocidades e aos fluxos de matéria, energia e informação que perpassam as estruturas dos sistemas ambientais.

Tricart (1977) propôs uma delimitação e análise das unidades territoriais visando à intensidade e frequência dos processos evolutivos do ambiente. Essa abordagem baseia-se numa análise sistêmica, ressaltando as relações dos componentes ambientais e sua dinâmica natural. As unidades ecodinâmicas foram categorizadas segundo suas condições de estabilidade/instabilidade que ensejam diferentes estados dinâmicos da paisagem, de conservação ou degradação, e que foram assim organizadas: unidades ecodinâmicas estáveis, unidades ecodinâmicas intergrades (ou transicionais) e unidades ecodinâmicas fortemente instáveis. Por esta concepção a paisagem também pode ser considerada uma expressão de relações integradas no espaço geográfico que se consubstanciam por meio dos fluxos de matéria e energia.

A estrutura da paisagem define-se como um arranjo espacial dos elementos que compõem a paisagem. Nesse sentido, a análise estrutural busca compreender a funcionalidade da paisagem a partir dos elementos funcionais e da dinâmica ou alterações no arranjo espacial, assim a estrutura reflete a organização sistêmica de seus elementos (RODRIGUEZ, et al. 2010).

Um ponto muito importante para discernirmos a paisagem é também compreendermos a paisagem na estrutura horizontal e a visão vertical. A estrutura horizontal é a passagem de uma estrutura superficial para outra, ou seja, é aquilo que nós humanos enxergamos horizontalmente. Em sistemas de zonação altitudinal da paisagem isso tende a ficar bem nítido, como pode ser verificado em ambientes montanhosos, onde as grandes amplitudes altimétricas engendram fortes variações horizontais na estrutura da paisagem. Assim se verifica, por exemplo, nos *horsts* da Serra da Mantiqueira, contínuos como no seu ramo meridional, ou isolados, como no caso do antiforme do Caparaó, onde se localiza o Pico da Bandeira, ponto culminante do Brasil Oriental. Da ruptura de declive que estabelece o contato com os domínios intermontanos até as cimeiras regionais é possível observar as mudanças na paisagem, variando com a altitude os tipos de vegetação, os tipos de solos, as condições ombrotérmicas, as características do relevo, as direções e velocidades de fluxos superficiais e subsuperficiais.

Já a visada vertical ela complementa a visão horizontal logo que não podemos visualizar e relacionar os elementos componentes da paisagem através apenas da visão horizontal. Um exemplo seria o tipo de solo, uma vez que conseguimos distinguir apenas os intemperismos superficiais de maneira que para verificar o solo em sua plenitude é necessário visualizar todos os horizontes componentes de determinado manto de alteração, e até mesmo seu contato com a rocha matriz.

Ao analisar a estrutura da paisagem de acordo com Rodriguez et al. (2010), temos que relacionar os elementos que compõe este nível de abordagem e principalmente como estes elementos se inter-relacionam como a vegetação, o relevo, o solo, como se procede ao uso e ocupação da terra, as áreas agrícolas, as áreas urbanas, as áreas impermeabilizadas pela malha urbana, a rede hidrográfica, ou seja, identificar em primeiro lugar as variáveis que compõem a paisagem e como estas estão arranjas espacialmente, conduta fundamental para o planejamento territorial.

A paisagem é formada por um conjunto de mosaicos, sendo que dentro destes consiste a formação de vários tipos de ecossistemas, cada um com suas particularidades, que funcionam de maneira interdependente, e a partir da integração desses conjuntos ecossistêmicos é que são gerados mosaicos próprios, assim, iniciam a abstração de elementos de totalidade que consubstanciam a paisagem. Se diminuir mais a escala de interpretação, o somatório destes mosaicos que também estabelecem relações uns com os outros, apesar desses mosaicos apresentarem elementos que os diferem sobremaneira uns dos outros. Ao interpretar uma imagem de satélite dependendo da escala, é possível à primeira vista verificar os tipos vegetacionais, os padrões de formas do relevo, (mais mamelonizado, mais escarpado, mais declivoso), o tipo climático que está agindo sobre estes elementos. Estes mosaicos também estabelecem conexão com a ação antrópica, onde a ocupação humana se estabelece de acordo com a distribuição dos elementos naturais da paisagem. Comumente a ocupação acontece primeiramente próximo às redes hidrográficas, nas baixadas, onde tem mais facilidade para cultivar as culturas. Posteriormente vão se adequando melhor ao clima, ao relevo, aos tipos de solo, entre outros elementos físicos.

Para a Geografia a abordagem sistêmica ajuda a compreender os fenômenos e objetos possibilitando a maior integração entre seus elementos. Porém, as dificuldades da inserção metodológica de aplicação da abordagem sistêmica têm motivado a integração de estudos também voltados para os fenômenos e sua complexidade. A respeito disso, destacam-se as discussões de Edgard Morin sobre a estrutura e complexidade dos sistemas, que aplicada a geografia auxilia no desenvolvimento da interpretação das partes que compõem o “todo”.

Morin (2005) aponta os importantes avanços epistemológicos nas ciências biológicas, física, sociologia, entre outras, obtidos a partir da Teoria Geral dos Sistemas, que forneceu uma nova forma de compreender o mundo, de maneira integrada e organizada em sua totalidade. Para o autor, a teoria de Bertalanffy não teve um aprofundamento e reflexão sobre o conceito de sistema.

A necessidade da perspectiva sobre a complexidade rebate nos estudos voltados à Geografia. Nesse sentido, Morin (2005, p.84) assevera que “a partir daí, concebe-se que o devir cósmico é cascata de acontecimentos, acidentes, rupturas, morfogêneses. E este caráter repercute em todas as coisas organizadas, astro ou

ser vivo, que tem em sua origem e seu fim, algo de actual.” Nessa linha, os fenômenos e seus elementos começam a ser interpretados em suas particularidades e em seus aspectos gerais de forma articulada, com importantes implicações nos estudos espaciais.

No sistema complexo de Morin, ordem/desordem/interações/organização são ocorrências que estruturam a dinâmica que se encerra. Sendo assim, esses componentes não podem ser configurados isoladamente uns dos outros (MARQUES NETO, 2008).

As observações de Edgard Morin incentivam a complexidade como maneira que possibilite várias formas de interpretar e compreender os fenômenos, auxiliando no aprofundamento das discussões da estrutura e complexidade dos sistemas. Junto a novas formulações matemáticas, a Teoria do Caos surge como ferramenta para auxiliar nas análises dos sistemas dinâmicos não-lineares. Com intuito de aproximar um pouco mais do desconhecido e alcançar o entendimento e realidade dos fenômenos naturais, até as relações humanas.

Os sistemas complexos não-lineares, ou seja, os caóticos apresentam a incapacidade de prever os pontos do espaço-fase e trajetória. Para Gleiser (2002), o caos é o estudo de comportamentos instáveis e aperiódicos. A Teoria do caos é um esforço para entender os fenômenos naturais e sociais que apresentam comportamento aleatório, mas que, se interpretados de maneira estatística, são gerados por sistemas determinísticos. Portanto, este recém desenvolvimento analítico para a Geografia é uma conexão com a análise holística, que compreende a concepção dos sistemas complexos.

### **2.3. A paisagem enquanto categoria de interpretação do espaço e suas relações com a biogeografia**

A relação dialógica entre as referidas percepções e o estudo empírico da paisagem foi substancialmente delimitada por Alexander Von Humboldt (1769-1859), cuja práxis passava pela investigação científica associada à contemplação, ao mundo dos sentidos e percepções, em flagrante influência de Immanuel Kant (1754-1804). Humboldt deu vazão aos seus estudos salientando seu interesse pela

fisionomia, que levaram a uma descrição mais sistemática da paisagem na interface entre os elementos naturais e humanos (*landschaft*).

A sistematização da geografia moderna na Alemanha no final do século dezoito e início do século dezenove contou com os estudos biogeográficos de Humboldt a partir de sua Geografia das plantas, a Biogeografia foi umas das primeiras áreas a emergir no panorama da ciência geográfica na época. O interesse de Humboldt pela botânica impulsionou a Geografia das plantas (Fitogeografia) como pode ser visto em sua obra “Cosmos”, o capítulo cujo o título é geografia das plantas e dos animais, o autor aborda a estreita relação entre o mundo orgânico com o inorgânico. Neste contexto, Humboldt buscava compreender a distribuição dos gêneros e das espécies, considerando também os aspectos humanos.

O naturalista também traz em sua obra “Quadros da Natureza” importantes informações de cunho biogeográfico sobre as diferentes localizações por onde esteve, como as vegetações desertos e das estepes da Ásia e América; sobre as florestas equatoriais venezuelanas e os hábitos da fauna; os espaços cultivados e as transformações antrópicas. Alexander Von Humboldt não se dedicava apenas aos estudos das fisionomias vegetais, ele se dedicava principalmente em entender a paisagem de maneira integrada, associando a estética e racionalidade.

Ainda no contexto do surgimento da Geografia acadêmica na Alemanha, La Blache (2001), ressalta que Carl Ritter organizou seu trabalho abordando o conceito de paisagem como método e transcrição de dados sobre distintas áreas, no entanto a paisagem não era o principal objeto de sua pesquisa. As descrições e análises regionais eram os objetivos principais, e dentro desta perspectiva considerava que os fenômenos nelas existentes ocorriam em diversas regiões, tendo exercido grande influência no desenvolvimento da Geografia regional francesa.

Além de Humboldt e Ritter, bem como dos estudos regionais lablachianos, com o advento da Geografia Cultural o debate sobre a paisagem se renova em emergências de concepções e conteúdos. Para Claval (1999, p. 23), “... uma paisagem é tanto modelada pelas forças da natureza e pela vida, quanto pela ação dos homens”. A Geografia Cultural busca refletir e apontar questionamentos sobre a relação vivida com o espaço, ou seja, estudar os sentimentos que são produzidos e perpetuados pelas pessoas no convívio com determinado lugar. A cultura é algo que pode durar gerações, e normalmente ela está atrelada a um conjunto de pessoas ocupando determinado espaço, onde as relações, os laços são

estabelecidos pelas pessoas que se assentam e criam um vínculo com este espaço. O homem se apropria da natureza, cria a paisagem cultural, que é resultado deste uso e ocupação, modificando o espaço, propondo uma separação da paisagem natural e cultural (CLAVAL, 1999).

São diferentes as relações de apego ou repulsão para os múltiplos tipos de paisagem, permeadas por diferentes juízos de valor que convertem, por exemplo, determinadas espacialidades como sagradas e outras como tabus intransponíveis. Até mesmo as abordagens objetivas podem se diferenciar segundo a interpretação da paisagem, atribuindo a uma mesma unidade valores e funções distintas. Sendo assim, cada pessoa pode ter uma maneira diferente de se relacionar com a paisagem, a depender de sua cosmovisão e percepção ambiental.

É interessante perceber que a paisagem neste caso é histórica, já que, reconhecidamente, o homem tem a capacidade de alterar sua configuração, deixando marcas que podem ser percebidas por outras comunidades que futuramente podem se instaurar neste local, aclamando a memória deixada ou reconfigurando o espaço ao longo das revoluções e das transformações culturais ao longo do tempo. Por conseguinte, as paisagens, tanto as ditas “naturais” quanto as “culturais”, são sempre transformadas, modificadas, resultando em uma associação do presente com o passado, pelo qual é possível sobrepor os cenários dessas vivências anteriores e tentar enxergar como o uso e ocupação deste espaço se consubstancia, de forma a percebermos até o nível tecnológico das culturas que ali se estabeleceram.

No ensejo destas inter-relações, exaltadas com o advento da Teoria Geral dos Sistemas, uma nova construção ocorre no âmbito da Geografia Francesa da segunda metade do século vinte. Bertrand (1972, p. 2), em suas formulações iniciais sobre paisagem e geossistemas, concebe a seguinte definição: "a paisagem não é a simples adição de elementos disparatados. É uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução". O referido geógrafo, ao fazer a análise da paisagem pautada em cunho científico, remete às variáveis como a escala, os elementos envolvidos nessa paisagem e também a situação histórica implícita na área de pesquisa. No entanto, Bertrand se apegou fortemente à escala, herança da própria influência do sistema taxonômico de Tricart

(1965) bastante em voga na época, convertendo o geossistema em uma categoria taxo-corológica, concepção que seria rompida mais tarde com o estabelecimento do seu sistema GTP – Geossistema/Território/Paisagem, uma concepção tripartite das organizações espaciais pela qual o tempo da paisagem é dado pelo desenvolvimento da cultura, dos símbolos e significados atribuídos pelos grupos humanos a uma determinada espacialidade. Essa inflexão reforça o caráter culturalista destacado entre os geógrafos franceses (BERTRAND e BERTRAND, 2007). Bertrand se baseia nas escalas têmporo-espaciais de A. Cailleux e J. Tricart para realizar o estudo da paisagem, inserindo assim os geossistemas na 4ª, 5ª ou 6ª ordem de grandeza caracterizada pelos autores referidos, sendo esta escala mais compatível com a humana, em que o desempenho do geossistema modificado ou não, seria capaz de expressar a dinâmica social.

A funcionalidade da paisagem apresenta um grau acentuado de complexidade e dinâmica, sendo assim, os aspectos histórico-científicos elucidados acima ditam não só a multidiversidade deste conceito, mas também sua vital importância para as ciências e a sociedade como um todo. O termo paisagem, dessa forma, vem sendo abordado como um eterno complemento de interpretações e interpretações de fenômenos ditos naturais, e desde o Pleistoceno tardio, também antrópico, remodelando-se ao longo do tempo geológico até os terrenos recentes. Pode-se dizer que, para compreender a paisagem, é essencial o entendimento de que sua importância é resultado da percepção que chega aos sentidos (visão, olfato, tato, paladar, audição), representação, imaginário e simbolismo (CASTRO, 2002). Trata-se da configuração do objeto em seu contexto histórico-geográfico, considerando os processos naturais e humanos.

A Biogeografia representa um importante ramo das pesquisas sobre o espaço geográfico, ela estuda de maneira multiescalar a distribuição da vida no espaço e como ela se configura e muda ao longo do tempo. É uma ciência capaz de mostrar, compreender e acompanhar a distribuição de alimentos e predadores ao longo do tempo e espaço (LADLE; WHITTAKER, 2014), fator importante para entender como nossos ancestrais se organizavam para caçar e assentar em determinados locais.

De acordo com Troppmair (2004), a Biogeografia é uma ciência complexa e interdisciplinar, que procura documentar e compreender os padrões espaciais da biodiversidade. Assim, a Biogeografia se subdivide em dois grandes grupos: a



Zoogeografia que estuda a distribuição das espécies animais, e a Fitogeografia que se refere à distribuição das espécies vegetais. Desta maneira, a espacialização das espécies é o objeto de estudo da Biogeografia, que busca compreender dos diversos fatores físicos, químicos, ecológicos, sociais, que envolvem a condição e a distribuição das espécies animais e vegetais, incluindo o próprio homem.

Para entender as interrelações biogeográficas é essencial se conectar e compreender os aspectos sistêmicos e geossistêmicos, que dará suporte às análises geográficas da paisagem. Nesse sentido, Toppmair (2004) diz que o geossistema é um sistema natural, complexo e integrado que existe circulação de matéria e energia, onde ocorre exploração biológica, incluindo aquela praticada pelo homem. Costa (2011), aponta que a partir dos estudos da Paisagem foi possível o entendimento dialético entre paisagens complexas, isto é, o meio físico, os ecossistemas e o meio antrópico, comprovando os estudos geossistêmicos em distintos graus de evolução.

Nesse sentido, a Ecologia da Paisagem como viés dos estudos biogeográficos possibilita formas eficazes para o planejamento da paisagem, a fim de compreender a composição da estrutura das paisagens e seus processos dinâmicos-funcionais. A estrutura da paisagem refere-se as relações espaciais entre diferentes ecossistemas; tamanho, forma, tipos, números e configurações dos componentes dos ecossistemas. No que diz respeito a função, a paisagem dispõe de inter-relações entre elementos espaciais (matriz, fragmentos e corredores), e fluxos de matéria e energia, componentes ecossistêmicos, em síntese, as transformações que tangem a estrutura e função do mosaico ecológico (FORMAN; GODRON, 1986).

Forman (1995) explicita, que os elementos da paisagem são elementos espaciais na escala da paisagem, podendo ser natural ou antrópico, que assume um padrão espacial com distintos ecossistemas, estágios sucessionais e usos da terra. Deste modo, cada paisagem tem sua particularidade a partir do resultado das interações das variáveis envolvidas em sua gênese e estrutura, adotando aspectos intrínsecos a cada ambiente (MILANO, 1990).

Os fragmentos florestais são parte intrínseca dos mosaicos, uma vez que são resultados do processo de uso e ocupação antrópica da terra. Nesse sentido, a implementação dos corredores ecológicos altera os mosaicos, melhora a funcionalidade dos ecossistemas, promove a desfragmentação florestal e

possibilita o aumento e locomoção de espécies em paisagens fragmentadas (HADDAD et al., 2003).

Cabe aqui dizer que os geógrafos têm deixado a biogeografia em segundo plano, o que negligência, portanto, os fatores orgânicos do espaço geográfico. A biogeografia em primeiro plano estuda o organismo vivente, o que possibilita uma análise detalhada e integrada de como os fatores bióticos se organizam com os fatores abióticos no espaço geográfico. Assim, a interpretação pelo viés biogeográfico permite identificar as condições estruturais-funcionais dos mosaicos da paisagem.

#### **2.4. Fragmentação florestal, isolamento de áreas e biogeografia da conservação**

É evidente as alterações sofridas no patrimônio natural causadas pelas ações humanas a partir da técnica, bem como a composição de espaços geográficos a partir dos modos de uso e ocupação da terra. Entre os extremos geomorfológicos, os relevos montanhosos e planos, existe uma diversidade de tipologias de formas de relevo que dificultam ou facilitam a ocupação humana, não somente os componentes como solos e clima ou os demais fatores indutores no processo de produção dos espaços pela sociedade. Existem dois conjuntos de fatores que podem ser distintos em duas grandes ordens: (A) fatores naturais e (B) fatores socioculturais.

A condição natural do relevo, solo, clima, vegetação, sociedades humanas de hábitos tradicionais organizam e produzem determinado arranjo espacial. Em outro sentido, o setor financeiro com tecnologias avançadas, desenvolve com intensidade atividades econômicas, conseqüentemente define diferentes e mais arranjos espaciais (ROSS, 2009).

Baseado na configuração de novos mosaicos na paisagem e reconfiguração dos limites geográficos de muitos ecossistemas, a Biogeografia da conservação emerge mediante dois importantes e diferentes enfoques: a teoria de biogeografia de ilhas e a dinâmica de metapopulações. A teoria de biogeografia de ilhas trata da fragmentação de habitats, como tamanho e o isolamento de populações (MACARTHUR e WILSON, 1967). A teoria de metapopulações trabalha com a

conectividade e intercâmbio entre populações espacialmente distribuídas (LEVINS, 1970).

Para além destas duas teorias, interpretar a estrutura da paisagem, sua função e dinâmica a partir da Ecologia da Paisagem é fundamental (FORMAN; GODRON, 1986; METZGER, 2001). A Ecologia da Paisagem se pauta nos padrões de composição e de distribuição das manchas de habitat na paisagem que influenciam significativamente os processos ecológicos (TURNER e GARDNER, 1991).

Diante deste panorama, cabe olhar o processo de ocupação no Brasil e entender que o relevo é uma variante importante que define os novos arranjos espaciais criados pela sociedade. Assim, a perspectiva econômica é de fato a variante que mais tem efeito sobre a transformação da natureza, processo que começou a partir da extração do pau-brasil oriunda da Floresta Tropical Úmida, em vários pontos ao longo do litoral brasileiro, para a comercialização na Europa.

Nessa época, os efeitos da extração de fato não eram tão intensos, pois não havia necessidade de derrubar a mata. Foi a partir do ciclo da cana de açúcar com as intensas derrubadas das matas nativas e queimadas que a transformação de ambientes naturais se intensificou, chegando para áreas cultivadas do litoral paulista até o litoral nordeste.

O processo de interiorização da ocupação do território brasileiro se desenvolveu em segundo plano, junto ao ciclo da cana que foi ocupando primeiramente as áreas mais úmidas próximas à costa e seguindo rumo aos ambientes semiáridos do sertão nordestino.

A cana de açúcar era cultivada em boa parte do povoado neo-europeu na região da Mata Atlântica, onde centenas de engenhos se assentavam e atendiam a demanda interna consideravelmente maior do que o mercado ultramarino. Enquanto a cultura de *plantation*, produzida em grande quantidade para a exportação, o açúcar tinha papel principal em núcleos ao longo das baixadas costeiras úmidas, de Natal ao Rio de Janeiro. O plantio comercial tornou-se lucrativo também no planalto paulista depois do calçamento da estrada de mulas em 1772, que descia a escarpa costeira até Santos (DEAN, 1995).

O cultivo da cana era feito da mesma forma que a lavoura de subsistência, eram realizadas queimadas e derrubadas, e as matas originais eram convertidas em canaviais, ou ainda afetadas pela pecuária e pastagem no interior. As matas

primárias eram queimadas ou derrubadas para cobrir os solos férteis, e a cana era plantada nas cinzas e colhida um ano depois, sendo as raízes deixadas para rebrotar e serem colhidas por mais dois ciclos. Durante todo o século XVIII o Brasil chegou a exportar em média 16 mil toneladas de cana por ano, chegando a 2,6 milhões de toneladas ao longo de 150 anos, totalizando neste período a devastação da Mata Atlântica em 7500 km<sup>2</sup> mais 900 km<sup>2</sup> que foram derrubadas e transformadas em lenhas para os engenhos (DEAN, 1995).

Iniciando o segundo ciclo econômico brasileiro, incide o cultivo de café nas terras baixas e morros dos arredores da cidade do Rio de Janeiro, e rapidamente os cultivos de café tomaram conta de grande parte dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, substituindo as matas tropicais dos mares de morros. Essa nova cultura torna-se, nas primeiras décadas do império, a base da economia exportadora do Rio de Janeiro.

