



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL

Karina Brasil Pires Coelho

Belo Horizonte
2014

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Geografia
(Tratamento da Informação Espacial)

**ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO
DE JOÃO PINHEIRO – MG.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do Título de Doutora em Geografia.

Aluna: Karina Brasil Pires Coelho
Orientador: Prof. Dr. Guilherme Taitson Bueno

Belo Horizonte
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C672a Coelho, Karina Brasil Pires
Análise geoecológica da paisagem do município de João Pinheiro – MG /
Karina Brasil Pires Coelho. Belo Horizonte, 2014.
206 f.:il.

Orientador: Guilherme Taitson Bueno
Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação Geografia - Tratamento da Informação Espacial

1. Geologia ambiental. 2. Ecossistema. 3. Cerrados. 4. Solo - Uso. 5. João
Pinheiro (MG). I. Bueno, Guilherme Taitson. II. Pontifícia Universidade
Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia -
Tratamento da Informação Espacial. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 911.3(815.1)

Karina Brasil Pires Coelho

Análise geoecológica da paisagem do município de João Pinheiro – MG.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Guilherme Taitson Bueno
(Orientador /PUC-Minas)

Prof. Dr. Oswaldo Bueno Amorim Filho
(PUC-Minas)

Prof. Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos
(PUC-Minas)

Prof^a. Dr^a. Carla Juscélia de Oliveira Souza
(UFSJ)

Prof. Dr. Wellington Lopes Assis
(IGC/UFMG)

Belo Horizonte, 24 de março de 2014.

Ao Gael, que está transformando a minha paisagem.

AGRADECIMENTOS

Esta tese de doutorado não existiria sem o apoio integral do Centro Universitário de Caratinga, UNEC, na pessoa do professor Antônio Fonseca da Silva que tornou possível a efetivação deste trabalho.

Ao meu orientador Dr. Guilherme Taitson Bueno, pela orientação, competência e exemplo de profissionalismo, sempre me acolhendo nas horas de incertezas.

Dentre tantos outros que me auxiliaram, gostaria de agradecer aos professores do programa de pós-graduação da PUC-Minas, pelos ensinamentos e conversas sobre o mundo da Geografia.

Ao amigo Thiago Leonardo Soares, profissional competente e sempre pronto a ajudar nas várias mudanças cartográficas exigidas pela evolução do trabalho, que também possibilitou esse momento.

Ao amigo Eduardo Reis, pela disponibilidade, ajuda na elaboração e organização das figuras e croquis que passaram por alterações quase infinitas.

À Maria do Carmo de Oliveira, prima e amiga que me presenteou com a correção gramatical da tese.

Aos colegas do laboratório de estudos ambientais Everton, Bruna, Bruno e César pelas trocas teóricas, metodológicas e pseudofilosóficas, essas as mais divertidas e, portanto, inesquecíveis.

Aos amigos Antônio Carlos Victor Amaral e Joice Meire Rodrigues pelo suporte pessoal e profissional que possibilitou a finalização desta tese.

Um agradecimento especial à minha família, que soube oferecer a sustentação necessária e apoio indispensável a quem se meteu a escrever uma tese, longe de casa e a custa de sacrifícios da minha presença, em especial para com minha filha, Eleonora.

Finalmente às amigas Cláudia Rios e Márcia B. Lanes, pelas presenças, apoio, convivência, conversas sempre estimulantes e muito boas risadas, que se fizeram também necessárias para que eu estivesse agora, vivendo este momento.

RESUMO

Esse trabalho se concretiza como uma primeira aproximação de interpretação da paisagem do município de João Pinheiro sob o enfoque da geoecologia da paisagem desenvolvida em dois eixos de observação: o horizontal, que permitiu identificar os diferentes compartimentos de paisagem, e o vertical, que definiu os atributos temáticos quantitativos e qualitativos das unidades de paisagem. Para isso, foram utilizados os recursos dos Sistemas de Informação Geográfica para a integração de dados o que redundou na análise temática do município, nos trabalhos de campo para reconhecimento e comprovação dos mapas temáticos e na coleta de amostras de solo que foram analisadas em laboratório. João Pinheiro é o maior município em área de Minas Gerais e está entre os que sofrem atualmente as mais intensas transformações de sua paisagem que vem, ao longo do tempo, sendo substituída pelas atividades econômicas da agricultura extensiva, pecuária e silvicultura do eucalipto. Nessa área, o Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado – PPC do Ministério do Meio Ambiente – detectou a maior degradação das fitofisionomias do cerrado no estado. Alguns enfoques referentes aos estudos sistêmicos foram utilizados para a integração dos temas abordados, na busca por compreender os processos que transformaram o padrão da distribuição e a mudança das fitofisionomias do cerrado pelas atividades agrícolas e pecuárias, nesse município, especificamente. Essa mudança, consequência do desenvolvimento socioeconômico, pode condicionar a manutenção, a longo prazo, dos recursos naturais e promover melhorias das condições da vida do homem, motivação fundamental das pesquisas ambientais. Os estudos demonstraram que a substituição da cobertura vegetal do cerrado por amplas áreas de monoculturas de soja, milho, café, cana de açúcar e pela silvicultura do eucalipto vem provocando, no meio natural de João Pinheiro, uma forte e diferente transformação devido às características específicas de cada compartimento de paisagem. Foram identificados seis compartimentos de paisagem relacionados a variados impactos: 1) Chapadas: retirada quase total das coberturas de cerrado florestado e introdução de amplas áreas de monoculturas; 2) Baixos Platôs: aceleração dos processos erosivos nas áreas de maior declividade nas bordas dos platôs, o que promoveu a mobilização de seus solos espessos e o carreamento desse material para os canais fluviais; 3) Colinas amplas e suaves com vales encaixados: introdução de pastagens resultando na exposição dos solos e na sua compactação em vertentes de maior declividade; 4) Morros e serras baixas: retirada das coberturas originais de cerrado s.s, cerrado gramíneo-lenhoso e mata seca; 5) Tabuleiros: retirada das coberturas de cerrado florestado e matas galeria; 6) Planícies aluviais ou flúvio-lacustres: introdução de monoculturas e pesticidas e retirada de areia para construção ou de argila para olaria. Isso posto, conclui-se que análise integrada da paisagem é uma abordagem pertinente aos estudos ambientais para a sugestão de medidas mais concretas de manejo, aproveitamento e conservação dos recursos naturais combinados com a progressão socioeconômica.

Palavras-chave: Geoecologia, teoria de sistemas, paisagem, geossistemas, compartimentos de paisagem, cerrado.

ABSTRACT

This paper shows a first interpretation approach of the João Pinheiro landscape area under the focus of geoecology landscape developed along two basis of observation: the horizontal, which identified the different compartments of landscape, and vertical, which defined the quantitative and qualitative theme attributes of landscape units. For that, we used the capabilities of GIS for data integration, which resulted in the thematic analysis of the municipality, in the fieldwork for recognition and verification of thematic maps and in the collecting of soil samples, which were analyzed in a laboratory. João Pinheiro is the largest town area in Minas Gerais and it is among those who currently suffer the most sweeping changes in its landscape that have, over time, been replaced by economic activities of extensive agriculture, cattle raising and eucalyptus forestry. In that area, the Action Plan for prevention and control of deforestation and fires - savannah - PPC Ministry of Environment - detected the largest degradation of the savannah vegetation types in the state.

Some approaches related to systemic studies were used for the integration of the topics addressed, in the search for understanding the processes that transformed the pattern of distribution and the change of the savannah vegetation types by agricultural and cattle raising activities in this town, specifically. This change, a consequence of socioeconomic development, may affect the long term maintenance of the natural resources and promote improvement of men's living conditions, essential motivation of environmental research.

Studies have shown that replacement of the savannah vegetation for large areas of monoculture soybean, corn, coffee, sugarcane and eucalyptus has caused a strong and different transformation in the natural environment of João Pinheiro, due to the specific characteristics of each landscape. Six landscape compartments related to varied impacts were identified: 1) Plateaus: almost entire withdrawal of forest savannah coverage and introduction of large areas of monoculture; 2) Low Plateaus: acceleration of erosion in areas of greatest slope on the edges of the plateaus , which promoted the mobilization of its thick soils and entrainment of this material to the fluvial channels; 3) Gentle hills and broad valleys : introduction of grass fields resulting in exposure of soil and its solidification in areas of greater slope; 4) Hills and low mountain ranges: the removal of the original vegetation s. s. grass-wood savannah and dry vegetation; 5) Trays: withdrawal of the forest savannah and gallery forests; 6) Alluvial or Fluvial- lacustrine Plains: introduction of monocultures and pesticides and removal of sand for construction or clay for pottery . That said, we conclude that integrated landscape analysis is relevant to environmental studies for the suggestion of more concrete management measures, utilization and conservation of natural resources combined with socioeconomic progression approach.