O café foi o produto básico mais importante para o Brasil durante um século e meio, tendo sido plantado e comercializado nas mesmas condições que a cana de açúcar. A princípio, o café foi cultivado ao longo do litoral, onde sofreu com os ventos salinos vindos do oceano, sendo conseqüentemente transferido para os compartimentos de planalto mais elevados com temperaturas mais amenas. A introdução desta planta exótica seria a mais intensa ameaça para a Mata Atlântica ao longo de sua história ambiental.

O cultivo se tornou eficiente a partir do entendimento que o café necessita de solos úmidos, nem muito encharcados e nem muito secos. Desta maneira, as encostas íngremes dos “Mares de Morros” que caracterizam a paisagem regional propiciam, no âmbito da Mata Atlântica, os terrenos e solos adequados para a expansão da cafeicultura.

A partir dos da década de setenta, os sistemas de cultivos tradicionais foram substituídos por sistemas mais modernos e tecnificados de produção agrícola, e os cafezais substituídos por outras culturas e silvicultura, formando ilhas agrícolas de café, acentuando também as áreas agropastoris. Contudo, o adensamento urbano também se intensificou, engendrando o êxodo rural, criando novos espaços industriais e urbanos, reconfigurando os mosaicos e incentivando os processos de fragmentação florestal.

A transformação do espaço geográfico decorrente das ações antrópicas e das novas configurações que se sustentam a partir da degradação do patrimônio

ambiental, a fragmentação florestal é uma das consequências mais graves deste processo que abala fortemente os componentes físicos e biológicos dos ecossistemas, promovendo a perda da biodiversidade e a fragmentação de habitats naturais.

É possível observar que a Mata Atlântica está sendo substituída ao longo do tempo por vastas pastagens, silviculturas, urbanização, e assim tomando novas características, formando novos mosaicos onde a vegetação original é fracionada em ilhas, apresentando diferentes formas e tamanhos (VIANA et al., 1992).

Korman (2003) conceitua a fragmentação florestal como uma condição de separação ou desligamento artificial de grandes áreas em fragmentos menores, espacialmente segregados, acarretando a diminuição dos tipos de habitats acompanhada da compartimentação dos habitats remanescentes em pequenas unidades isoladas.

Borges et al., (2004), aponta que o processo de fragmentação florestal produz o efeito de borda nos fragmentos, altera as características naturais da umidade, temperatura e radiação solar, refletindo negativamente na estrutura original do ecossistema.

O uso e ocupação da terra e as intensas ações antrópicas tem como resultado a perda e fragmentação de habitats naturais, o que causa sérias consequências sobre a biodiversidade ao abalar a taxa de crescimento populacional, alterar as relações das espécies, entre outras consequências negativas (FORERO MEDINA & VIEIRA, 2007). De acordo com Csuti (1991) e Brasil (2006), as perturbações geralmente resultam em algum grau de fragmentação de habitats. Este processo é tido como uma grande ameaça a biodiversidade existente.

Fahrig (2003), em sintonia às concepções expostas, assevera que o processo de fragmentação é definido como a modificação de um habitat contínuo em manchas de habitat.

Para Metzger (2004), a perda de habitat pode ser capaz de fragmentar a paisagem. Esta fragmentação ocorre quando uma grande parte do habitat é transformada em várias manchas menores que se isolam uma das outras por uma matriz de habitat distinta da original (FORMAN, 1995). O isolamento depende da "porosidade" da vizinhança, pois quanto mais porosa for, menor será o isolamento das populações dos fragmentos terrestres (FORMAN; GODRON, 1986). A estrutura

e dinâmica dos fragmentos podem ser impactados por vários fatores naturais e antrópicos, entre os quais destacam-se: o tipo de vizinhança, histórico de perturbações, grau de isolamento, área e forma (VIANA, 1990).

A evolução da Ecologia da Paisagem possibilitou muitas discussões e compreensões das paisagens e suas estruturas espaciais. Nesse contexto, o modelo mancha-corredor-matriz, proposto por Forman e Godron (1986), define que cada um destes elementos apresenta uma característica espacial e funções ecológicas diferentes. Pela perspectiva desta abordagem, a matriz seria a unidade da paisagem dominante, de maior extensão e com mais conexões; mancha seria a superfície não linear que se distingue em aparência da matriz e das unidades vizinhas; o corredor é uma superfície linear homogênea que difere da matriz e/ou das unidades vizinhas.

O arranjo espacial desses elementos, suas funcionalidades, relações e alterações sofridas ao longo do tempo são particularidades fundamentais para a paisagem. Forman (1995), destaca cinco funções ecológicas para o funcionamento dos corredores: habitat, condutor, filtro, fonte e dreno. Desta maneira os corredores podem funcionar como condutores, neles os organismos se deslocam para outras localidades, se os organismos encontram circunstâncias favoráveis para sobreviverem e se reproduzirem o corredor se torna habitat.

Os corredores aparecem como estruturas lineares na paisagem conectando pelo menos dois segmentos que diferem estrutural ou funcionalmente de unidades adjacentes (METZGER, 1999). Estes podem desempenhar um papel positivo, facilitando o movimento de organismos, como fonte de fatores bióticos e abióticos, ou negativamente, como barreira que impede o fluxo de energia, nutrientes minerais e espécies (MCGARIGAL, 2001). Os corredores são fundamentais para controlar os fluxos de hídricos e biológicos, auxiliam na redução de extinções locais, facilitando a recolonização, beneficiando populações mistas, servindo como habitat suplementar na paisagem e também como refúgio para animais em habitats perturbados (METZGER, 1999).

Metzger, (2001) destaca que a conectividade é caracterizada pela capacidade de uma paisagem ou unidade de paisagem de facilitar os fluxos biológicos. Os principais fatores que contribuem para conectividade são: proximidade de elementos do habitat, densidade de corredores, trampolins ecológicos (pontos de ligação) e permeabilidade do substrato.

A conectividade pode ser avaliada a partir da perspectiva estrutural ou funcional. No sentido estrutural, a conectividade é caracterizada pelo arranjo espacial dos fragmentos, pela densidade e complexidade dos corredores e pela permeabilidade da matriz, ou seja, as conexões entre as unidades da paisagem. E a conectividade funcional é justamente a resposta de cada espécie à estrutura da paisagem, que pode ou não permitir a migração de subpopulações ou metapopulações (METZGER, 1999). O autor também ressalta que o entendimento do grau de conectividade deve sempre levar em consideração a capacidade das espécies de se movimentarem dentro da matriz. Embora a conectividade estrutural infere a conectividade funcional, para algumas espécies os arranjos espaciais tem pouco a ver com o deslocamento na paisagem.

Reconhecidamente, corredores ecológicos são elementos estruturais e funcionais que restabelecem as conectividades entre os fragmentos. O CONAMA (1993) define Corredor Ecológico como remanescentes que formam uma faixa de vegetação regenerada, natural ou reflorestada, que se conectam a outros remanescente de vegetação primária ou de vegetação em estágio médio a avançado de regeneração, capaz de possibilitar o habitat ou de estabelecer área de trânsito para os organismos residentes nos fragmentos.

Corredores ecológicos, de acordo com o Sistema Nacional de Conservação (SNUC), são parcelas de ecossistemas naturais ou seminaturais que se conectam a áreas de conservação ou em outras áreas naturais, que proporcionam o fluxo gênico e deslocamento da biota entre os fragmentos (IBGE, 2004).

Anderson e Jenkins (2006) discutem o conceito de maneira mais abrangente e utilizam também as estruturas artificiais que possibilitam a movimentação de animais (tuneis, pontes, caminhos subterrâneos). Para os autores, o conceito de corredor está intimamente ligado à função que ele desempenha no mosaico da paisagem, fluxos de energia, nutrientes e fluxos gênico entre populações.

Ayres et al. (2005) classificam os corredores ecológicos como faixas de vegetação ou habitat nativo com funcionalidade para conectar remanescentes isolados, gerando mosaicos com distintas paisagem e usos da terra.

As discussões de Martins Jr. et al. (2008) também expandem o conceito ao abordar que os corredores servem para interligar maciços florestais, sejam eles

próximos ou de grandes extensões territoriais, também abrangendo para corpos d'água, matas ripárias, biomas e outras florestas.

Para Galinkin et al. (2004), o potencial dos corredores ecológicos está relacionado a conexão de remanescentes isolados, ressaltando a importância que essas conectividades exercem na redução das taxas de extinção, visto que possibilitam a recolonização nos fragmentos, aumentando a oportunidade de sobrevivência das espécies.

Rudnick et al. (2012), discutem que as conectividades podem ser estruturais: hidrografia, cobertura vegetal, usos da terra, relevo, estas características físicas da paisagem permitem o movimento. As conectividades funcionais promovem os fluxos gênicos.

Forman (1995) considera os corredores ecológicos apresentam também características sociais, como: conservação e proteção da biodiversidade, gestão dos recursos hídricos, produtividade agroflorestal, relação cultural e de comunidades. A conservação do patrimônio natural é considerada uma demanda social, uma vez que proporciona a sociedade melhorias na qualidade do ar, das águas, conseqüentemente, da saúde humana.



## CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1. Elaboração do banco de dados bibliográficos e cartográficos

Primeiramente foi realizado o levantamento bibliográfico, envolvendo o tema base da pesquisa, seguindo os conceitos de paisagem, ecologia da paisagem, geossistemas, e as particularidades da área de estudo.

Os dados cartográficos foram adotados a partir de pesquisas em bibliotecas digitais e órgãos governamentais (IBGE, IGAM, DSG, INPE, CODEMIG, CPRM). A montagem do banco de dados foi realizada em gabinete, organizada em plataforma ArcGis 10.8, tendo sido compilados os mapas de declividade e hipsometria a partir de Imagens do satélite ALOS PALSAR. A carta de solos foi elaborada de maneira generalizada e estabelecida a partir do projeto conjunto entre a Universidade Federal de Lavras e a Universidade Federal de Viçosa (MINAS GERAIS, 2010). Para a carta geológica foram utilizadas fontes do Projeto Sul de Minas elaborado por Duarte et al., (2003), a folha (SF.23-X-D-IV) e seus vetores litológicos e estruturais em escala 1:100.000.

As folhas topográficas em escala de 1:50.000 que compõem o município de Juiz de Fora disponibilizadas na Biblioteca IBGE são: Ewbank da Câmara (SF-23-X-C-VI-2), Juiz de Fora (SF-23-X-D-IV-1), Mar de Espanha (SF-23-X-D-IV-4), Matias Barbosa (SF-23-X-D-IV-3), Santa Bárbara do Monte Verde (SF-23-X-C-VI-4), São João Nepomuceno (SF-23-X-D-IV-2). Uma vez articuladas, foram utilizadas como base para o mapeamento dos geossistemas junto ao mapa de compartimentação do relevo de Eduardo (2018), uso e cobertura da terra e base geológica.

O mapa de uso e cobertura da terra foi elaborado a partir da imagem de satélite imagens Landsat-8 disponibilizada pela *United States Geological Survey* (USGS) e trabalhada em plataforma ArcGis 10.8 utilizando o Método de máxima verossimilhança junto ao processo de poligonização em *shapefile* para melhor ajuste das classes. Foram mapeadas cinco categorias: áreas de cultivos, vegetação rasteira, Floresta Estacional Semidecidual, áreas edificadas e solos expostos.

Cabe mencionar que os dados supracitados foram separados, organizados, sistematizados, editados e padronizados para o sistema de coordenadas UTM, sistema geodésico: Sirgas 2000 e Zona 23 Sul em plataforma ArcGIS.

### **3.2. Atividades de campo**

O reconhecimento da área aconteceu através do trabalho de campo para obter melhor compreensão dos aspectos geoambientais, permitindo assim a elaboração dos mapeamentos: uso e cobertura da terra, geossistemas e fragmentos florestais. A ida a campo teve o objetivo de explorar as áreas identificadas nos mapas, desta maneira foi possível validar os resultados obtidos na plataforma SIG, e obter melhor interpretação da configuração e da atual situação dos mosaicos da paisagem: matriz-fragmentos-corredores e trampolins. Foram realizados cinco trabalhos de campo, neles utilizou-se materiais de trabalho como *Garmin*, modelo *Etrex* (GPS) para marcar as coordenadas geográficas de determinadas áreas, câmera fotográfica para o registro da paisagem e cartas topográficas e os mapas base elaborados para o município.

### **3.3. Cartografia dos geossistemas**

O estudo da paisagem junto à perspectiva geocológica foi pautado na abordagem geossistêmica de Sochava (1971, 1977, 1978, 1978a). O autor entende a paisagem como um conjunto de elementos que se organizam de maneira integrada, indissociável e em contínua evolução. A abordagem geossistêmica foi escolhida como melhor metodologia de interpretação da paisagem, pois a partir dela é possível integrar os mapas propostos ao mapeamento dos corredores ecológicos de Juiz de Fora - MG.

A elaboração do mapa dos geossistemas foi organizada de acordo com o mapeamento proposto por Marques Neto et al. (2017) na bacia do rio Paraibuna, que a partir do estudo integrado da paisagem estabeleceu em uma ordem de grandeza sub-regional para a interpretação da paisagem em seus aspectos estruturais, funcionais e dinâmicos. Os geossistemas foram interpretados em seus

níveis topológicos, em escala de 1:50.000, referenciados nos grupos de fácies enquanto unidade de mapeamento. Sotchava (1978) utiliza o princípio bilateral de classificação (quadro 1), onde os grupos de fácies são unidades que pertencem à fileira dos geômeros intermediários nos níveis hierárquicos topológicos, e na fileira oposta apresentam os mesogeócoros.

Quadro 1: Divisão Taxonômica dos geossistemas

Fileira dos Geômeros	Ordem Dimensional	Fileira dos Geócoros	
Perspectiva dos tipos de meio natural	Planetary	Zona físico-geográfica	
Tipos de meio natural (tipos de paisagem)		Grupos de regiões físico-geográfica	
		Subcontinentes	
Classe de Geomas	Regional	Regiões físico-geográficas	
Subclasses de geomas		Com latitudes zonas	Com zoneamento vertical
Geoma		Subzona natural Província	Província
		Distrito (macrogeócoro)	
Classe fácies	Topológico	Topogeócoro (zonas)	
Grupo de fácies		Mesogeócoro (zonas)	
Fácies		Microgeócoro	
Áreas homogêneas elementares (biogeocenoses)		Áreas elementares diversificadas	

Fonte: Sotchava, 1978.

Dessa forma, o arranjo consubstancia tipologias de geossistemas com distintas formas de uso e cobertura da terra. Assim, as unidades geossistêmicas também foram agrupadas segundo o nível de transformação de suas estruturas originais. Os autores assumiram a proposta de Rodriguez, Silva e Cavalcante (2010) que diferenciam a paisagem em: paisagens naturais, paisagens antropogênicas e paisagens antroponaturais.

Marques Neto et al., (2017) classificaram os geossistemas da bacia do rio Paraíba nas seguintes categorias: (1) geossistemas com predomínio de estruturas naturais; (2) geossistemas com predomínio de estruturas antroponaturais; (3) geossistemas com predomínio de estruturas antropogênicas. Assim, o mapa de geossistemas da dissertação adota a mesma metodologia para o resto do município, tendo em vista que esta categorização também será realizada para auxiliar a interpretação dos mosaicos que se formam na relação matriz-fragmento-corredor.

### **3.4. Cartografia dos fragmentos e dos corredores florestais**

A interpretação dos mapeamentos temáticos e da paisagem de maneira integrada ao mapeamento dos fragmentos permite a análise da estrutura da paisagem e seus mosaicos, permitindo compreender o tamanho da matriz, fragmentos e corredores de acordo com Forman e Godron (1986), e a transição de um fragmento para outro, sua conectividade e seu grau de transformação.

Forman e Godron (1986) diferenciam os corredores em algumas categorias. Cabe aqui destacar que a proposta deste trabalho é utilizar a categoria de corredores em mosaicos proposta pelos referidos autores, dialogando assim com os grupos de fácies de Sochava (1978). A ecologia da paisagem permite o entendimento da estrutura e função da paisagem, isto é, a investigação dos diferentes elementos da paisagem e de como eles se integram e se organizam espacialmente, fornecendo assim explicações para as dinâmicas e processos heterogêneos que ocorrem nos mosaicos.

A organização de corredores ecológicos demanda o conhecimento da natureza como sua hidrografia, relevo, clima, solos, vegetação, entre outros fatores. Com base na estrutura da paisagem e com o planejamento ambiental para classificar as unidades de paisagem, é possível determinar as prováveis conectividades e suas amplitudes (FORMAN e GODRON, 1986).

Para a identificação dos fragmentos florestais utiliza-se como base o mapa de uso e cobertura da terra. Os fragmentos florestais serão agrupados em ordens de tamanho, de grau de isolamento, de índice de circularidade e de conectividade.

Após a identificação e a delimitação dos fragmentos, foi possível calcular a

área total e perímetro. A partir destas informações, calculou-se o índice de circularidade (IC), determinando a forma do fragmento.

O índice de circularidade é um modelo matemático bastante utilizado na literatura para avaliar fragmentos florestais. Tal índice relaciona perímetro e área com o objetivo de identificar o grau de proximidade da forma dos fragmentos com uma circunferência. Greggio et al., (2009); Etto et al., (2013); Silvério Neto et al., (2015) explicam que o formato da circunferência é definido como padrão de comparação, uma vez que à medida que o remanescente se aproxima de uma forma circular a área fronteira é minimizada em relação a área total. Logo, o cálculo de Índice de Circularidade (IC) foi executado segundo a fórmula apresentada por Etto et al (2013):

$$IC = \frac{(2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A})}{L}$$

Em que IC = índice de circularidade; A = área do fragmento florestal; e L = perímetro do mesmo fragmento. De acordo com Borges et al., (2004) e Amaral et al., (2009), quanto mais próximo de 1 o índice estiver, mais circular o fragmento florestal está; por outro lado, quanto mais próximo o índice chegar a 0, os fragmentos terão seus formatos alongados.

A partir da interpretação das unidades de paisagem foi possível selecionar os fragmentos que possuem área de 45 ou mais hectares que tendem a ter funcionalidades geoecológicas complexas entre as ilhas de habitats potenciais no município. Os fragmentos menores que este valor fazem parte da configuração dos mosaicos, mas não possuem representatividade significativa nos processos dinâmicos funcionais que ali ocorrem. Optou-se por usar quatro classes de tamanho: pequeno, médio, bom e adequado. As classes utilizadas a partir do Índice de Circularidade serão: alongada, moderadamente alongada e médio (SILVA, et al., 2019).

A relação de distância entre os fragmentos foi mensurada a partir do Índice de Proximidade, utilizando o cálculo de distância euclidiana, desta forma permitiu a compreensão do grau de isolamento e fragmentação dos mosaicos da paisagem.

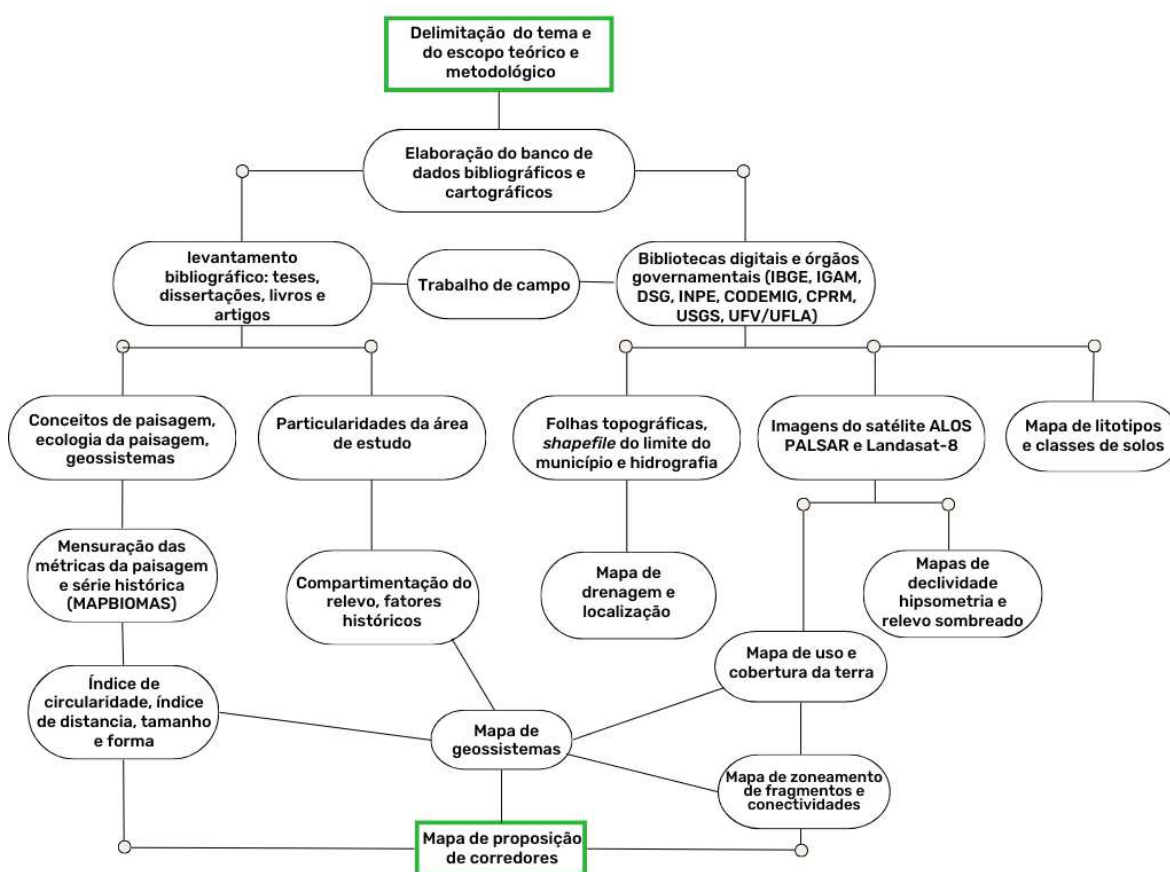
Com base nessas métricas da paisagem (tamanho, forma e distanciamento), foi possível relacionar o padrão espacial dos fragmentos e suas implicações na

heterogeneidade dos mosaicos, dados pelos grupos de fácies, e com isso identificar as conectividades funcionais e potenciais.

A integração entre os fragmentos devidamente mensurados e o os geossistemas foi levada a cabo pela sobreposição dos produtos cartográficos para fins de visualização do arranjo espacial dos mosaicos e as conectividades suscitadas a partir dos arranjos identificados.

Desse modo, foram mapeados os corredores existentes e os corredores potenciais, diferenciando os corredores contínuos e os corredores em mosaico enquanto categorias básicas propostas por Forman e Godron (1986). Os procedimentos que integralizaram a pesquisa em suas diferentes etapas seguem organizados no fluxograma a seguir.

Fluxograma ilustrativo das etapas metodológicas



Fonte: Autora, 2023.

## CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1. Município de Juiz de Fora: considerações gerais

O município de Juiz de Fora está localizado no sudeste do estado de Minas Gerais, mesorregião administrativa da Zona da Mata Mineira (IBGE, 2009) (figura 1). Se insere no domínio morfoclimático dos “Mares de Morros”, uma região que se caracteriza pelas morrarias arredondadas, devido ao intenso processo de intemperismo químico (AB’ SABER 2003).

Segundo Rocha (2008), a ocupação da porção sul da Zona da Mata mineira está diretamente vinculada ao período econômico da expansão cafeeira, que influenciou fortemente a estruturação política e econômica possibilitando assentamentos em torno das grandes fazendas cafeicultoras.

Machado e Santos (2017) relacionam o desenvolvimento do município de Juiz de Fora ao caminho novo. Nesse contexto, os primeiros assentamentos da formação da cidade foram se constituindo na margem esquerda do rio Paraibuna, abarcando a região do “morro da boiada”, atualmente referenciado pelo bairro Alto dos Passos.

Ainda no século dezenove ocorreu a implementação de vias de acesso para possibilitar o projeto Heinrich Wilhem Ferdinand Halfeld (1797-1873), que previa construir a estrada União Industria. No ano de 1861 ocorreu a inauguração da estrada União Industria, e em 1875 foi inaugurada a estrada de ferro central do Brasil, que possibilitou grande mobilidade até os dias atuais. Nesse contexto, as avenidas principais da cidade (Av. Presidente Itamar Franco, Av. Rio Branco, Av. Getúlio Vargas) foram se consolidando e permanecem tendo papel importante na dinâmica da cidade (MACHADO e SANTOS, 2017). O município sofre grandes mudanças territoriais entre os anos 1920, 1940, 1973 e 2000, com a regionalização dos municípios vizinhos, afirma os autores.

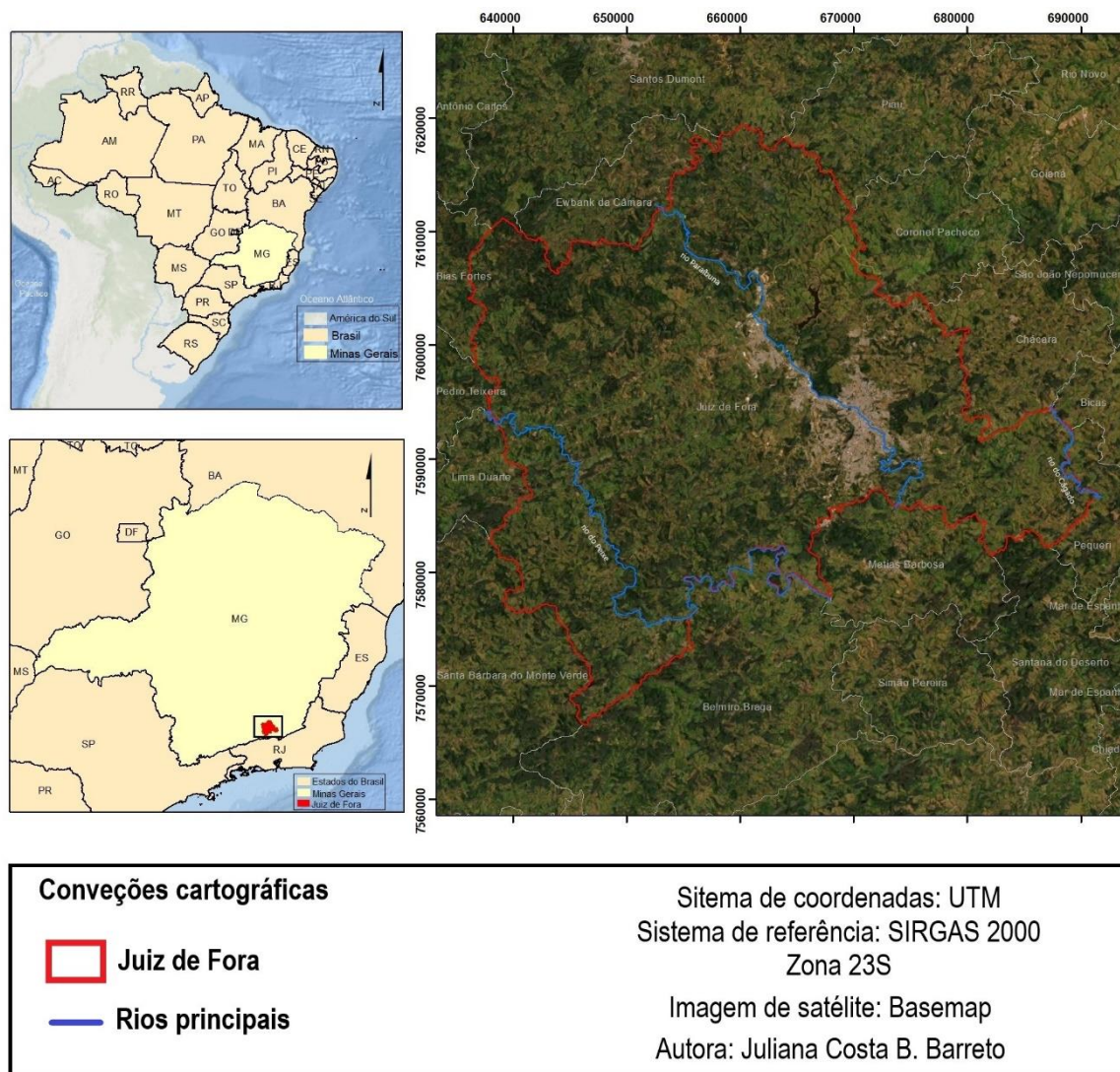


Figura 1: Município de Juiz de Fora (MG): Localização.

De acordo com o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizado em 2022, Juiz de Fora possui 540.756 habitantes e a partir da quantificação dos dados supõe-se que a população atinja o número de 563,769 em 2017 (IBGE, 2017). O município possui extensão territorial de 1429.875 km<sup>2</sup>. Sua área rural compreende cerca de 320 Km<sup>2</sup> e a área urbana 400 Km<sup>2</sup> (JUIZ DE FORA, 2004).



## 4.2. Hidrografia

O sistema hidrográfico do município é formado por três principais bacias: dos rios Paraibuna, Peixe e Cágado (figura 2). A maior parte do município se estabelece na média e baixa bacia do rio Paraibuna, afluente do rio do Peixe, no contexto da bacia do rio Paraíba do Sul, possuindo 156 sub-bacias na área urbana, que formam boa parte da rede hidrográfica que drena o território municipal (CAMPOS, 2018). Em menor medida, o rio do Peixe possui a segunda maior porção de áreas de sub-bacias em Juiz de Fora, e o rio do Cágado integra uma pequena porção do sistema hidrográfico.

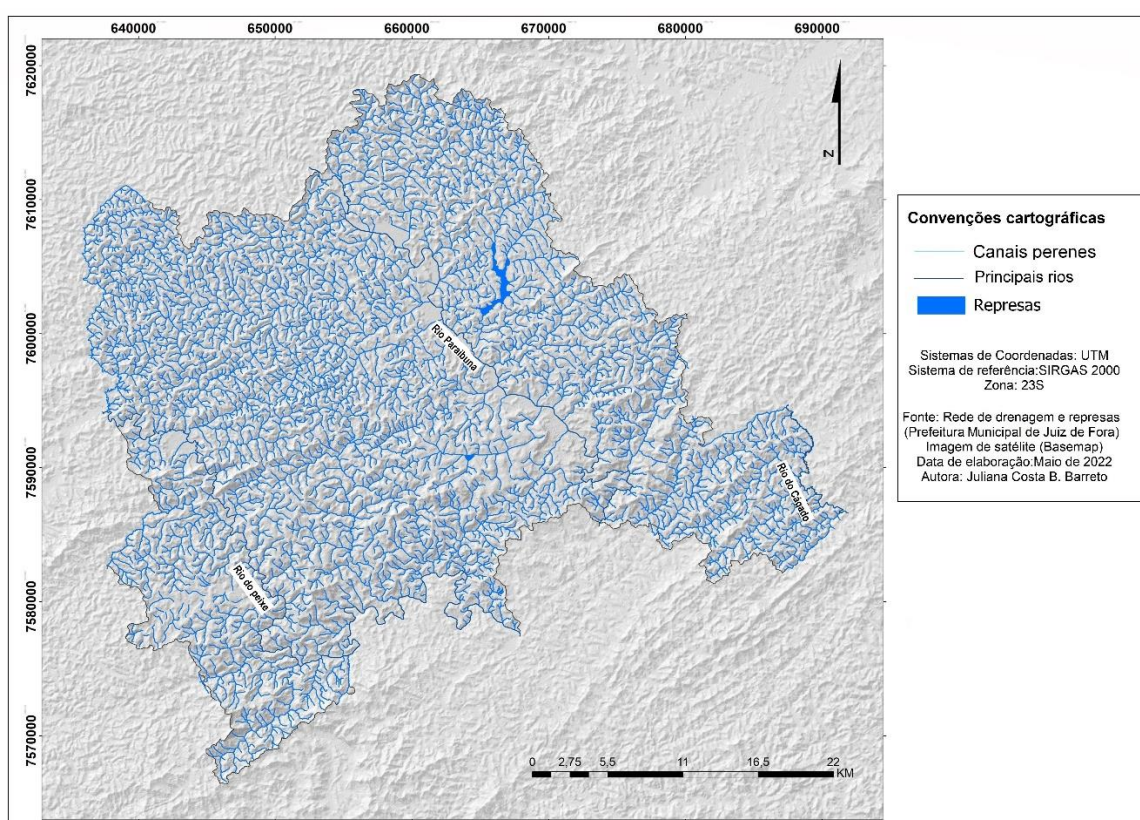


Figura 2: Município de Juiz de Fora (MG): Rede de drenagem.

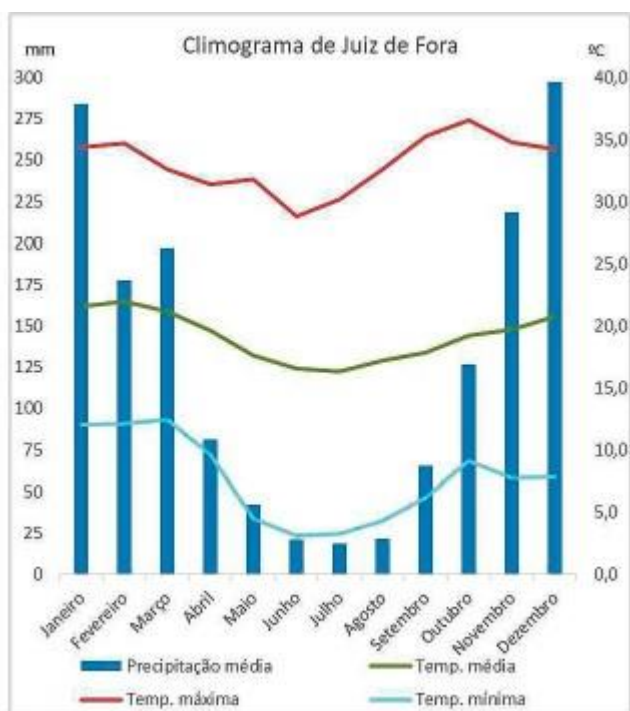
Entre os afluentes do rio Paraibuna, principal bacia hidrográfica do município, as sub-bacias dos córregos Igrejinha, Espírito Santo, Humaitá e São Pedro se destacam como os principais afluentes da margem direita, onde a malha hidrográfica é mais desenvolvida e hierarquizada. As bacias dos rios Igrejinha e Espírito Santo apresentam urbanização rarefeita, ao passo que a do São Pedro e São Pedro e Humaitá são intensamente urbanizadas. Predominam na rede

hidrográfica local os padrões de drenagem dendrítico e subdendrítico com arranjos meandrantos, associados a canais retilíneos correspondentes ao controle estrutural e tectônico vigente.

### 4.3. Clima

Assis (2016) e Torres (2006) afirmam que a dinâmica climática de Juiz de Fora tem duas estações são bem definidas ao longo do ano. Uma estação fria e seca de abril a setembro e outra quente e chuvosa de outubro a março (figura 3). O município apresenta temperaturas médias de 18,6°C, tendo uma visível mudança entre a estação chuvosa e a seca, com a taxa de precipitação e temperatura mais elevadas. A estação seca apresenta temperatura média anual entre 17° a 19°, no inverno (julho, agosto, setembro), o mês de julho é o mais frio, apresentando temperatura média de 17°C, no verão (janeiro, fevereiro e março), o mês de fevereiro é o mais quente e apresenta temperatura média de 23°C, os meses referentes a primavera e outono, são meses de transição climática.

Figura 3: Climograma de Juiz de Fora-MG



Fonte dos dados: Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental-LabCAA

Nesse sentido, Pimentel (2017) afirma que a condição climática de Juiz de Fora é do tipo tropical de altitude, motivado pelos aspectos do relevo regional, de altitudes médias elevadas, que constituem um “substancial arrefecimento das temperaturas” (ASSIS 2016, p.88). As áreas da cidade com maiores altimetrias assumem clima temperado úmido (Cwb), com inverno seco e verão moderadamente quente.

No que diz respeito à pluviosidade, Oliveira et al., (2020) analisaram que a variabilidade climática das chuvas no município no período de 1910 a 2018, e ressaltam que a precipitação ocorre em média, no verão, 44,4% do volume total, na primavera 40,6%, estabelecendo uma estação demasiadamente chuvosa entre os meses de outubro a março, sendo comum chover mais de 1000 mm. No outono precipita 8,8% do total anual, e no inverno o valor diminui para 6,1%, estabelecendo uma estação seca entre os meses de abril a setembro.

#### **4.4. Geologia**

Juiz de Fora compreende três unidades geológicas, sendo elas: Complexo Juiz de Fora, Grupo Andrelândia e Complexo Mantiqueira (ROCHA, 2006). O Complexo Juiz de Fora apresenta rochas metamórficas ortoderivadas, que originaram ortognaisses e metabasitos com paragêneses da fácies granulito (DUARTE et al., 2003). Este Complexo tem como principais litotipos os gnaisses, enderbitos e charnockitos.

O Complexo Mantiqueira engloba ortognaisses tonalíticos a graníticos, bandados e migmatitos, com lentes de metabasitos associados. Existe a presença de ortogranulitos enderbitos e aplitos graníticos cinzentos e rosados (DUARTE, 1998). Heilbron et al, (1995) mostra que o Grupo Andrelândia é composto por litologias como a associação granito-greenstone do Complexo Barbacena, e por granitos-magmático-granulíticos associados ao Grupo Mantiqueira.

O mapa de unidades litológicas gerado para Juiz de Fora pode ser observado abaixo (figura 4).

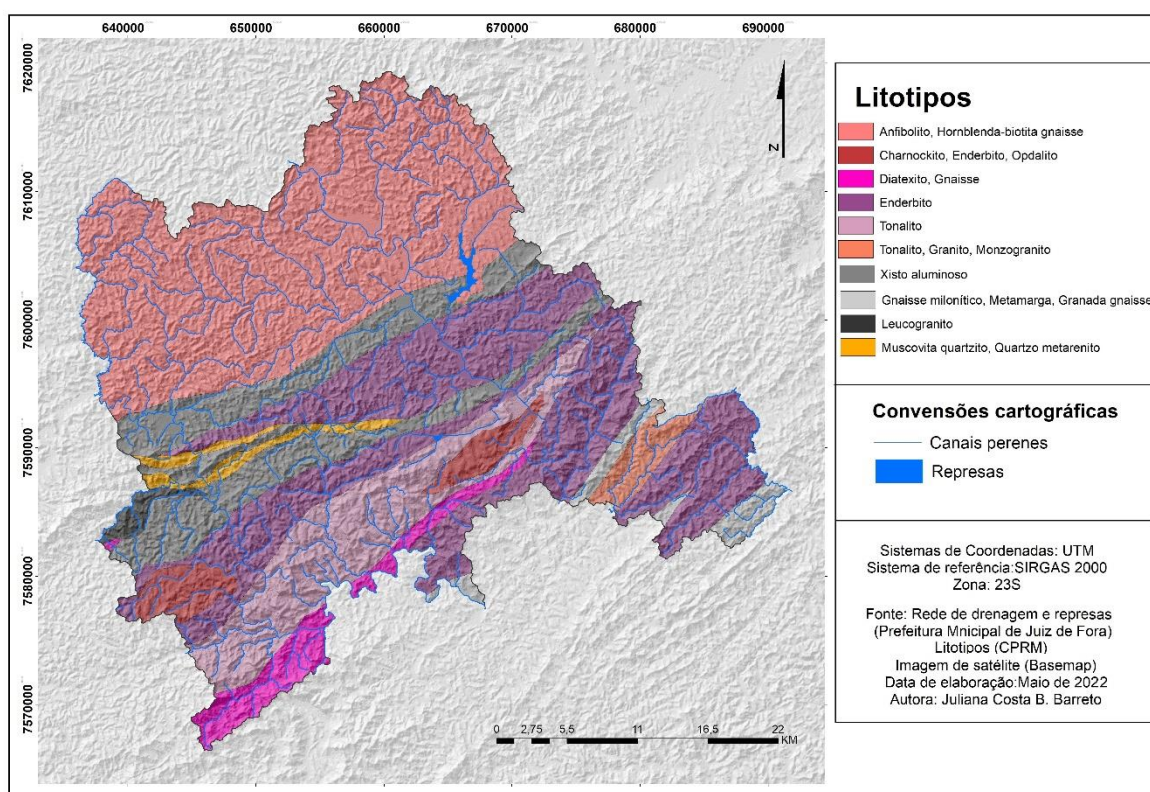


Figura 4: Município de Juiz de Fora (MG): Litotipos.

#### 4.5. Aspectos geomorfológicos

Em escala regional, o relevo de Juiz de Fora foi aqui tratado de acordo com a taxonomia geomorfológica definida pelo projeto RADAMBRASIL (GATTO et al. 1983). Segundo o esquema em apreço, o município está inserido na Unidade Serranias da Zona da Mata Mineira, apresentando relevo mamelonizado com baixas cristas, pertencente a Serra da Mantiqueira em sua porção Setentrional, nos domínios do Planalto Atlântico (GATTO et al. 1983). Conforme frisado anteriormente, este sistema geomorfológico está inserido no domínio dos “Mares de Morros” florestados (AB’SÁBER, 2003).

Em Juiz de Fora o relevo é representativo do referido domínio, apresentando morfologias convexas, na forma de morros medianamente dissecados, colinas estruturais e baixas cristas correspondentes a interflúvios locais. A cidade se divide em “cidade alta” e “cidade baixa” (Figura 5), sendo que ambos os compartimentos se conectam mediante discordâncias erosivas com afloramentos extensivos, e

rampas de colúvio latolizadas nas baixas vertentes. Também ocorrem planícies aluviais descontínuas em ambos os compartimentos, sendo a de maior expressão e continuidade aquela desenvolvida no rio Paraibuna, correspondente ao gráben no qual a maior parte do seu médio curso encontra-se instalado (MARQUES NETO et al., 2017). A chamada “cidade alta”, portanto, corresponde a altos estruturais que margeiam o baixo estrutural correspondente ao gráben do rio Paraibuna.

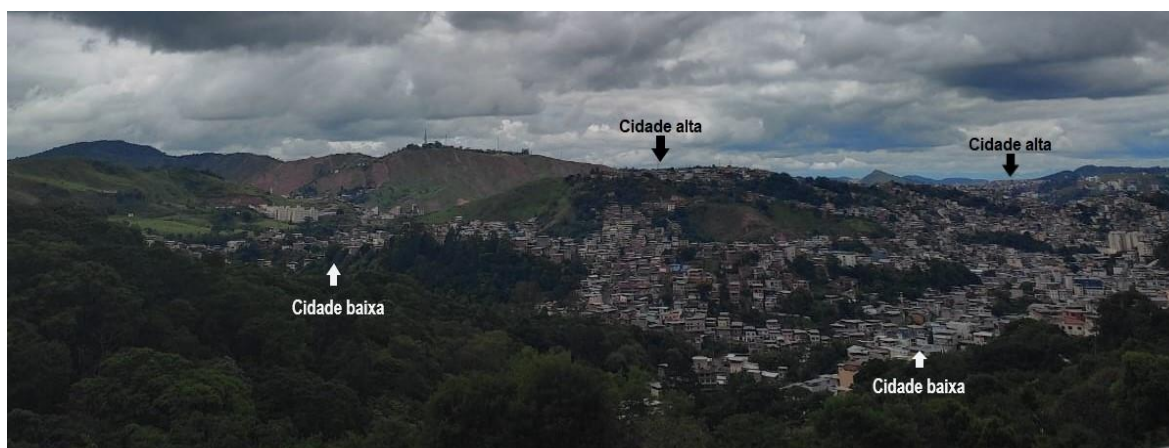


Figura 5: Divisão da cidade de Juiz de Fora: cidade baixa e cidade alta.

Eduardo (2018), a partir da elaboração do mapeamento geomorfológico para o município, aponta as feições do relevo com declividades em sua maioria moderadas a altas, com exceções nas pequenas planícies alveolares e no gráben do rio Paraibuna, compartimentos marcados por atenuação generalizada dos declives. Desta maneira, formam setores de encostas de relevo como áreas propícias a movimentos de massa. Ab’Sáber (2012) aponta que o domínio dos “mares de morros” é um ambiente que está mais suscetível a processos de erosão e de movimentos intensos de solos e do regolito em todo o âmbito territorial brasileiro.