Key words: geoecology, system theory, landscapes, geosystems, landscape compartments, savannah.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação formalizada do Geossistema e do Ecossistema.	12
Figura 2: Esboço de uma definição teórica de geossistema.	36
Figura 3: Figura 3: Roteiro metodológico adaptado de Monteiro (2001).	39
Figura 4: Fluxograma da tese.	52
Figura 5: Mapa de localização das mesorregiões de Minas Gerais e do município de João Pinheiro – MG.	53
Figura 6: Croqui da microrregião de Paracatu e da localização do município de João Pinheiro-MG.	54
Figura 7: Mapa de unidade geológica do município de João Pinheiro-MG.....	70
Figura 8: Mapa de tipos litológicos do município de João Pinheiro-MG.	71
Figura 9: Mapa de unidade geológica e litologia do município de João Pinheiro-MG.	72
Figura 10: Croqui estratigráfico da correlação entre estratigrafia, sistemas deposicionais e tipos litológicos do Grupo Bambuí no município de João Pinheiro – MG.	74
Figura 11: Croqui estratigráfico da correlação entre estratigrafia, sistemas deposicionais e tipos litológicos do Grupo Santa Fé no município de João Pinheiro – MG.	77
Figura 12: Croqui estratigráfico da correlação entre estratigrafia, sistemas deposicionais e tipos litológicos do Grupo Areadono município de João Pinheiro – MG.	78
Figura 13: Croqui estratigráfico da correlação entre estratigrafia, sistemas deposicionais e tipos litológicos do Grupo Mata da Cordano município de João Pinheiro – MG.	81
Figura 14: Exposição de parte do Grupo Mata da Corda na estrada que liga São Gonçalo do Abaeté ao trevo da BR 365. Vista de SW para NE.	81
Figura 15: Relação entre altitude, tipos de sedimentos e localização das coberturas Elúvio-Colúvies Laterizadas Indiferenciadas no município de João Pinheiro – MG.	82
Figura 16: Mapa de solos do município de João Pinheiro - MG.	86
Figura 17: Mapa de vegetação original do município de João Pinheiro - MG.	94
Figura 18: Mapa de vegetação do município de João Pinheiro – MG.	95
Figura 19: Mapa de Relevo do município de João Pinheiro - MG.	111
Figura 20: Carta Imagem TM Landsat 5TM. Composição de bandas:(Infra-vermelho médio), 4 (Infra-vermelho próximo) e 3 (vermelho). Obtida em 9 de outubro de 2011.	113
Figura 21: Mapa hipsométrico do município de João Pinheiro – MG.	117
Figura 22: Mapa de declividade do município de João Pinheiro - MG.	119
Figura 23: Localização do município de João Pinheiro dentro das bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais e localização das bacias hidrográficas do município de João Pinheiro.	121
Figura 24: Mapa de João Pinheiro com a localização dos distritos do município.	126
Figura 25: Vila Olaria cortada pela BR 040, próxima à cidade de João Pinheiro-MG.	127
Figura 26: Mapa de João Pinheiro com a localização dos distritos do município.	128
Figura 27: Distrito de Luizlândia do Oeste no entroncamento das	129
Figura 28: Mapa de compartimentos de paisagem de João Pinheiro – MG.	132
Figura 29: Crostas ferruginosas no topo do compartimento Chapadas	133
Figura 30: Represa e cultivos de café e milho no compartimento das Chapadas.	134
Figura 31: Cultivo de algodão no compartimento das Chapadas na porção	134
Figura 32: Uso do solo no compartimento das Chapadas no município de João Pinheiro – MG.	135
Figura 33: Uso do solo no compartimento das Chapadas no sul do município de João Pinheiro – MG	136
Figura 34: Compartimento dos Baixos Platôs próximo ao distrito de Luizlândia do Oeste com	138