A altimetria de Juiz de Fora varia de 1170 metros nas áreas mais elevadas, a 465 m na porção baixa do rio Paraibuna, onde existe um mini gráben com origem neotectônica, que define um amplo compartimento rebaixado que permitiu a boa parte da atividade urbana da cidade (MARQUES NETO et al., 2017; MARQUES

NETO et al., 2022). (figura 6). A partir desta expressiva variação altimétrica é possível observar áreas planas, feições suavizadas como morros e morrotes.

A declividade da área apresenta classes de < 6% a > 30% (figura 7). Às áreas abaixo de 5% ocorre riscos de alagamento, áreas acima de 12% tem a limitação da mecanização na agricultura, em áreas acima de 30% existe restrição à urbanização, sendo possível a implementação apenas com o uso de engenharia avançada. Áreas que apresentam declives acima de 100% se inserem como APP (Área de Preservação Permanente).

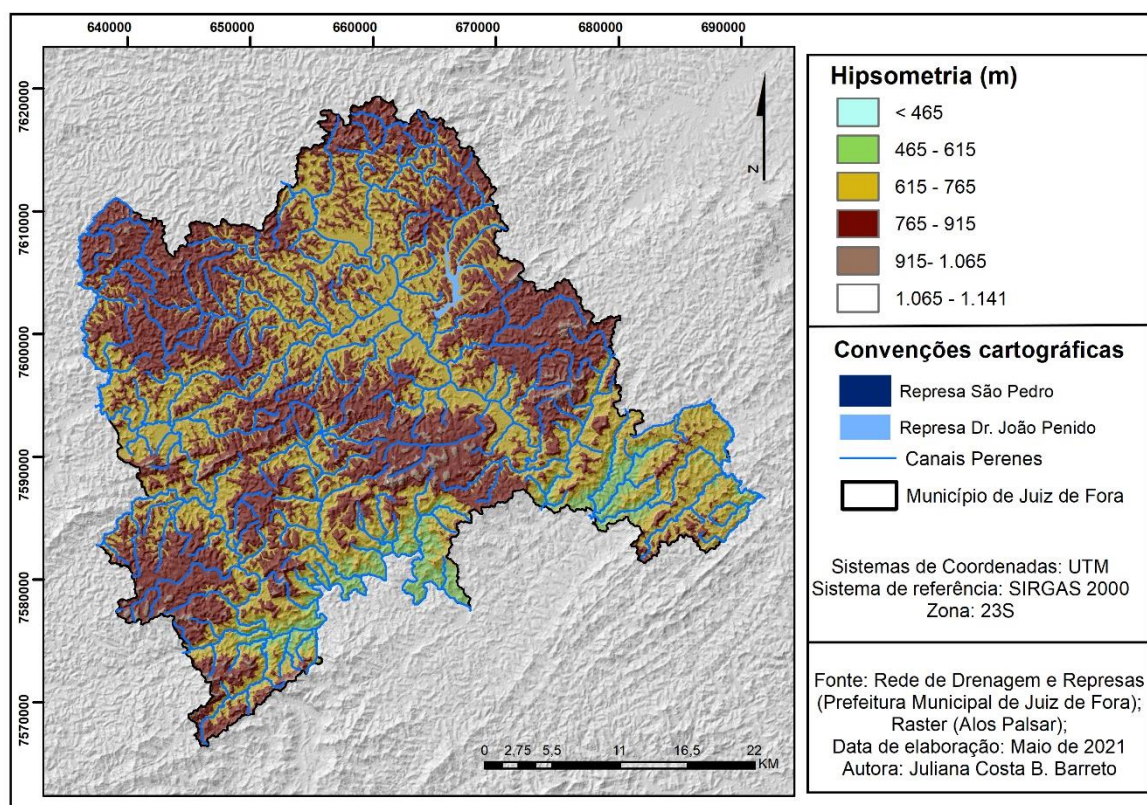


Figura 6: Município de Juiz de Fora (MG): Hipsometria

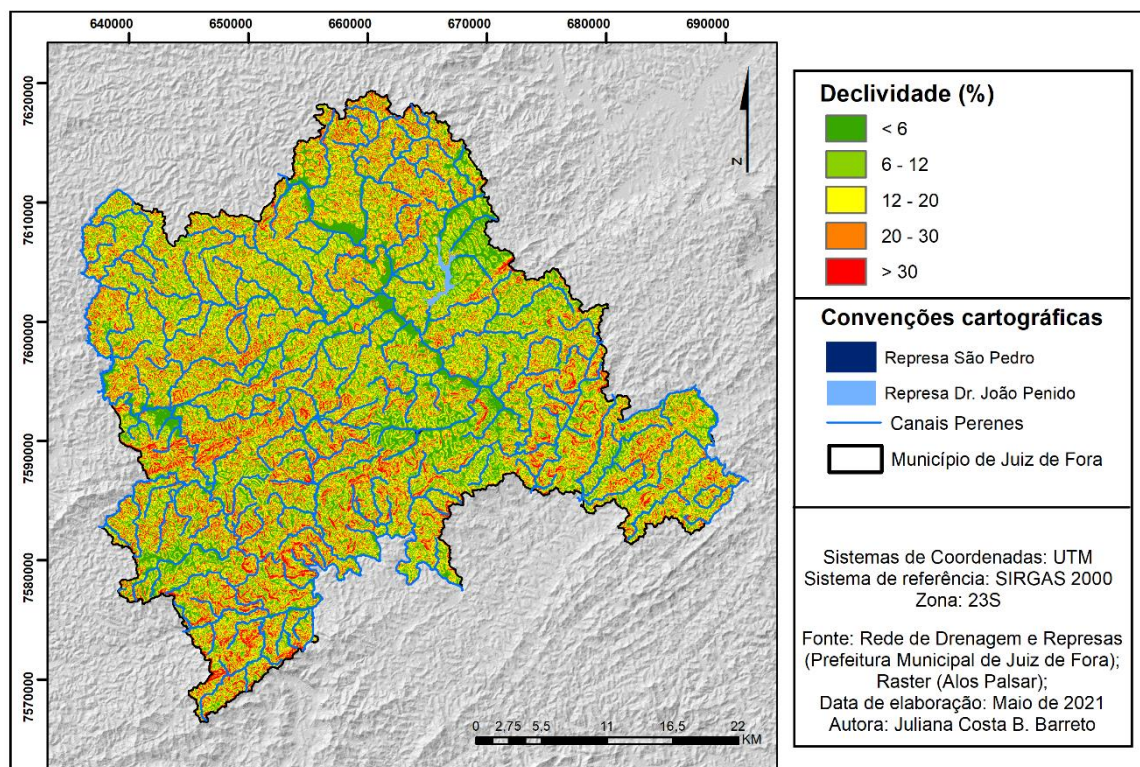


Figura 7: Município de Juiz de Fora (MG): Declividade.

#### 4.6. Solos

Para o mapa de classes pedológicas (figura 6) foi utilizada a base cartográfica do Mapa de Solos de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2010), onde as classificações aderentes aos tipos de solos ocorrentes no município de Juiz de Fora são de Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo Háplico. Dada a natureza generalizada dos mapeamentos disponíveis, a ida a campo foi essencial para identificar outras variações de solos (figura 8).

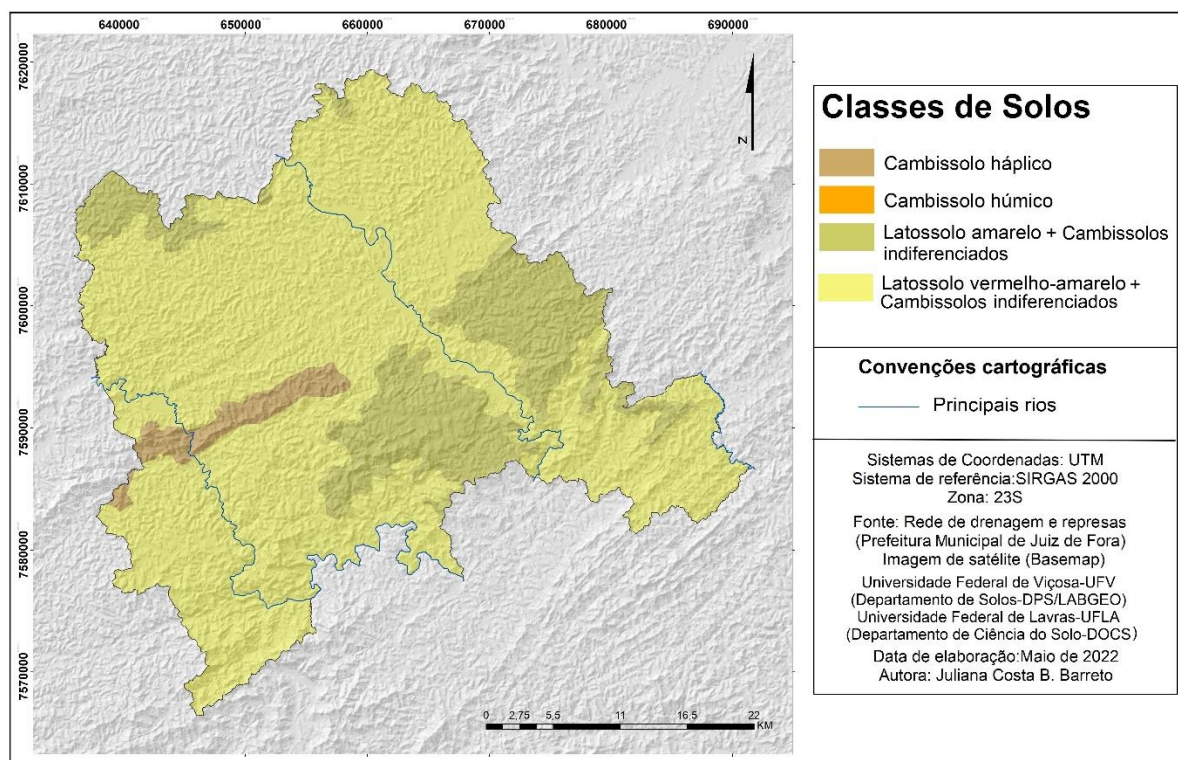


Figura 8: Município de Juiz de Fora (MG): mapa de solos

À vista disso, os declives mais suavizados favorecem a ocorrência de Latossolos (figura 9) e os mais acentuados de Cambissolos com manchas de Neossolo litólico nas áreas com declives mais expressivos. Nos fundos de vale aparecem os Gleissolos indiferenciados e Neossolos Flúvicos



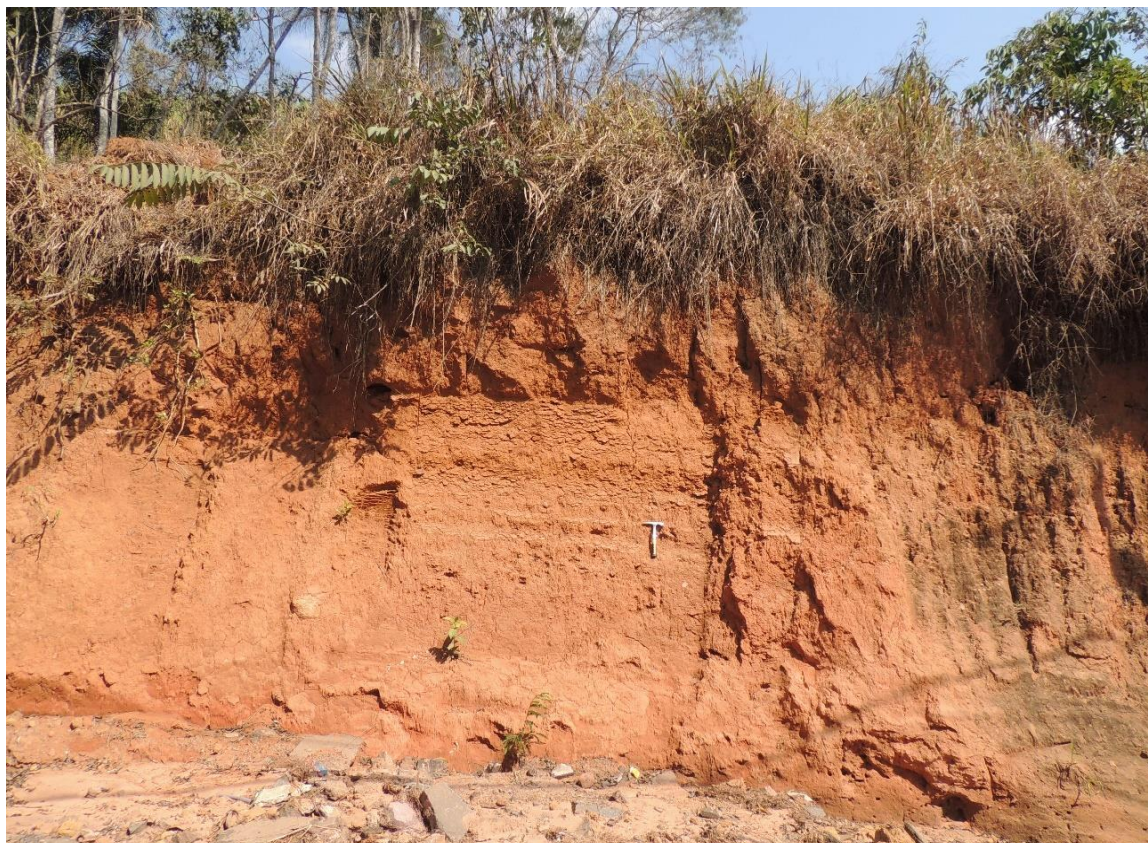


Figura 9: Perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo, classe pedológica comum em Juiz de Fora (MG)

## **CAPÍTULO 5 – CLASSIFICAÇÃO E CARTOGRAFIA DOS GEOSISTEMAS**

A partir da visão integrada que a abordagem geossistêmica possibilita, a sobreposição cartográfica das unidades de relevo, solos, uso e cobertura e base geológica permitiram a elaboração do mapa de geossistemas, a partir do qual a configuração dos mosaicos é interpretada. Desta forma, auxilia também na identificação das matrizes, fragmentos e corredores reais e potenciais existentes na área de estudo.

A partir deste diálogo, a compreensão da organização da estrutura dos mosaicos da paisagem é possível, tal como atributos como forma e tamanho, dinâmicas e modificações que ocorrem em diferentes escalas temporais e espaciais. Conforme Forman e Godron (1986), o entendimento básico para compreender a dinâmica da paisagem é identificar a transformação da paisagem original para uma modificada. A partir do diagnóstico da paisagem é possível entender as causas e consequências da transformação dos mosaicos, o que possibilita estratégias para a conservação.

Desta forma, o uso e cobertura da terra de Juiz de Fora (figura 10), está historicamente relacionado com a cafeicultura que ocorreu no século dezenove, que ocasionou a devastação da Floresta Estacional Semidecidual original da área e transformou demasiadamente a cobertura vegetal. Consequentemente, as áreas de cultivos de café abandonadas atualmente dão aporte a plantações de eucaliptos e pastagem, tomando conta de grande parte do território.

Cabe dizer que, por outro lado, algumas áreas se regeneraram e foram ocupadas por florestas secundárias, o que resulta em expressivos mosaicos florestais, a exemplo da mata do Krambeck e de outros fragmentos de dimensões mais expressivas. A organização estrutural atual dos geossistemas também apresenta solos expostos em função das dinâmicas de transformação estrutural dadas, sobretudo, pelo crescimento de áreas urbanas, o que implica em revolvimento e exposição temporária até a consolidação do tecido urbano em crescimento.

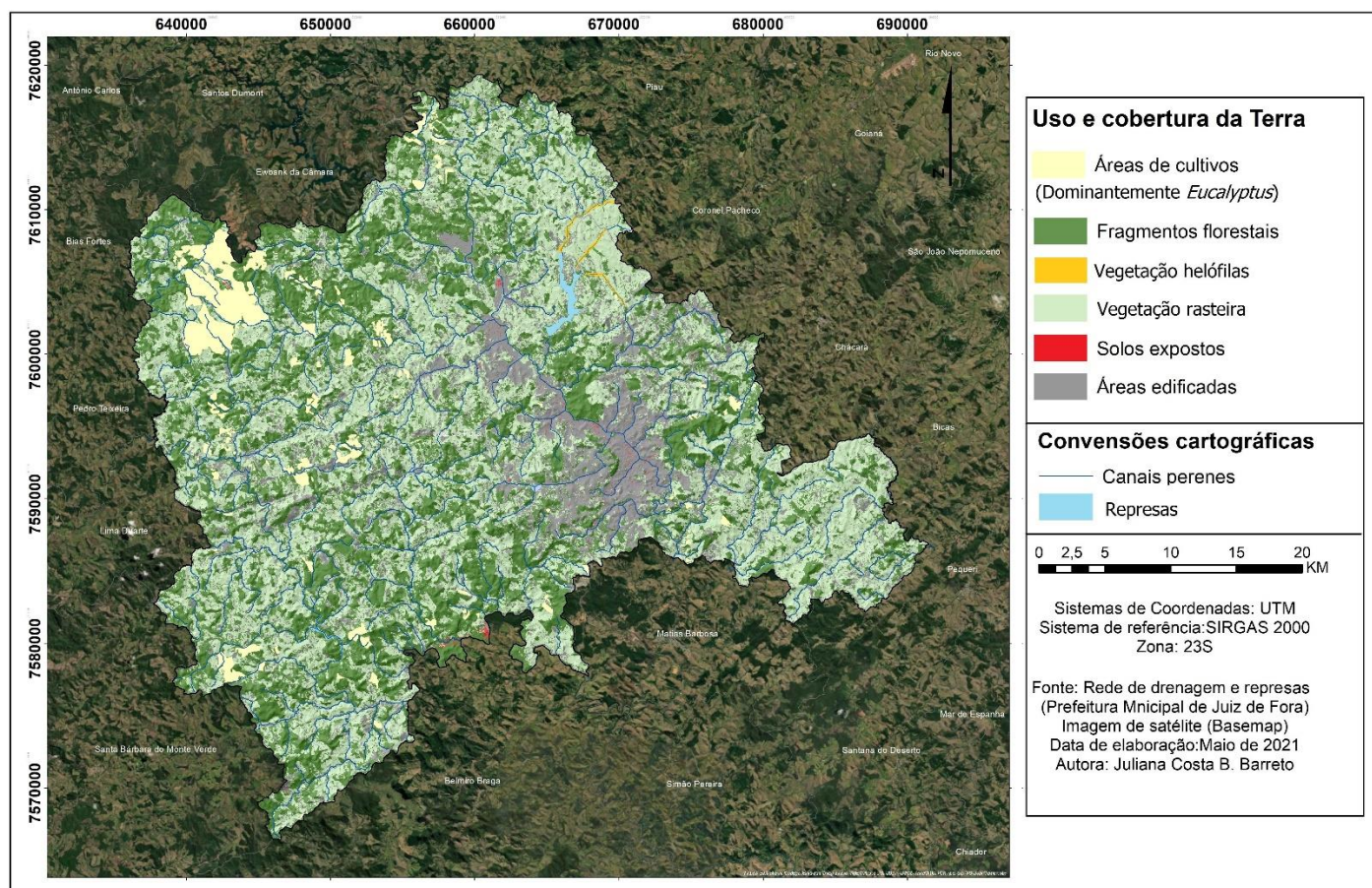


Figura 10: Município de Juiz de Fora (MG): Uso e cobertura da terra

Os geossistemas identificados seguem a interpretação conjunta dos elementos estruturais que se revelam nos grupos de fácies, tipologia concernente aos níveis topológicos de Sochava (1978), que melhor representa as organizações espaciais na escala trabalhada, e que, em um nível hierárquico superior, se organizam em classes de fácies.

Vinte e um grupos de fácies foram discernidos, sendo dezoito adequados a classe de fácies (1) *Morrarias e Baixas Cristas Interplanálticas originalmente florestadas*, e os outros três grupos foram adequados a classe de fácies (2) *Morros e Planícies Urbanizadas do Vale do Paraíba*. As principais características que diferenciam as classes de fácies são os mosaicos intensamente urbanizados e os mosaicos descontinuamente urbanizados (figura 11), o que reflete diretamente na distribuição dos fragmentos, em suas dimensões e em suas relações de proximidade. Logo, tal configuração de mosaicos e sua espacialidade são de grande valia para a interpretação e proposição de conectividades.



Figura 11: (A) Geossistema com estrutura predominantemente antropogênica inserido no grupo de fácies: *Morros e vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem*; (B) Geossistema com estrutura predominantemente antroponatural inserida no grupo de fácies: *Morros e baixas cristas em vales confinados a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de Elcalyptus e pastagem*.

A primeira classe de fácies supramencionada é mais representativa dos geossistemas regionais no que diz respeito às condições genético-estrutural e outras condições geomorfológicas, apresentando terrenos mamelonizados e de baixas cristas pertencentes às Serras da Zona da Mata Mineira (sensu GATTO et al. 1983). Distintamente, é a classe que abriga a maior parte dos fragmentos florestais mais expressivos com potencial de difundir corredores ecológicos.

A classe de fácies definida pela urbanização mais adensada agrega apenas quatro grupos de fácies. Sua configuração estrutural se dá pelas áreas urbanizadas do grabén do rio Paraibuna e dos morros escalonados que deram aporte à expansão da malha urbana de Juiz de Fora, sendo assim estruturalmente mais homogênea e, conseqüentemente, mais restrita no que se refere à presença de áreas verdes e ilhas de habitat potenciais.

Portanto, cada classe de fácies representa, um conjunto de grupos de fácies que foram interpretados e classificados de acordo com grau de transformação de suas estruturas e funções originais, seguindo a proposta de Rodrigues, Silva e Cavalcante (2010) e Marques Neto et al., (2017). Assim, as categorias utilizadas para o mapeamento dos geossistemas foram diferenciados segundo as seguintes

integridades: (1) geossistemas com predomínio de estruturas naturais; (2) geossistemas com predomínio de estruturas antroponaturais; (3) geossistemas com predomínio de estruturas antropogênicas. Apesar de Juiz de Fora abrigar um considerável número de fragmentos florestais, não foram encontrados geossistemas com predomínio de estruturas naturais.

A figura 12 consiste na representação cartográfica dos geossistemas do município de Juiz de Fora, seguida de sua respectiva legenda (figura 13).

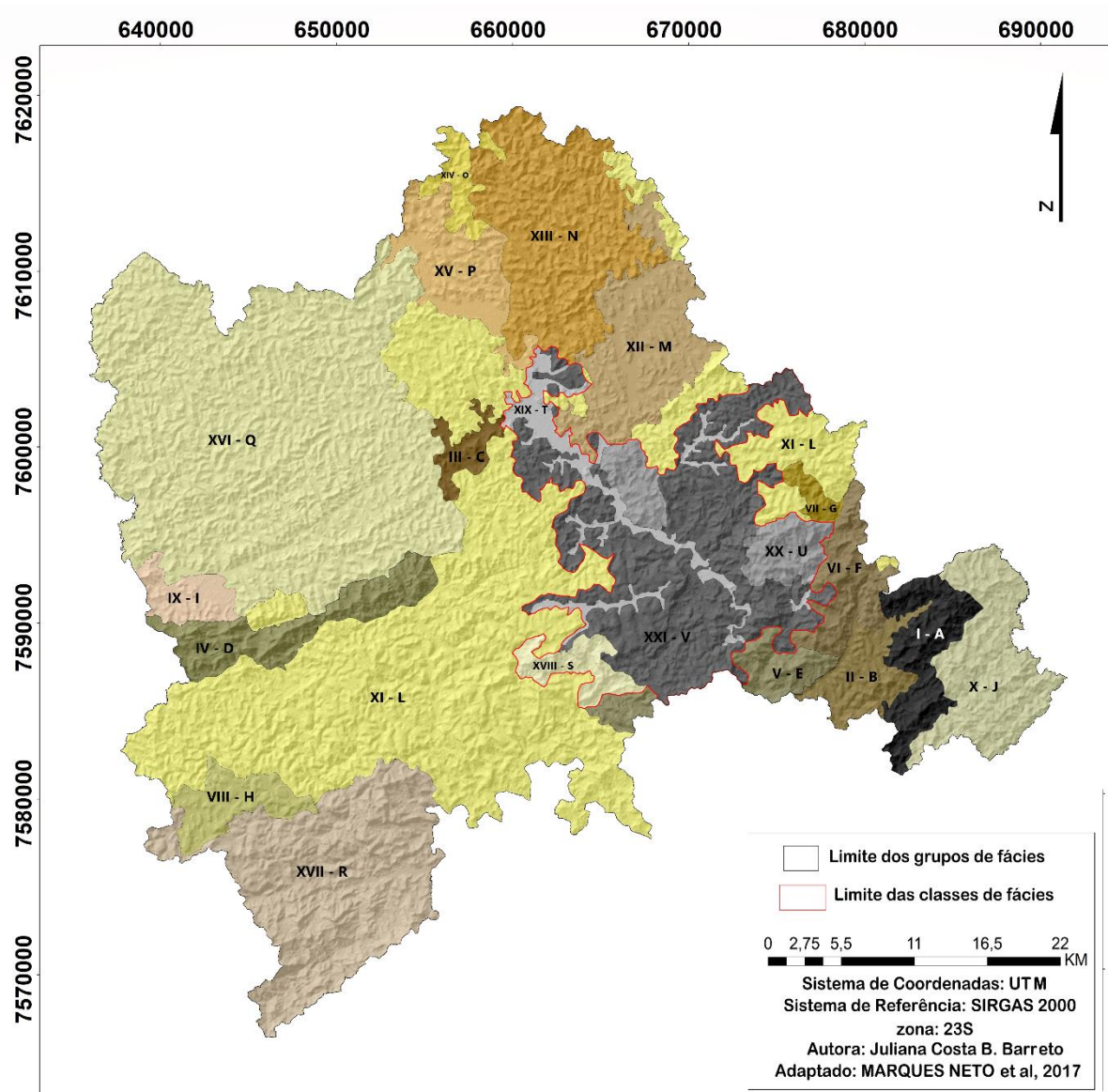


Figura 13: Município de Juiz de Fora (MG): Geossistemas






















CLASSE DE FÁCIAS	MORRARIAS E BAIXAS CRISTAS INTERPLANÁLTICAS ORIGINALMENTE FLORESTADAS	
GRUPO DE FÁCIAS	I - A  Cristas estruturais rebaixadas e morros alinhados em vales confinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem	PREDOMÍNIO DE ESTRUTURAS ANTROPONATURAIS
	II - B  Morros e Morrotes em vales confinados a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência urbana e de pastagem	
	III - C  Morros e morrotes em vales semiconfinados a abertos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência urbana e de pastagem	
	IV - D  Morros alongados em vales confinados a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem	
	V - E  Morros e baixas cristas em vales confinados a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de <i>Eucalyptus</i> e pastagem	
	VI - F  Morros e colinas em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem	
	VII - G  Morros e morrotes em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem	
	VIII - H  Colinas em vales abertos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem	
	IX - I  Morros baixos e morrotes em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de <i>Eucalyptus</i> e pastagem	
	X - J  Morros em vales confinados a semiconfinados sobre Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem	
	XI - L  Morros e morrotes em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem	
	XII - M  Morros e baixas cristas em vales abertos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem	
	XIII - N  Morros e morrotes em vales abertos a semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem	
	XIV - O  Morros e morrotes em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem	
	XV - P  Morros e morrotes em vales abertos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem	
	XVI - Q  Morros e morrotes em vales abertos com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e pastagem	
	XVII - R  Morros e cristas reafeiçoadas com Floresta estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de <i>Eucalyptus</i> e pastagem	
CLASSE DE FÁCIAS	MORROS E PLANÍCIES URBANIZADAS DO VALE DO RIO PARAÍBUNA	PREDOMÍNIO DE ESTRUTURAS ANTROPOGÊNICAS
XVIII - S  Morros e vertentes retilíneas côncavas com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência urbana, <i>Eucalyptus</i> e capoeira em regeneração		
XIX - T  Planícies e terraços urbanizados em vales abertos + geissolos sob influência de pastagem		
XX - U  Morros em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem		
XXI - V  Morros urbanizados em vales semiconfinados com Floresta Estacional Semidecidual alterada sobre latossolos + cambissolos sob influência de pastagem		

Figura 13: Legenda do mapa de Geossistemas.

Os grupos de fácies se diferenciam principalmente pelo gráben do rio Paraíba, onde a densidade urbana intramunicipal é distintamente mais expressiva. Os morros e planícies embutidos no gráben apresentam grandes porções de edificações, processo que inicialmente se consolidou na parte rebaixada do gráben por ser mais propício às construções. Subseqüentemente, os mosaicos construídos se expandiram para as morrarias adjacentes. Ao longo do processo de urbanização, nota-se áreas de cultivos de silviculturas principalmente *Eucalyptus*, e áreas de pastagem. Representando assim, uma classe de fácies

antropogênica que apresenta áreas aterradas, transformações no relevo a partir do aplainamento e construções, impermeabilização dos solos, desvios de drenagem, entre outras características tecnogênicas que transformam intensamente a estrutura e a funcionabilidade dos geossistemas.

Nos demais grupos de fácies é possível observar estruturas antroponaturais, e seus mosaicos ainda apresentam fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual que se misturam com outros tipos de uso e cobertura da área, bem como plantações, pastagem e silviculturas. O tipo e forma de relevo destes grupos apresentam vales semiconfinados em sua maioria se contrapondo com os grupos de fácies antropogênicos do vale aberto do rio Paraíbuna, no qual sua planície é evoluída e estoca mais sedimentos.

Distintamente, a organização natural da estrutura horizontal da paisagem em Juiz de Fora é aquela que define os altos estruturais que balizam a chamada “cidade alta” anteriormente citada, e o baixo estrutural correspondente ao gráben do rio Paraíbuna. A direção geral dos fluxos de matéria e energia estabelece as principais transmissões e conexões entre os domínios emissores das superfícies mais elevadas e os domínios receptores das baixadas fluviais e planícies associadas. Em grande medida, essa espacialidade do relevo influenciou a ocupação humana, projetando-se nitidamente nas duas classes de fácies discernidas pelo grau de urbanização.

Evidente, entretanto, que a transformação modificou sobremaneira a estrutura e os aspectos funcionais dos geossistemas. Nas faixas interfluviais importantes áreas de infiltração e recarga do lençol freático foram impermeabilizadas, tendencialmente aumenta as taxas de evaporação e escoamento superficial, alterando o ciclo hidrológico local. No mesmo sentido, a impermeabilização de planícies fluviais altera sua função receptora e prolonga o domínio transmissor da paisagem na medida em que, ao invés de promover a infiltração, favorece o escoamento em superfície.

Sumarizadamente, pode-se dizer que a interpretação dos grupos de fácies possibilita a compreensão dos diferentes mosaicos ocorrentes na área de estudo, sobretudo no que diz respeito aos seus aspectos estruturais e fisiográficos, mas também trazendo informações importantes sobre os aspectos dinâmico-funcionais que se materializam das interações ocorrentes nos mosaicos. Com base na abordagem geossistêmica aqui proposta, em seu diálogo com a ecologia da

paisagem, o capítulo seguinte se ocupará de discutir como a configuração destes mosaicos afetam as conectividades, analisando os fragmentos florestais de forma mais verticalizada e atinando alguns aspectos quantitativos referentes aos mesmos.



## CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS

### 6.1. Evolução da fragmentação florestal em Juiz de Fora

Tal como ocorre no contexto da Zona da Mata mineira, a fragmentação florestal no município de Juiz de Fora se deu concomitantemente aos ciclos econômicos vigentes ao longo da sua história ambiental, que sucedeu ciclos de uso da terra e exploração da base natural dado por atividades de pastagem, cafeicultura e urbano-industrial.

Em Juiz de Fora, especificamente, tem sido verificada a regeneração de fragmentos florestais na medida em que certas vocações econômicas são substituídas, havendo assim um incremento no número de fragmentos e na área total de superfície florestada. A sequência temporal dos mapas apresentados no projeto MapBiomias (figuras 14 e 15) atestam essa nova dinâmica, com implicações diretas na estrutura dos geossistemas e nas conectividades funcionais dos fragmentos existentes, tanto os fragmentos maiores, de maior potencial difusor, como dos fragmentos menores, que embora não aportem grande diversidade na biota vegetal e animal, figuram como importantes trampolins para os fluxos gênicos locais e regionais.

Ao destrinchar o processo de fragmentação florestal de Juiz de Fora, temos que olhar para o seu processo de uso e ocupação da terra. No contexto histórico-temporal do município, observa-se três períodos marcantes: século dezoito com a implementação do caminho novo; século dezenove pela grande expansão cafeeira até meados de 1930; final do século dezenove até os dias atuais com a agropecuária e industrialização.

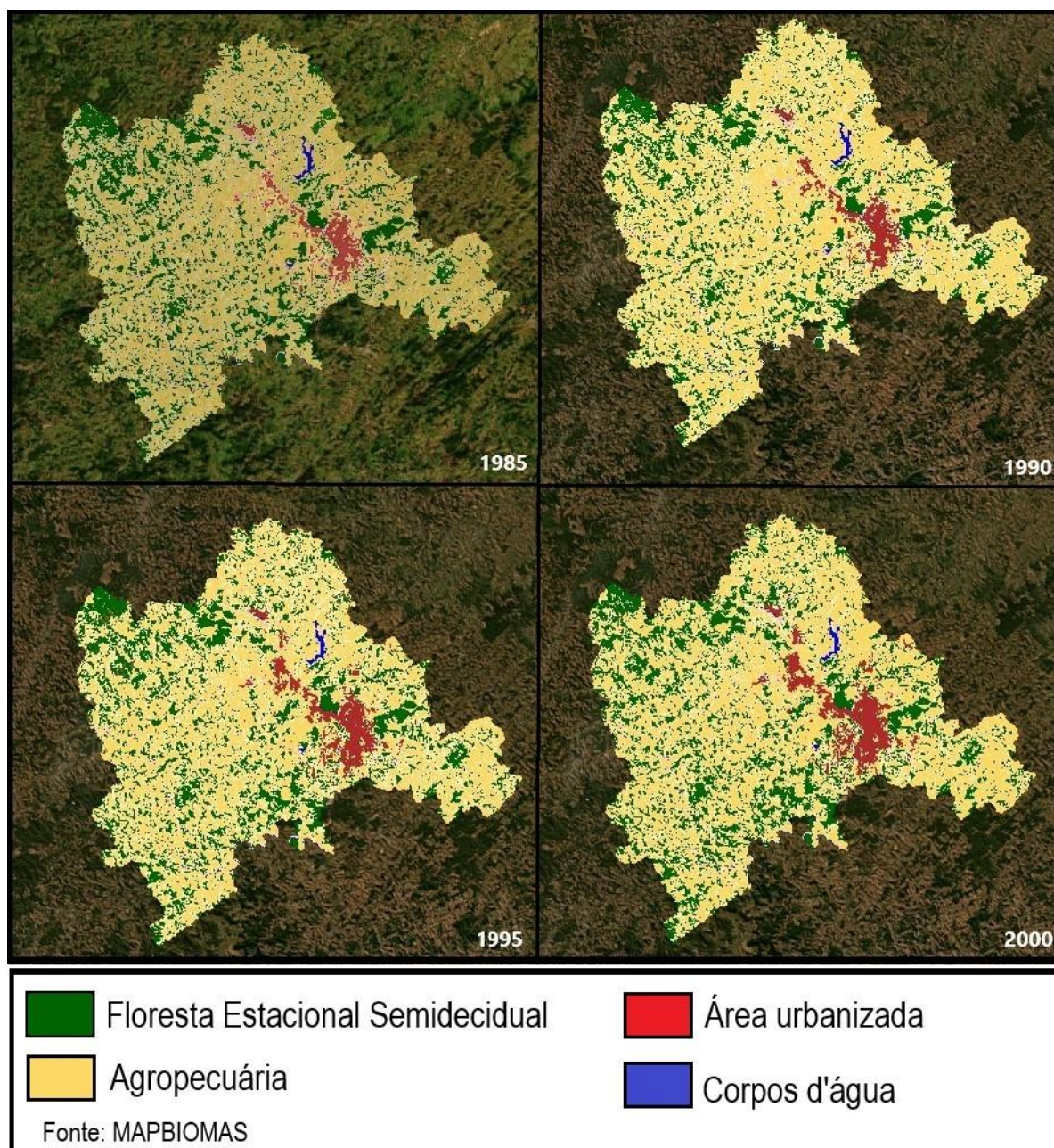


Figura 14: Sequencia temporal do uso e cobertura da terra de Juiz de Fora – MG.

Grande parte destas áreas teve sua devastação da vegetação original sobretudo no período colonial, e equivalem atualmente às áreas de remanescentes de vegetação secundária e herbáceas (gramíneas e *Brachiaria*), empregadas em sua maioria para a pecuária, principal atividade econômica rural do município, ou sem uso específico.

Ao analisar o recorte têmporo-espacial dos anos de 1985 a 2000, observa-se que a pecuária leiteira expandiu notoriamente, onde as terras se tornaram grandes pastagens, pois a tendência à pluriatividade da indústria leiteira e seus

derivados a partir dos anos de 1990 estava crescente na região. Ao estudar a sequência de mapas da figura 16, junto aos fatores históricos e econômicos observa-se que a condição de fragmentação florestal é intensa, onde a maioria da área de estudo encontra-se em estado de utilização de atividades agropastoris.

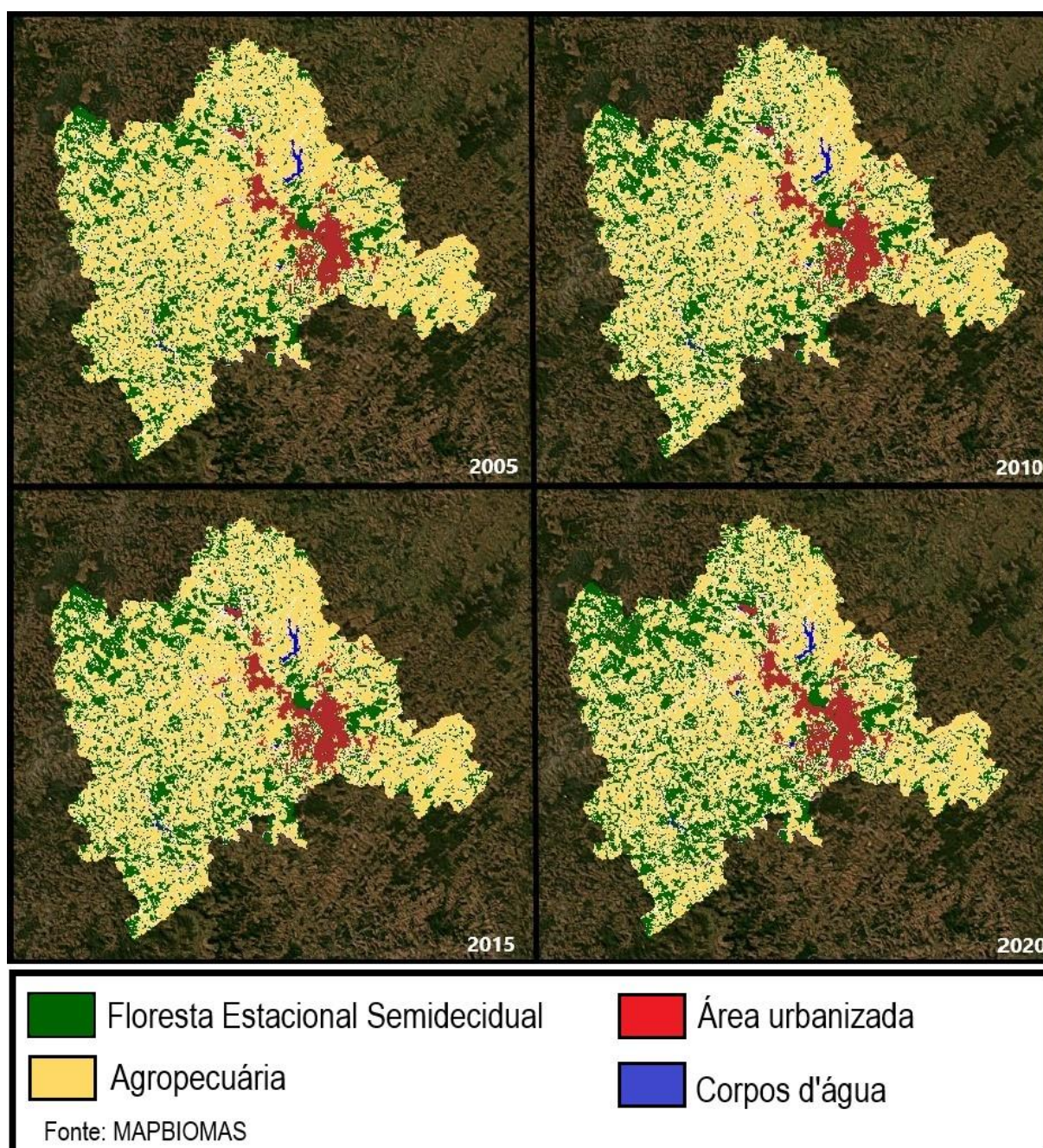


Figura 15: Sequência temporal do uso e cobertura da terra de Juiz de Fora – MG;

É possível identificar que a expansão urbana do município acentuou a partir de meados dos anos de 1990, e como a urbanização transformou a paisagem ao

longo do tempo, bem como suas funções ecológicas originais. Nas áreas urbanizadas, nitidamente essas mudanças aparecem em virtude da devastação quase total da mata nativa, restando poucos remanescentes florestais (figura 16) que se deparam com áreas edificadas, as quais embarreiram fisicamente suas conectividades e impõem dificuldades aos processos dispersivos da flora e da fauna.

Essa dinâmica impõe o aumento em área da classe de fácies urbanizada do vale do rio Paraibuna, com predomínio de estruturas antropogênicas que alteram continuamente a espacialidade, estrutura e funcionalidade dos geossistemas. As unidades de uso e cobertura corroboram para os grupos de fácies que distinguem os aspectos estruturais, funcionais, dinâmicos e fisiográficos. Nas estruturas antroponaturais que estão predominantemente alocadas nas áreas rurais se destacam as florestas em regeneração. Estes remanescentes aparecem em diferentes estágios de sucessão e são capazes de proporcionar um habitat ou desempenhar o papel importante para as conectividades entre os grandes remanescentes.



Figura 16: Trampolins dispostos ao longo da classe de fácies densamente urbanizada sobre o gráben do rio Paraibuna.

Os trabalhos de campo e a elaboração do mapa de uso e cobertura atual possibilitaram uma varredura em boa parte área de estudo, o que foi essencial para a atualização das informações e identificação de novas áreas urbanizadas, processos de fragmentação e atividades secundárias, bem como a expansão de áreas de cultivo de *Pinus* e *Eucalyptus*, dados que podem ser observados na tabela 1. Acerca destes novos meios de produção, a diversidade do uso destas madeiras em várias áreas do mercado, e a rapidez de crescimento dos indivíduos arbóreos são elementos que tem sido considerados como justificativa para explicar a inserção acentuada das silviculturas nas áreas rurais.

Tabela 1: Série histórica do uso e cobertura da terra de Juiz de Fora, MG.

<b>Classes (ha)</b>	<b>1985</b>	<b>2021</b>
Floresta	108,985	41,607
Agropecuária (pastagem)	77,524	67,531
Lavoura temporária	18	29
Monocultura	29	697
Área urbana	3,202	8,304

Fonte: Mapbiomas

O contexto do uso e cobertura da terra ao longo desses 38 anos tem sido um processo intenso de transformação, e como consequência gera grandes fragmentações florestais. Podemos observar que em áreas de solo exposto concentram-se fenômenos de erosão superficial pela falta de vegetação, gerados por pastoreio, manejo inadequado da vegetação, como plantios seguidos de incêndios (figura 17). Nas áreas mais edificadas em períodos chuvosos aparecem grandes escorregamentos devido ao escoamento superficial das águas e também pelo tipo de relevo fortemente declivoso, produzindo assim inúmeras áreas de risco para a população.

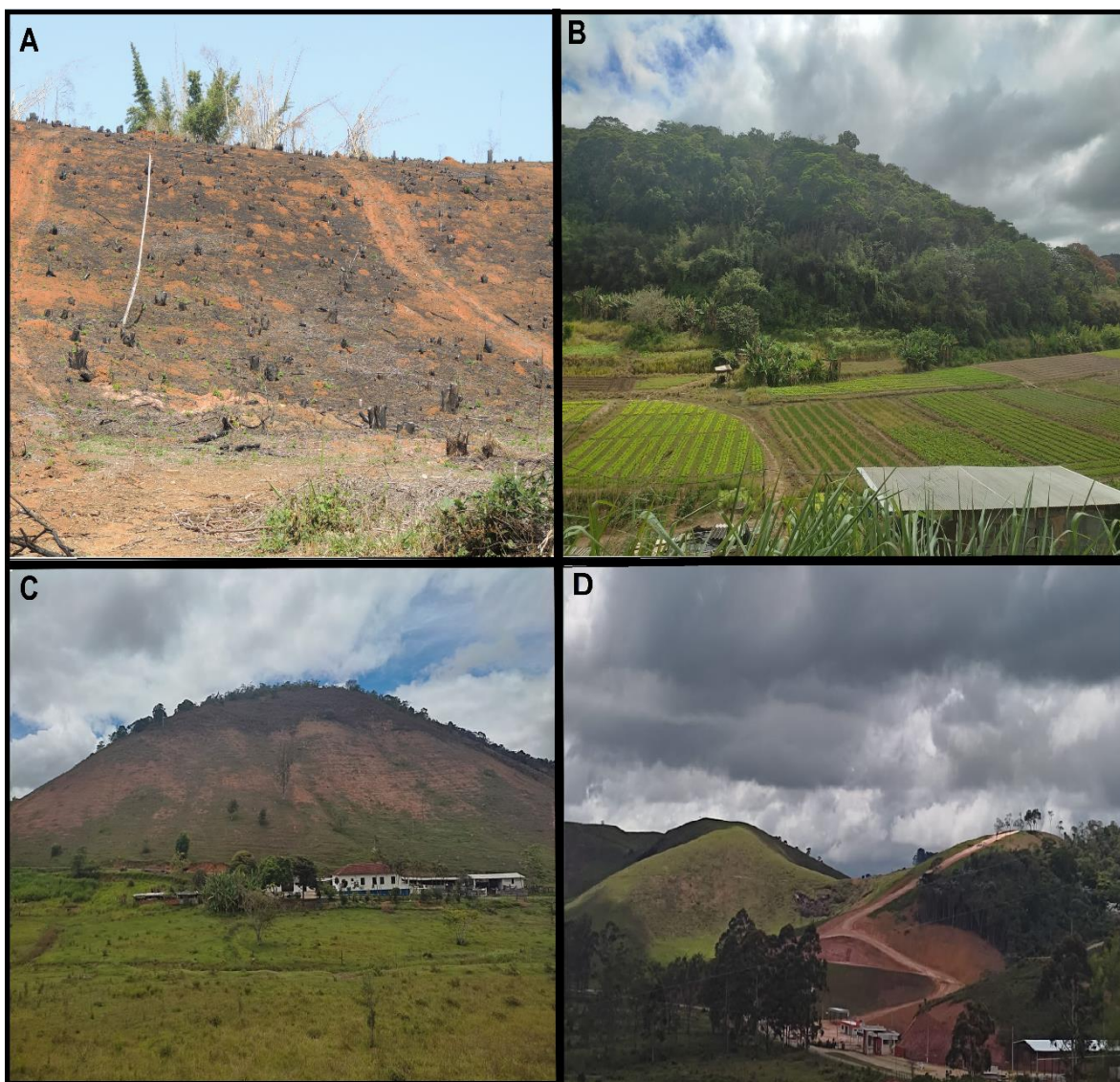


Figura 17: A) Erosão laminar causada pela retirada da vegetação e manejo de fogo (grupo de fácies XII-M); B) Área de cultivo na planície do rio, podendo causar erosão hídrica (grupo de fácies III-L); C) Erosão laminar causada pela retirada de vegetação e pastagem (grupo de fácies III-L); D) Desmatamento da vegetação, alteração na estrutura do relevo para abertura de condomínio residencial (grupo de fácies III-L).

## 6. 2. Resultados referentes ao trato quantitativo

### 6.2.1. Índice de circularidade

A partir do mapa de uso e cobertura da terra foi possível observar que, apesar do intenso processo fragmentação florestal ocasionado pela urbanização e pela pastagem, o município de Juiz de Fora apresenta em sua estrutura da paisagem mosaicos com matriz dada pela vegetação rasteira e fragmentos florestais representativos em áreas densamente urbanizadas e rurais.

Foram mapeados, conforme frisado, 116 fragmentos florestais com área acima de 45 hectares.

Cerca de 90% dos fragmentos possuem forma moderadamente alongada e moderadamente circular, e 10% se adequam às categorias *pronunciadamente circular* e *pronunciadamente alongada* (tabela 2, figura 18). Desse modo, as situações extremas (*pronunciadamente alongado* e *pronunciadamente circular*) perfazem a minoria dos fragmentos, embora sejam importantes na configuração dos mosaicos no espaço intramunicipal.

Tabela 2: Relação índice de Circularidade e classificação dos fragmentos florestais

Índice de Circularidade	Classificação	Quantidade de fragmentos
< 0,25	Pronunciadamente alongado	7
0,26 - 0,5	Moderadamente alongado	63
0,51 – 0,75	Moderadamente circular	42
> 0,76	Pronunciadamente circular	4

Fonte: Autora, 2022.

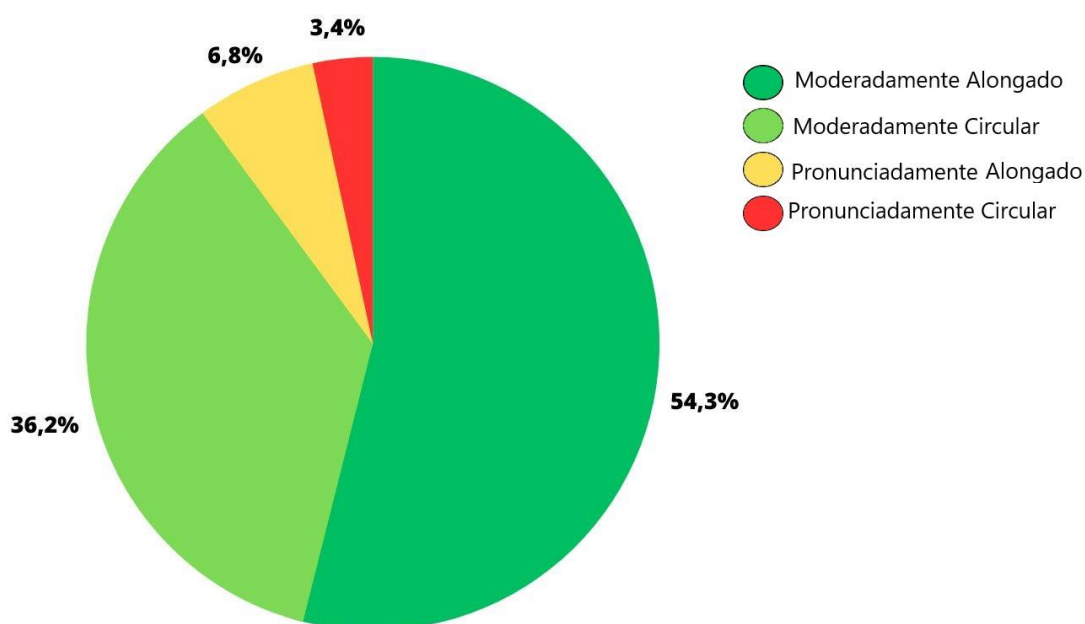


Figura 18: Percentual de fragmentos segundo suas respectivas formas.

Nas direções a sul e sudoeste os fragmentos são mais recorrentes do que no restante do município. A partir do Índice de Circularidade pode-se constatar que neste setor do município as formas dos fragmentos em sua maioria são adequadas às categorias *pronunciadamente alongada* e *moderadamente alongada*, e sobressaem 3 fragmentos com forma e *pronunciadamente circular* (figura 19; tabela 3).

Outro setor numeroso em fragmentos diz respeito às porções norte e noroeste do município, onde foram mapeados 33 fragmentos apresentando forma *pronunciadamente alongada* e *moderadamente alongada*, e apenas 1 fragmento *pronunciadamente circular*. Em toda área aparecem áreas de plantio de *Eucalyptus*, concentradas nesse setor do município, onde são expressivas no mosaico e obstaculizam os corredores funcionais.

Nos demais setores, o processo de fragmentação foi mais intenso, sendo possível observar uma distribuição e espacialização distinta das áreas citadas. Na parte central do município, poucos fragmentos expressivos (acima de 45 ha) subsistem, uma vez que nesse setor é que se concentram as áreas edificadas. Estes fragmentos apresentam forma em sua maioria *moderadamente alongada*.



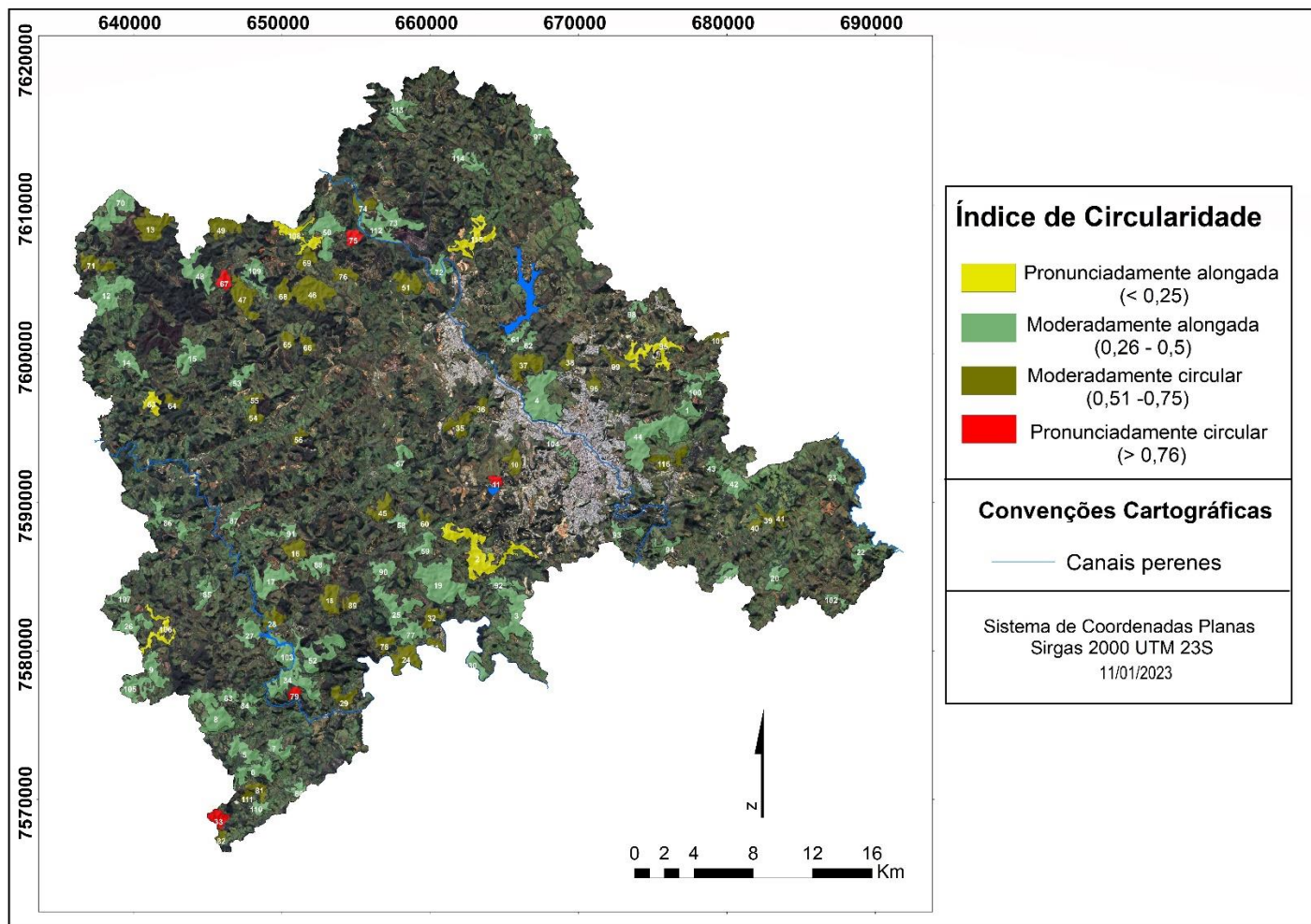


Figura 19: Juiz de Fora – MG: índice de forma.

Tabela 3: índice de circularidade

Fragmento florestal	Área (ha)	Índice de circularidade	Fragmento florestal	Área (ha)	Índice de circularidade
1	116,083	0.44	59	149,667	0.46
2	629,993	0.24	60	68,642	0.60
3	421,606	0.31	61	104,123	0.44
4	589,571	0.45	62	74,372	0.50
5	217,387	0.43	63	113,379	0,16
6	227,909	0.36	64	75,463	0,67
7	151,586	0.43	65	89,907	0,71
8	434,219	0.38	66	92,166	0,69
9	192,395	0.47	67	94,875	0,77
10	144,687	0.61	68	127,361	0,61
11	53,090	0.75	69	125,297	0,68
12	438,290	0.45	70	400,675	0,5
13	326,486	0.63	71	168,560	0,53
14	184,728	0.46	72	139,209	0,47
15	265,290	0.44	73	217,423	0,5
16	164,290	0.68	74	124,189	0,67
17	350,872	0.43	75	91,160	0,77
18	201,540	0.65	76	113,683	0,59
19	706,464	0.49	77	227,870	0,4
20	142,645	0.50	78	97,155	0,51
21	126,557	0.47	79	51,549	0,89
22	125,089	0.40	80	80,312	0,45
23	103,490	0.42	81	89,175	0,52
24	260,715	0.61	82	49,128	0,55
25	342,429	0.42	83	90,219	0,45
26	209,684	0.40	84	107,379	0,41
27	205,819	0.49	85	141,586	0,38
28	153,444	0.62	86	238,582	0,27
29	142,787	0.51	87	145,532	0,31
30	129,220	0.50	88	233,995	0,34
31	59,412	0.60	89	89,980	0,51
32	116,429	0.63	90	145,621	0,49
33	116,765	0.79	91	150,101	0,34
34	342,136	0.35	92	107,810	0,38
35	172,994	0.53	93	118,153	0,32
36	78,085	0.52	94	85,193	0,4
37	277,852	0.54	95	311,903	0,22
38	105,098	0.59	96	76,252	0,64
39	70,080	0.56	97	119,970	0,35
40	53,750	0.62	98	86,239	0,41
41	58,322	0.57	99	73,514	0,52
42	225,583	0.47	100	220,720	0,28
43	49,783	0.45	101	63,875	0,53
44	777,485	0.38	102	62,884	0,36
45	178,183	0.51	103	356,535	0,37
46	436,334	0.66	104	124,188	0,22
47	294,620	0.53	105	242,088	0,28
48	325,071	0.40	106	188,908	0,21
49	213,699	0.57	107	94,748	0,39
50	352,983	0.48	108	246,952	0,25
51	215,820	0.56	109	204,883	0,29
52	350,970	0.38	110	73,044	0,48
53	138,794	0.48	111	46,539	0,57
54	94,850	0.64	112	247,968	0,31
55	45,713	0.54	113	222,556	0,3
56	65,714	0.61	114	176,461	0,3
57	146,185	0.44	115	287,094	0,25
58	88,965	0.47	116	186,039	0,37

Fonte: Autora, 2022.

Os resultados encontrados para o índice de forma dialogam de forma estreita com a distribuição dos geossistemas, com notório distanciamento entre os fragmentos na classe de fácies urbanizada, sobretudo onde as edificações

encontram-se mais adensadas e as estruturas antropogênicas, conseqüentemente, são dominantes.

O Índice de Circularidade apontou que a maioria dos fragmentos considerados apresentam formas *moderadamente alongadas e moderadamente circular*, o que permite afirmar que, em grande parte dos casos, os efeitos de borda são significativos. Ainda assim, permitiu observar que o espaço intramunicipal apresenta auspiciosas perspectivas de conectividade, malgrado a fragmentação e o truncamento dado pela área urbana.

As formas intermediárias, por sinal as predominantes, são aquelas com as quais se relacionam os fragmentos de maiores dimensões, sendo, portanto, as mais estratégicas para as conectividades e para a implantação de linhas contínuas a partir dos mosaicos.

Alguns fragmentos classificados como pronunciadamente alongados também apresentam dimensões expressivas, embora em número bem menor. Entretanto, apesar dos efeitos de borda que tendem a avultar nesse tipo de forma, a projeção linear desta categoria sugere um relevante papel transmissor de fluxos bióticos, funcionando, muitas vezes, como corredores contínuos. De formato irregular, tais fragmentos apresentam extensões mais alargadas intercaladas a gargalos mais estreitos, sugerindo que os efeitos externos aos fragmentos os afetem divergentemente.

As formas mais circulares agregam poucos fragmentos de dimensões menos expressivas (ainda que acima de 40 ha), estando posicionados tanto na parte norte como na porção sul do município e pontuando um quantitativo mais expressivo de formas mais intermediárias.

Conhecendo a distribuição, dimensão e forma dos fragmentos florestais existentes, é possível estabelecer futuras proposições de corredores a fim de dinamizar as conectividades e a funcionalidade dos ecossistemas no conjunto da paisagem, agenda fundamental para a melhoria da qualidade ambiental em áreas significativamente transformadas.

### 6..2.2. Índice de distância

O índice de distância foi calculado para os mesmos 116 fragmentos para os quais mensuramos o índice de circularidade, e os resultados cartográficos são mostrados na figura 20. O mapa em questão promove a espacialização das relações e categorias de distância entre os fragmentos acima de 40 ha selecionados para o trato quantitativo.

Percebe-se que em boa parte da extensão territorial do município existe um bom panorama das distâncias entre os fragmentos, o que é bastante significativo. As classes *próximas* e *medianamente próximas* representam áreas concentradas em alguns setores do município, principalmente a sudoeste, sul e oeste. Nestes setores já é possível visualizar onde existem mais possibilidades de conectividades entre os remanescentes.

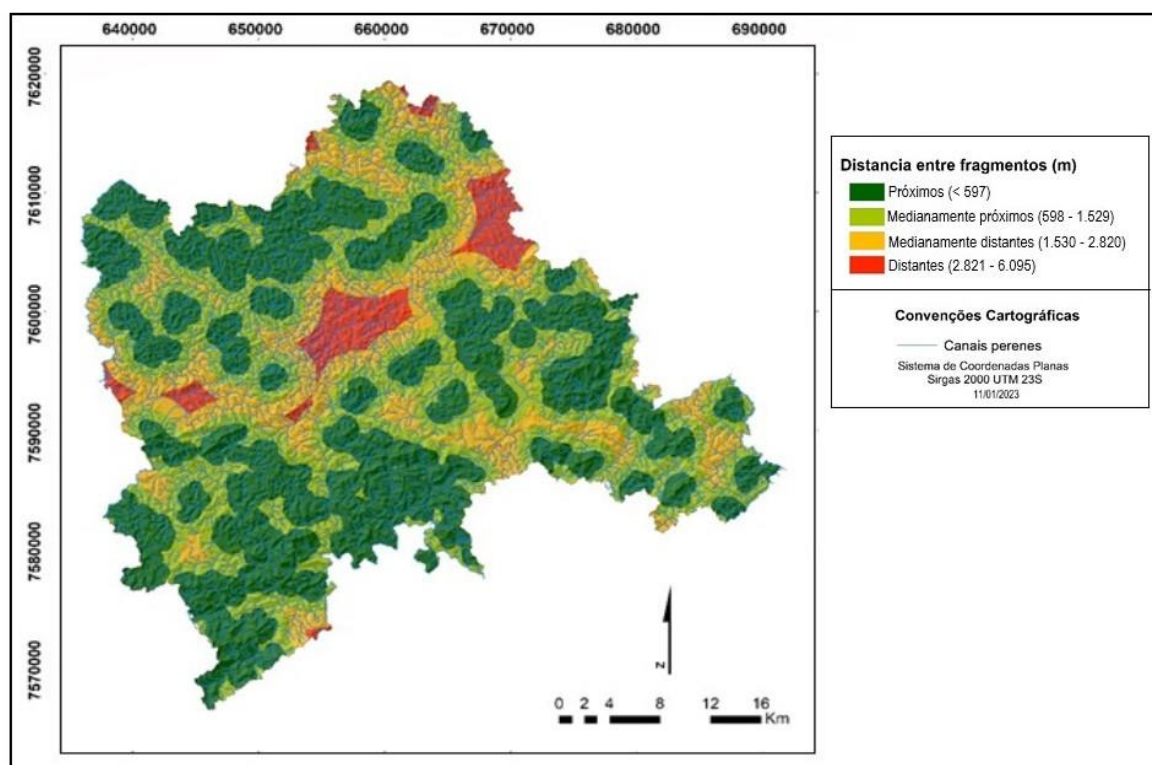


Figura 20: Juiz de Fora – MG: índice de distância.

As áreas onde sobressaem as classes *medianamente próximas* e *distantes* representam também setores com maiores índices de urbanização, plantações de monoculturas e intenso processo de pastagem. Estas distâncias aumentam

intensamente na porção central do município, onde a pastagem é a principal razão para a descontinuidade florestal, ultrapassando distâncias acima de 2.821 metros. No setor a leste, onde a urbanização é intensa e mais contínua, aparecem as classes: *próximas*, *medianamente próximas* e *medianamente distantes*. É importante dizer que neste setor existem Áreas de Preservação Permanente (APP) na forma de matas ciliares que facilitam as conectividades e condicionam uma condição de maior dinamismo nos mosaicos.

As demais relações de distância se capilarizam com o restante dos mosaicos, com distanciamentos tendencialmente menores na classe de fâcies com predomínio de estruturas antroponaturais. Tal relação nem sempre mantém aderência direta, tal como se observa nas direções a NE e O do município, caracterizadas pela presença de grupos de fâcies não urbanizados, porém com distâncias consideráveis entre os fragmentos devido em sua maioria à presença de pastagens e plantações de *Eucalyptus* (figura 21). Os fragmentos nestas áreas sofrem pressão pela matriz, o que favorece o efeito de borda e sobressaem as formas intermediárias do índice de circularidade (0,26 – 0,5 e 0,51 – 0,75) e as maiores distancias estabelecidas no mapa.



Figura 21: (A) Matriz: pastagem; (B) Plantação de *Eucalyptus*; (C) Fragmento Florestal.

Embora a malha urbana seja um elemento que imprime viscosidade às conectividades e fluxos gênicos associados, sua espacialidade não é plenamente congruente com a espacialidade encontrada para a distância entre os fragmentos. Enquanto o tecido urbano mais contínuo de Juiz de Fora apresenta uma distribuição nitidamente disposta no mesmo sentido do gráben do rio Paraibuna (NW-SE), a faixa de maior distanciamento apresenta direção marcadamente E-W, interceptando diferentes mosaicos, entre os quais aqueles com urbanização mais adensada. Observa-se, portanto, que outros elementos concernentes a estrutura dos geossistemas influenciam nas interrupções principais, conforme atinado pela presença de pastagens mais extensas e das aludidas práticas silviculturais.

## CAPÍTULO 7 – INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS: UMA PROPOSTA DE CORREDORES ECOLÓGICOS PARA JUIZ DE FORA (MG)

Diante dos resultados parciais expostos previamente, o presente capítulo tem função integradora, pois a partir da interpretação da relação entre os geossistemas e as métricas dos fragmentos será realizada a proposta de corredores ecológicos para o território municipal de Juiz de Fora.

Os diferentes mosaicos que formam a paisagem, cuja interpretação dos conceitos relacionados à sua estrutura compreende a dinâmica do uso e cobertura da terra, são fundamentais para a proposição de corredores ecológicos a partir da consideração das diferentes variáveis, biofísicas e humanas, que integram a paisagem e os geossistemas associados. As unidades dos geossistemas classificados e mapeados, estabelecidas nas classes de fácies e seus respectivos grupos, são dadas por arranjos genético-estruturais e graus de transformações heterogêneas, e configuram a integridade de mosaicos na paisagem. Tais mosaicos, reafirma-se, foram estabelecidos a partir dos grupos de fácies, unidades topológicas que permitem de forma adequada a interpretação nos termos de uma organização em matriz, fragmentos e corredores operada em escala de semidetalhe. Tal lógica permitiu que fossem considerados os fragmentos acima de 45 ha como os difusores principais, bem como os fragmentos menores que exercem a função de trampolim ecológico, que em conjunto formam os agrupamentos de mosaicos.

A matriz é a unidade que comanda a dinâmica dos mosaicos, cercando e afetando diretamente os fragmentos e corredores existentes. Nessa circunstância, deve-se olhar atentamente para a área de estudo, onde a matriz é antrópica, dada por gramíneas e pastagem na classe de fácies *Morrarias e baixas cristas interplanálticas originalmente florestadas*. Já na classe de fácies *Morros e planícies urbanizadas do vale do rio Paraibuna* a matriz é urbana, fatores que influenciam sobremaneira as funções bióticas e abióticas nos mosaicos.

Para auxiliar a interpretação e discussão sobre o papel dos mosaicos (grupos de fácies) e compreender quais as melhores perspectivas de conectividades existentes entre os mesmos, foi proposto um zoneamento que mostra o potencial dos diferentes setores do município para a proposição dos

corredores florestais. A delimitação das seis zonas se deu, portanto, a partir concentração de fragmentos nos mosaicos e do potencial de conectividades que suas estruturas engendram. (figura 22).

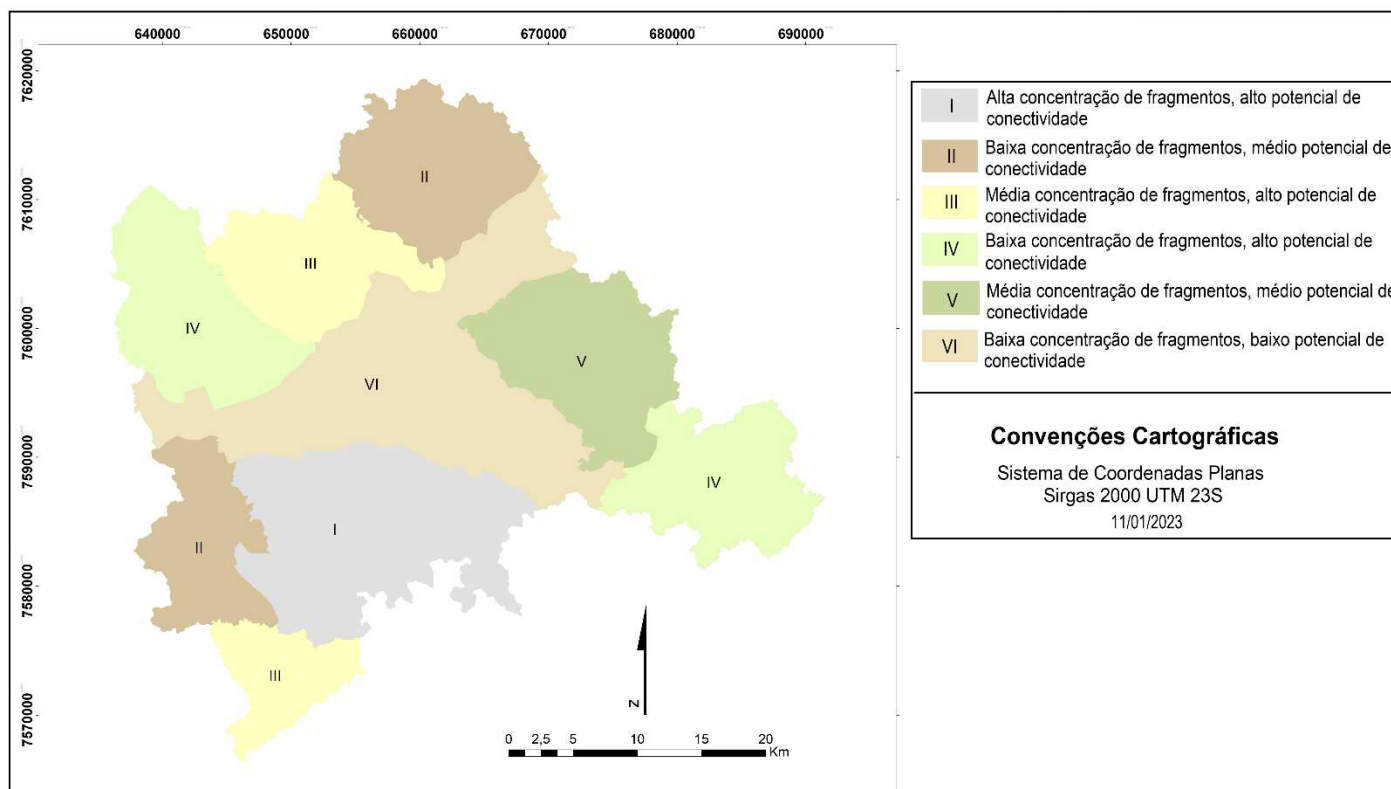


Figura 22: Juiz de Fora - MG: Zoneamento de conectividades.

Verifica-se que a zona I possui *alta concentração de fragmentos e alto potencial de conectividades*, fazendo parte dos grupos de fácies com estruturas antroponaturais: XVII-R, XI-L e V-E. Esta estrutura se destaca por apresentar 30 fragmentos florestais, sendo a maioria *moderadamente alongados e moderadamente circular*, além de um fragmento *pronunciadamente alongado* e um fragmento *pronunciadamente circular*. As classes de distância entre os fragmentos são favoráveis, estando, em geral, *próximos* ou *medianamente próximos*. Existe, nesse setor em específico, uma significativa quantidade de pequenos fragmentos que servem de trampolins ecológicos promovendo a alta conectividade entre os remanescentes.



Consoante aos grupos de fácies XIII-N, XII-M, XV-P e XVI-O e as métricas utilizadas, a zona II apresenta grupos de fácies que estabelecem diferentes processos gênicos e propiciam os corredores em mosaicos, que dinamizam e se conectam com as zonas I e IV, que por sua vez possuem *médio e baixo potencial de conectividade*. Alguns elementos como *Eucalyptus*, enclaves urbanos e pastagem agem como obstáculos para estas conectividades, o que coloca os fragmentos nas quatro classes de distâncias, sobressaindo a classe mediamente distante e com índice de forma *pronunciadamente alongado e moderadamente alongado*. Ao se conectar com a zona III as perspectivas melhoram, tendo em vista que alto potencial de conectividades que a caracteriza.

A configuração da zona III é dada por um mosaico com *média concentração de fragmentos e alto potencial de conectividades*, formada pelos grupos de fácies XVI-Q e XI-L. Os fragmentos difusores desta zona representam em sua maioria a classe *moderadamente circular* e distâncias *próximas e mediamente próximos*, alavancando o alto potencial de conectividades, sendo extremamente importante, uma vez que faz fronteira com a zonas II, IV e VI, que apresentam baixa concentração de fragmentos. Sendo que a zona IV também está inserida no geossistema XVI-Q, representativo do setor com alta concentração de plantações de *Eucalyptus* de todo o município. Apesar de tais condições, possui alto potencial de conectividade, inclusive com a zona VI.

As zonas II e VI apresentam médio e baixo potencial de conectividades, respectivamente, perpassando tanto os grupos de fácies com predomínio de estruturas antroponaturais como aqueles com predomínio de estruturas antropogênicas. Dito isso, a zona III é uma das mais importantes para o município, pois se conecta com as zonas extremamente afetadas por intensas ações antrópicas.

A zona V é uma das mais dinâmicas, agregando cinco grupo de fácies na formação dos mosaicos existentes (VII-G, VI-F, XI-L, XXI-V e XX-U), intercalando entre as planícies e terraços da bacia do rio Paraibuna e as morrarias interplanálticas que sofrem influências, sobretudo, de urbanização e pastagem (figura 23).

Assumindo as classes *média concentração de fragmentos, médio potencial de conectividades, e índice de forma moderadamente alongados e moderadamente circular*, esta zona possui um importante remanescente transmissor de fluxo gênico,

pois o Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, que fica situado na Mata do Krambeck, estabelece as boas chances de conexões principalmente com a *zona IV-B*, que está excessivamente dominada pela pastagem.

Os fragmentos estão *próximos e medianamente próximos*, mas truncando com a malha urbana de Juiz de Fora, fazendo com que as conectividades fiquem menos propícias. O fato de não haver matas ciliares nas em significativas extensões das margens do rio Paraibuna intensifica ainda mais este efeito de interrupção entre os fragmentos. Contudo, ainda assim, esta zona de fato é transmissora de fluxos gênicos, e as conectividades são adequadas para dentro e fora do município.



Figura 23: Vista geral da Zona V: mosaico entre estruturas antroponaturais e antropogênicas.

A *zona VI* tem configuração formada por geossistemas de estruturas antropogênicas e antroponaturais, e os grupos de fácies que a perpassam são os

III-C, IV-D, V-E, XI-I, XII-M, XVI-Q, XVIII-S, XIX-T, XXI-V. Entre pastagens, silviculturas e urbanização, esta zona é a que apresenta índices de distância mais altos: *medianamente distantes e distantes*, notoriamente na parte central do município, possuindo *baixa concentração de fragmentos, baixo potencial de conectividades*, com formas *pronunciadamente alongada e moderadamente circular*.

As conectividades são dadas também em função das estruturas da paisagem, fundamentalmente a partir do uso e cobertura e da malha hidrográfica, bem como dos trampolins. Isso explica porque zonas com baixa concentração de fragmentos podem apresentar conectividade média a alta, conforme pode ser apreendido pela observação do mapa que especializa a distância entre os fragmentos.

A importância de assumir novas conectividades entre os fragmentos a partir dos trampolins é de suma importância para gerar novos corredores, os quais deverão melhorar as funções geocológicas desta paisagem. Portanto, decifrar o que ocorre na matriz pode ser a solução para compreender o que poderá acontecer nos fragmentos (FERNANDEZ, 1997).

Diante de todos resultados aqui expostos, e a delimitação das zonas e mosaicos da paisagem, evocamos novamente o conceito de trampolim ecológico (*stepping-stone*), que são pequenos fragmentos que funcionam como pontos de ligação entre os grandes fragmentos. A partir disto, a compreensão da dinâmica funcional destes trampolins permite que os mesmos sejam considerados como elementos de conectividade estrutural da paisagem, que promovem a funcionalidade dos fluxos entre os corredores e fragmentos, favorecendo processos como: dispersão de fauna, reestruturação de fragmentos mais afetados por efeito de borda, a resistência/resiliência de habitats e populações, entre outros. Assim, Lindenmayer e Fisher (2006) ressaltam que os trampolins ecológicos são pequenas manchas de habitats espalhadas na matriz que auxiliam a conectividade do habitat facilitando a dispersão de algumas espécies.

Fundamentalmente, os pequenos fragmentos promovem diferentes vantagens dos grandes fragmentos, e podem ser pensados como integrantes que complementam os processos dinâmico-funcionais nos mosaicos. Trampolins ecológicos tem grande potencial para aumentar a permeabilidade da matriz em

áreas onde não são possíveis a implementação de corredores lineares (FORMAN, 1995; UEZU *et al.* 2008).

Desse modo, existe uma interatividade entre os fragmentos maiores, que configuram as principais ilhas de habitat, e os pequenos fragmentos que exercem a função de trampolim. A partir dessa relação, explícita nos grupos de fâcies, foi realizada uma proposta de conectividades para o espaço territorial de Juiz de Fora, conforme anteriormente anunciado (figura 24).

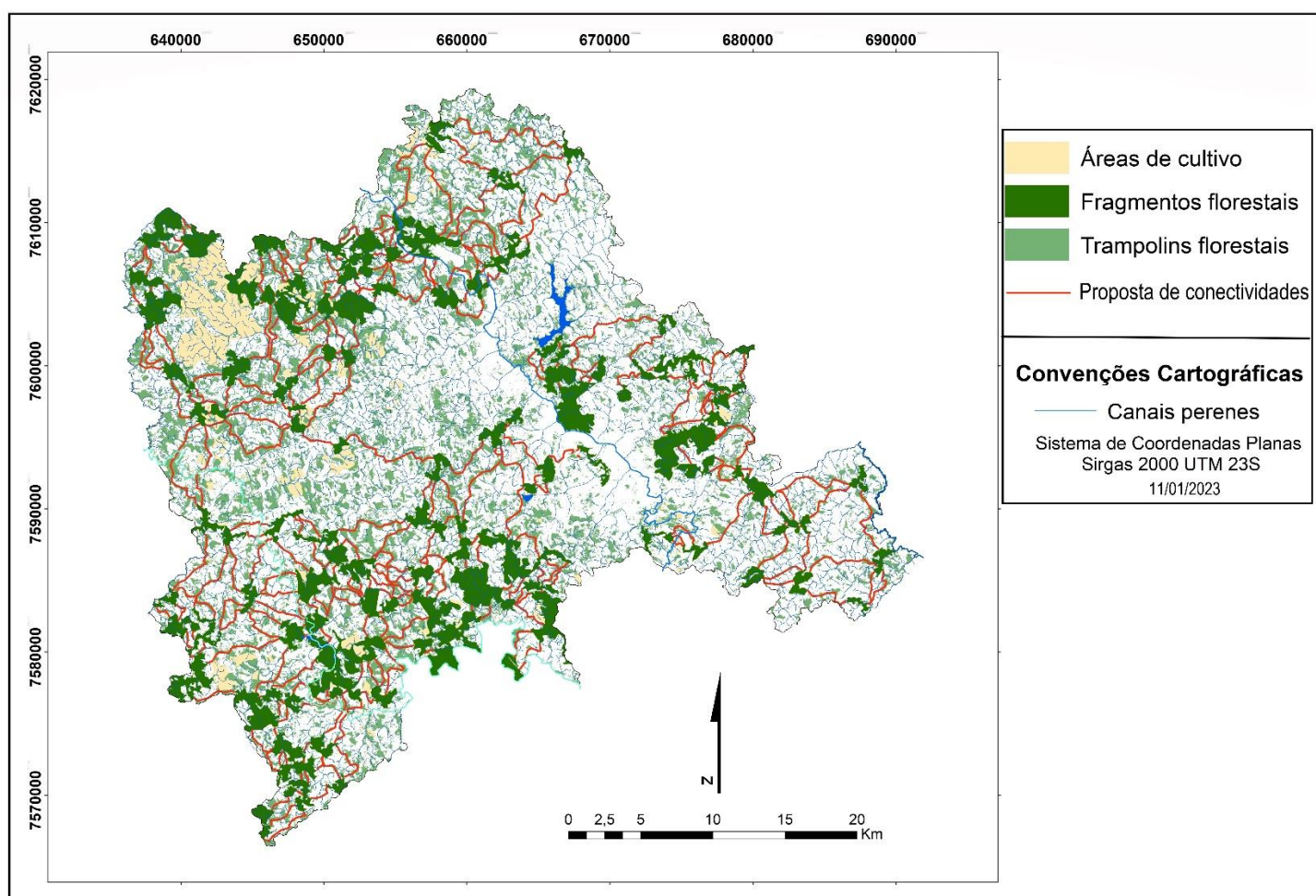


Figura 24: Proposta de conectividades para o município de Juiz de Fora (MG)

A variação dos mosaicos no espaço intramunicipal revela uma série de especificidades e condições ambientais que podem ser atinadas na presente discussão.

As zonas de baixa concentração perpassam diferentes geossistemas, com porções significativas dos geossistemas XI-L e XII-M, contidos na classe de fâcies

com predomínio de estruturas naturais, e XIX-T e XXI-V, contidos na classe de fâcies com predomínio de estruturas antropogênicas. Nesse setor, a principal estrutura obstaculizadora, conforme tem sido sublinhado, é a malha urbana. Ainda assim, os grupos de fâcies não urbanizados ou de urbanização rarefeita não são favoráveis.

Nesses grupos de fâcies os fragmentos difusores são distantes entre si e os mais diminutos são caracterizados pela ocorrência de espécies pioneiras com regeneração nas últimas décadas, o que pode ser constatado pela presença recorrente de embaúbas (*Cecropia sp*), bioindicador de regime de sucessão pioneiro. Outras espécies de caráter mais pioneiro, como quaresmeiras, ipês, angicos, entre outras formas de vida arbóreas, partilham do quadro florístico mais recorrente nessas áreas.

A observação ao mapa da figura 25 releva que os circuitos mais funcionais se formam nas porções N e SW do município, com um circuito menos ramificado na parte SE. O grande hiato do setor central, já assinalado pelo índice de distância se encontra no setor central, sublinha a importância de um grau aceitável de proximidade entre os fragmentos maiores para a formação de corredores em mosaico mais funcionais, bem como para a proposição de continuidades a partir dos mosaicos existentes.

As porções norte e sul de Juiz de Fora podem ser conectadas a partir de um corredor diagonal que intercepta os poucos fragmentos espacialmente expressivos que ocorrem no setor central do território municipal. Mais uma vez o papel dos pequenos fragmentos se faz imperioso, tanto para propiciar a função de trampolim nos mosaicos vigentes, como no favorecimento que fornece para o estabelecimento de ligações mais contínuas.

Há de se observar também que os regimes sucessionais são variáveis, sendo aferido estágio mais avançado em média/baixa vertente, enquanto na alta vertente a presença de vegetação pioneira indica um estágio mais inicial. O fragmento a seguir, apresenta dois tipos de estágios sucessionais, e se adéqua como corredores em mosaicos (figura 25), ainda que a perspectiva de conectividade nesse setor não seja significativa.



Figura 25: Fragmento com diferentes estágios sucessionais.

Em campo, foram identificadas ao longo da Rodovia Washington Luís (BR-040) fragmentos que possuem muitas matas com vegetação em regeneração, a exemplo do que ocorre na baixa bacia do córrego Humaitá, que apresenta áreas com vegetações helófilas, típicas de ambientes saturados e mal drenados, e fragmentos descontínuos e de pequeno tamanho no domínio das vertentes, mas que promovem, enquanto trampolins, a configuração mosaicada que conecta os fluxos entre o alto estrutural e o gráben do rio Paraibuna. No entanto, a passagem da BR-040 causa uma ruptura deste sistema e impõe sucessivas mudanças antrópicas que interferem de maneira negativa (figura 26). A bacia em questão também é caracterizada por vales incisos encaixados conectados a relevos mais elevados, profundamente dissecados com fragmentos florestais e pastagem.

A vegetação ripária é importante para a contenção de processos erosivos nas margens de rios, além de serem geoambientes com reconhecida capacidade de promover o fluxo de fauna e dispersão vegetal, sendo assim importantes aliados para a formação de corredores ecológicos, o que reafirma a relevância da preservação das conectividades existentes ao longo dessas faixas lineares vegetadas. Em situações disruptivas, a exemplo do que ocorre com a interposição da expressiva malha urbana juiz-forana, as matas ciliares muitas vezes configuram as únicas possibilidades para o estabelecimento de conectividades funcionais.

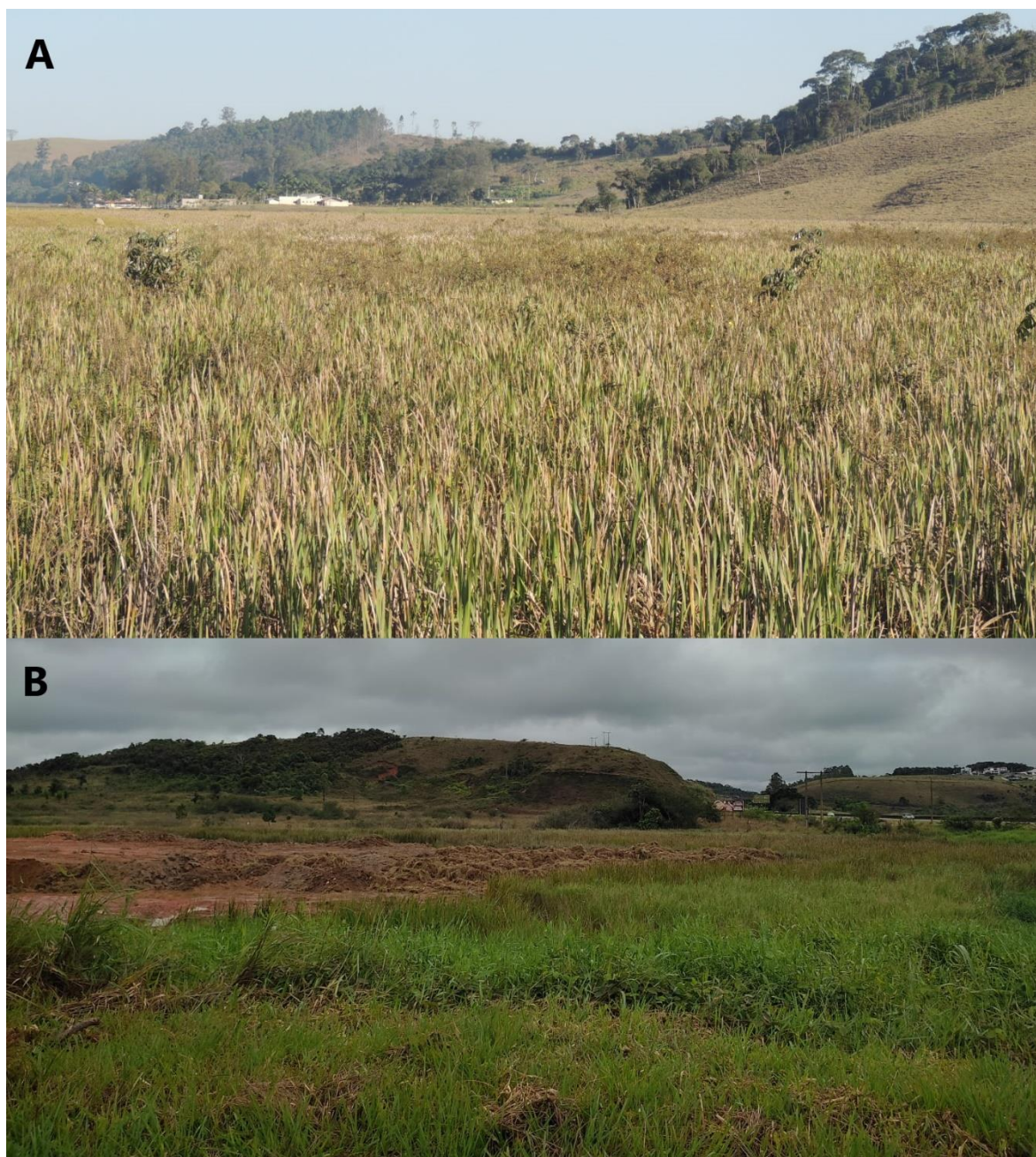


Figura 26: A) Área com vegetações helófilas. B) Área antropizada sob influência de pastagem.

Na bacia do córrego Santo Antônio em específico, constata-se uma estreita superfície interfluvial fazendo contato entre os geossistemas XI-L e XVIII-S. Possui divisores retilíneos e estruturalmente controlados, formando várzeas e áreas úmidas que engendram corredores em mosaicos, como também ocorre na bacia

dos córregos Humaitá e Salvaterra, este último pertencente à bacia do rio do Peixe, que por sua vez tem grande influência regional (figura 27).



Figura 27: Área úmida associada a corredores em mosaico.

Além dessas características, a área apresenta um importante fragmento com função dispersora para dentro e fora do município via rio do Peixe, e que é interrompido abruptamente pela passagem da BR 040. Nesse setor ocorrem fragmentos alinhados típicos de áreas úmidas que são interrompidos por pastagem, áreas urbanas e capoeiras em regeneração (figura 28).





Figura 28: Fragmento com função dispersora em mosaico antroponatural.

Os trampolins que perpassam a bacia do córrego São Pedro, principalmente aqueles ao redor da represa do bairro São Pedro e do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, fazem conexão descontínua com o morro do Cristo até fechar novamente um circuito na altura da BR-040 (figura 30), gerando, deste modo, possíveis conectividades que interligam as bacias dos córregos Humaitá, São Pedro e Santo Antônio, além de abrir possibilidades de conexão com áreas circunvizinhas.



Figura 29: Trampolim ecológico na bacia do córrego São Pedro.

A interpretação dos mosaicos da paisagem de Juiz de Fora - MG sugerem que as machas florestais estavam estruturalmente conectadas, e ao longo da trajetória de uso e cobertura do município a área foi densamente fragmentada. Mas, a partir do declínio do setor primário e do êxodo rural, este processo de fragmentação vem sendo reduzido. Notoriamente, a partir de 2005 os fragmentos vêm se regenerando, registrando-se um aumento da cobertura arbórea e engendrando novas conectividades.

Com base nos geossistemas e nas métricas utilizadas, observou-se que existem amplas áreas com fragmentos florestais que funcionam como ilhas de habitats e muitos trampolins ecológicos que proporcionam mosaicos heterogênicos que possuem integridade ambiental para compor os corredores.

Ainda que o cenário seja promissor, existem áreas que necessitam de maior recuperação, sobretudo nas encostas onde o pisoteio de bovinos é intenso e nas áreas com produção de cultivos que desconectam os remanescentes. Estas áreas carecem de estratégias para reverter o avanço do efeito de borda nos fragmentos e trampolins existentes.

## CAPITULO 8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fragmentação florestal e a perda e alteração estrutural e funcional de habitats são uma das principais causas de perda de biodiversidade e degradação do patrimônio natural. Os geossistemas ocorrentes em Juiz de Fora revelaram um mosaico fragmentado devido, principalmente, ao processo de uso e ocupação da terra. Nesse sentido, os elementos gerais da história ambiental da Mata Atlântica, regido pela sucessão de ciclos econômicos, em certa medida se replica na área de estudo, pelo menos a partir do ciclo cafeeiro.

Desta forma, as reflexões alcançadas e os resultados gerados a partir da integração da concepção geossistêmica e da ecologia da paisagem deu suporte para interpretar as relações tempo-espaciais e os fluxos de matéria e energia que ocorrem nesta paisagem, para assim propor os corredores ecológicos.

O mapeamento do uso e cobertura e dos geossistemas segundo seus aspectos estruturais possibilitaram a compreensão dos aspectos funcionais e dinâmicos da paisagem. A diferenciação de áreas a partir dos grupos de fácies pertencentes a fileira dos geômeros se mostrou eficaz para a interpretação dos mosaicos estruturais e funcionais existentes no município, sendo que a proposição das conectividades se baseou nos aspectos estruturais encontrados e funções geoecológicas associadas.

A escala trabalhada (1/50.000) foi adequada para representação cartográfica dos geossistemas e dos fragmentos de maior expressão espacial. A associação entre as estruturas existentes e as funções geoecológicas da paisagem e suas inter-relações, amparada pela ecologia da paisagem por meio das suas métricas, permitiu interpretar os índices de forma e distância que deram aporte para a análise dos mosaicos e foram essenciais para a definição de zonas de conectividade e ilhas de habitat. De acordo com as conectividades propostas, considera-se que os fragmentos acima de 45 ha servem como uma referência dimensional adequada para a identificação de áreas dispersoras e formação de circuitos.

Os fragmentos florestais acima de 45 ha estão distribuídos de maneira relativamente próxima maior parte da área, e em sua maioria apresentam formas *moderadamente alongada e moderadamente circular*, agregando assim aspectos métricos que reforçam sua propriedade enquanto áreas difusoras principais.

Existem inúmeros pequenos fragmentos que servem de trampolins ecológicos e exercem a função de pontos de ligação entre as ilhas de habitat mais expressivas, sendo eles, extremamente importante para a funcionalidade dos mosaicos. Depreende-se disso a importância dos pequenos fragmentos em consórcio com aqueles de maior dimensão.

Os corredores ecológicos concebidos a partir da investigação da estrutura e da funcionalidade dos mosaicos da paisagem, quando implementados, transformam os mosaicos, modificam a estruturas dos geossistemas, dinamizando os fluxos gênicos, gerando a conectividades em áreas com domínio de estruturas antropogênicas. Nesse sentido, os corredores em mosaico figuram como organização espacial bastante estratégica para dirimir os processos deletérios que a Mata Atlântica vem sofrendo desde o advento da colonização europeia.

Os efeitos da fragmentação da Mata Atlântica tem sido severos, o que justifica a presente pesquisa, que ajudou a compreender a dinâmica dos mosaicos da paisagem de Juiz de Fora – MG e entender que nas últimas décadas os fragmentos florestais do município estão em processo de restauração ecológica, destacando remanescentes em regeneração, com diferentes estágios sucessionais. A abordagem dialógica entre os caminhos metodológicos que consorciaram a cartografia dos geossistemas e as métricas dos fragmentos se mostraram adequadas para compreensões de tal ordem.

O município apresenta boas perspectivas de conectividades para dentro e fora de seu território. No entanto, observou-se um expressivo grau de isolamento na parte central, recortados principalmente por pastagem e urbanização, indicando que a pressão sobre os remanescentes florestais é desigual, e que diferentes fatores de ameaça ainda pressionam as florestas tropicais atlânticas e dificultam a restauração de sua composição e funcionalidade.

Cabe destacar que o planejamento ambiental, junto a perspectiva geossistêmica e da ecologia da paisagem desvenda as particularidades da estrutura e funcionalidade dos mosaicos, uma vez que tem como função principal o estudo integrado da paisagem, de maneira holística e sistêmica. A partir disto, a construção dos corredores ecológicos, oriundas do estudo integrado da paisagem, será capaz de dar respaldo na tomada de decisões, principalmente para o poder público, no que se refere as fragilidades ambientais, uso e restrições do patrimônio natural e da implantação dos corredores.

## REFERÊNCIAS

ABREU, A. A. D. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 51-67, jul./2003.

AB' SABER, A. **Os domínios de natureza do Brasil**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>. Acessado em: 02 abr. 2022.

ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na Área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. (Dissertação de Mestrado em Gestão do Território) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR, 2008. 74p.

AMARAL MVF, SOUZA AL, SOARES VP, SOARES CPB, MARTINS SV, LEITE HG et al. Dinâmica da cobertura vegetal (1980-2004) em um projeto de produção florestal, nos municípios de Bugre e Ipaba, MG. **Revista Árvore**. 33 (2), p. 315-325, 2009.

ANDERSON, A. B.; JENKINS, C. N. **Applying nature's design: corridors as a strategy for biodiversity conservation**. New York: Columbia University Press, 2005. 231 p

ASSIS, D. C. **O comportamento térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região central de Juiz de Fora-MG**. Dissertação de mestrado (em Geografia), Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016

AYRES, J.M. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977. 351 p.

BERTRAND, Georges. PAISAGEM E GEOGRAFIA FÍSICA GLOBAL. ESBOÇO METODOLÓGICO. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 8, p. 141-152. dec. 2004.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007. 332p.

BORGES, L. F. R.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; ACERBI JUNIOR, F. W.; FREITAS, G. D. Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 10, p.22-38, 2004.

CADIÑANOS, J.A. Y MEAZA, G. **Valoración de la vegetación**. Em Meaza, G. (Dir.-Coord.) (2000). Metodología y Práctica de la Biogeografía. Barcelona, Ediciones del Serbal.

CASTRO, I. E. **Paisagem e turismo**: de estética, nostalgia e política. In: YÁZIGI, E. (org.). *Paisagem e Turismo*. São Paulo: Contexto, 2002. 226p. p.121- 140.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography**: a systems approach. London: Prentice Hall, 1971. 370p

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236 p.

CLAVAL, Paul. **A Geografia Cultural**. 2ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. 453p.

COSTA, R. A. Análise biogeográfica do Parque Municipal do Goiabal em Ituiutaba – MG. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 33, v. 1, p. 68-83, 2011.

COUTINHO, L.M. **Biomass brasileiros**. Oficina de textos. São Paulo, 2016. 127p.

DEAN, Warren. A Ferro e Fogo. **A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995, 484p.

DE LA BLACHE, P. V. O Princípio da Geografia Geral. **Geographia**. Ed, v. 3 n. 6 (2001).

DUARTE, B. P. **Evolução tectônica dos Ortognaisses dos complexos Juiz de Fora e Mantiqueira na região de Juiz de Fora, MG: Geologia, Petrologia e Geoquímica**. Tese de Doutorado (em Geoquímica e Geotectônica). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

DUARTE, B. P. et al. Geologia das folhas Juiz de Fora e Chiador. In: PEDROSASOARES, A. C. et al. (Org.). **Projeto Sul de Minas**. Belo Horizonte: Comig/Seme, 2003. v. 1. p. 153–258.

EDUARDO, C. C. **Cartografia geomorfológica comparada: aplicações no município de Juiz de Fora-MG como subsídio ao planejamento**. Dissertação de Mestrado (em Geografia), Instituto de Ciências Humanas- ICH, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

ETTO, T. L. et al. Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Campinas -SP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, dez. 2013.

FERNANDEZ, F. A. S. Efeitos da fragmentação de ecossistemas: a situação das Unidades de Conservação. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, Universidade Livre do Meio Ambiente, Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação, 1997. 2 v. p. 48-68.

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

FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

FROLOVA, M. A paisagem dos geógrafos russos: a evolução do olhar geográfico entre o século XIX e o XX. **RA'E GA**, n. 13, p. 159-170, 2007.

GALINKIN, M.; et al. Projeto corredor ecológico Araguaia – Bananal. In: ARRUDA, M.B.; SÁ, L.F.S.N. (Orgs.) **corredores ecológicos: Uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil**. Brasília: IBAMA. 2004. p. 81-132.

GATTO, L. C. S.; RAMOS, V. L. S.; NUNES, B. T. A.; MAMEDE, L.; GÓES, M. H. B.; MAURO, C. A.; ALVARENGA, S. M.; FRANCO, E. M. S.; QUIRICO, A. F.; NEVES, L. B. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF-23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

GAMON, J. SERRANO, L.; SURFUS, J. S. The photochemical reflectance index: an optical indicator of photosynthetic radiation use efficiency across species, functional types, and nutrient levels. **Oecologia**, v. 112, n. 4, p.492-501, 1997.

GLEISER, I. **Caos e complexidade: a evolução do pensamento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. 281p.

GREGGIO, T. C.; PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 117-124, fev. 2009.

HADDAD, NM, BOWNE, DR, CUNNINGHAM, A., DANIELSON, BJ, LEVEY, DJ, SARGENT, S., & SPIRA, T. (2003). Uso do corredor por diversos táxons. **Ecology**, 84(3), 609-615.

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 25, p. 295-309, 1988.

HUMBOLDT, A. V. **Quadros da Natureza (2 vols.)** Rio de Janeiro: Jakson, 1950. 346p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente. 2.ed. Rio de Janeiro, IBGE, 2004. 334p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. (Série Manuais Técnicos em Geociências).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE/Brasil/Minas Gerais/Juiz de Fora**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>. Acesso em: 15 jun. 2022.

JENSEN, J. R., “Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres”, **Parêntese**, São José dos Campos, p. 598, 2009.

JUIZ DE FORA. Prefeitura de Juiz de Fora. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora**. Juiz de Fora Sempre. Juiz de Fora: Funalfa, 2004.

KORMAN, V. **Proposta de integração das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**, 2003. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

LADLE, R. J. & WHITTAKER, R.J. **Biogeografia e preservação ambiental**. Ed. Andrei. 2014. 502p.

LEVINS, R. Extinction. In: GESTERNHABER, M. **Some Mathematical Problems in Biology** Providence, RI, American Mathematical Society, p. 77–107, 1970.

LINDENMAYER, D. B. & FISCHER, J. 2006. **Habitat Fragmentation and Landscape Change: an Ecological and Conservation Synthesis**. Ed. Island Press. Washington, EUA. 328 p.



MAC ARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 224p.

MCGARIGAL, K., SA CUSHMAN, MC NEEL; E ENE. 2002. FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors 66 at the University of Massachusetts, Amherst.

MACHADO, P. J. O.; SANTOS, F. A. S. Evolução político-administrativa do município de Juiz de Fora/MG. In: SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, 5., 2017. **Anais...** Juiz de Fora, 2017. p 73-87.

MARQUES NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia**. v.17, n 2, pp. 67-87.2008.

MARQUES NETO, R. OLIVEIRA; RODRIGUES; OLIVEIRA. Geossistemas: interpretação e aplicação de um conceito para uma proposta de zoneamento ambiental na bacia do Rio Paraibuna, Zona da Mata mineira. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia - MG, v. 18, n. 63, p. 90-109, ago./2017.

MARQUES NETO, R. et al. A espacialidade do relevo em paisagens transformadas e sua representação: mapeamento geomorfológico da bacia do rio Paraibuna, Sudeste de Minas Gerais. **RAEGA – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, v. 41, p. 65–81, 2017.

MARQUES NETO, R.; DA SILVA, F. P.; MOREIRA, J. A.; FELIPPE, M. F. Diferentes controles na evolução do relevo em faixas móveis neoproterozoicas: considerações sobre uma bacia hidrográfica neotectônica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 23, n. 1, 2022.

MARTINS JUNIOR, P. P.; CARNEIRO, J. A.; NOVAES, L. A. A.; VASCONCELOS, V. V.; GOMES, L. A. M.; PAIVA, D. A. Modelagem geo-ambiental e interdisciplinar para ordenamento do território com corredores florestais ecológico-econômicos. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 21, n.1, p.79-97, 2008.

METZGER, J. P. **Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas**. 423 – 453 p. In.: CULLEN, L. JR.; RUDRAN, R.; PADUA – VALLADARES, C. Métodos de estudos em biologia de conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Editora da UFPR. 2004. 667p

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.71, n.3-I, p.445-463, 1999.

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

MILANO, M.S. **Estudos da paisagem na avaliação de impactos ambientais**. In: seminário sobre avaliação e relatório de impacto ambiental (1989: Curitiba). Curitiba: FUPEF, 1990. 117-125 p.

MONTEIRO, C. A. F. **O mapa e a trama**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2002. 242p.

MORIN, Edgar. **O Método 1: A Natureza da Natureza**. Tradução de Juremir Machado da Silva. 3. Ed. Porto Alegre: Sulina, 2005. 480p.

MYERS N. Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. **The Environmentalist** vol. 8, p. 187 - 208. 1988.

OLIVEIRA, T. A.; TAVARES, C. M. G.; SANCHES, F.; FERREIRA, C. C. M. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora no período de 1910-2018: investigação a partir da técnica do Box plot. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020, p. 457-478

PIMENTEL, F. O. **Clima Urbano: o uso de modelos geoespaciais na investigação do conforto térmico em Juiz de Fora-MG**. Dissertação de mestrado (em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação. **Parêntese**, São José dos Campos, p. 135, 2007.

ROCHA, C. H. B. **Zona da Mata Mineira: pioneirismo, atualidade e potencial para investimento**. Juiz de Fora: Funalfa, 2008.

ROCHA, G. C. **Riscos Ambientais: Análise e Mapeamento em Minas Gerais**. Juiz de Fora: UFJF, 2006. 127p.

RODRIGUEZ, J. M. M. SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 2.ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007. 222p

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento**. São Paulo: Oficina de texto, 2009. 208p

ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERT. In: NASA Earth Resources Technology Satellite, **I Symposium Proceedings**. Washington, NASA. p.309-317, 1973.

RUDNICK, D. A. et al. The Role of Landscape Connectivity in Planning and Implementing Conservation and Restoration Priorities. **Ecological Society of America**, n. 16, p.1-20, 2012.

SANTANA, S. H. C.; SILVA, E. R. A.; LAURENTINO, M. L.; MELO, J. G. S.; GALVÍNCIO, J. D. Identificação dos índices de vegetação com melhores respostas espectrais para a Mata Atlântica na cidade de São Paulo, **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n.2, p. 200-209, 2018.

SILVA, A. L.; LONGO, R. M.; BRESSANE, A.; CARVALHO, M. F. H. Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1254-1269, jul./set. 2019.

SILVÉRIO NETO, R. S. et al. Caracterização da cobertura florestal de Unidades de Conservação da Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 32-41, 2015.

SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet Geography: review and translation**. New York, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Metodos em questão**. Traduzido por Carlos Augusto Figueiredo Monteiro e Dora de Amarante Romariz, São Paulo: IG – USP, 1977, n. 16.

\_\_\_\_\_ Por uma Teoria de Classificação dos Geossistemas da Vida Terrestre. **Biogeografia**, n. 14, 1978.

\_\_\_\_\_ **Introducción a la teoria sobre los geosistemas**. Novosibirsk: Nauka, filial de Sibéria, 1978, 318p. (em russo).

STAICO, J. **A bacia do rio Paraibuna: a natureza**. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 1976. 246 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE, Rio de Janeiro, 1977. 91p.

\_\_\_\_\_; KIWITDEJONGE, C. **Ecogeography and rural management**. New York: Jon Wiley & Sons, 1992. 257p.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 6. ed. Rio Claro: Divisa, 2004.

TORRES, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de geografia**, Uberlândia, v. 7, n. 18, p. 162–171, 2006.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods** in landscape ecology. Springer, 1991.

UEZU A. **Uso do sistema de informações geográficas em Biologia da Conservação**. In: Cullen-Júnior L, Rudran R, Valladares-Padua C, editors. Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 2ª ed. Curitiba: Editora UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza; 2006. p. 481-497.

VIANA V. M. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. **VI Congresso Florestal Brasileiro**. SBS/SBEF, Campos do Jordão-SP, 1990.

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