Figura 35: Cultivo do eucalipto na região nordeste do compartimento Baixos Platôs	138
Figura 36: Cultivo de eucalipto compartimento Colinas amplas e suaves com vales encaixado no	140
Figura 37: Pastagem no compartimento Colinas amplas e suaves com vales encaixados.....	141
Figura 38: Vereda no compartimento das Colinas Amplas e suaves com vales encaixados no	142
Figura 39: Alinhamento de cristas de pequenos morros destacados pela textura rugosa no	143
Figura 40: Neossolo com vegetação de Mata Seca no compartimento Morros e Serras.....	144
Figura 41: Erosão remontante nas cabeceiras de drenagem no compartimento Colinas Amplas e.....	146
Figura 42: Uso do solo entre o vale do ribeirão do Feio e do rio Verde no compartimento Tabuleiros no município de João Pinheiro – MG.....	147
Figura 43: Compartimentos limítrofes - Colinas Amplas e Suaves e Tabuleiros distinguidos pela diferença de textura entre as unidades.	147
Figura 44: Lagoas no compartimento dos Tabuleiros no município de João Pinheiro – MG.....	148
Figura 45: Perfil geocológico da BR 040 no município de João Pinheiro-MG.....	151
Figura 46: Rio da Prata com margem assoreada e mata ciliar no compartimento das	152
Figura 47: Extração de areia no rio da Prata no município de João Pinheiro-MG.....	153
Figura 48: Lagoa, vegetação de campo-cerrado e hidromorfia no compartimento	154
Figura 49: Contato entre os compartimentos Tabuleiros e Morros e Serras Baixas	155
Figura 50: Neossolo proveniente de siltitos intercalados com rochas calcárias com vegetação	156
Figura 51: Fitofisionomias diversas do cerrado e processos de erosão em lençol	157
Figura 52: Rio do Sono com leito parcialmente assoreado com	158
Figura 53: Cultivo de eucalipto nas colinas próximas à BR 040 no compartimento	158
Figura 54: Latossolos vermelho-amarelo localizado	159
Figura 55: Fitofisionomias do cerrado: no primeiro plano, espécies de palmeiras	161
Figura 56: Paisagem com sucessão de espécies arbutivo-herbáceas, veredas e cultivo	162
Figura 57: Perfil 2 – Neossolo quartzarênico localizado no	163
Figura 58: Fitofisionomia do cerrado com estratos arbustivo-herbáceo, vereda e cultivos temporários.....	165
Figura 59: Uso do solo com fitofisionomias do cerrado e de campos, cultivos temporários.	167
Figura 60: Perfil Geocológico da BR 181 no município de João Pinheiro-MG.....	168
Figura 61: Visão do km 58 na MG 181 para o espigão no limite do compartimento.....	169
Figura 62: Colina individualizada pela abertura do vale do rio Verde no compartimento	170
Figura 63: Solo exposto e ravinas no km 10 do compartimento Colinas	170
Figura 64: Uso do solo com cultivos extensivos no compartimento dos Tabuleiros,	172
Figura 65: Compartimento dos Baixos Platôs avistado do km 55 da MG 181	173
Figura 66: Fitofisionomias de campo e campo-cerrado, em primeiro plano; ao fundo, na ...	173
Figura 67: Vegetação de campo na unidade dos Baixos Platôs na MG 181	174
Figura 68: Perfil 1 - Plintossolo no compartimento Baixos Platôs,.....	175
Figura 69: Perfil geocológico da BR 365 no município de João Pinheiro-MG.....	177
Figura 70: Borda da Chapada com fitofisionomias florestais do cerrado, solo exposto.....	178
Figura 71: Cultivo de café no primeiro plano da imagem, no segundo plano, solo exposto e resquícios da vegetação do cerrado nas margens da rodovia BR 365, no município de João Pinheiro-MG.....	178
Figura 72: Irrigação no cultivo da soja nas margens da rodovia BR 365 no município de João Pinheiro-MG.....	179
Figura 73: Uso do solo com parcelamento em de cultivos temporários,	181
Figura 74: Cultivo do algodão no compartimento das Chapadas na	181

Figura 75: Cultivo da soja com pivô central no compartimento das Colinas Suaves.....	182
Figura 76: Silvicultura do eucalipto no compartimento Baixos Platôs na	183
Figura 77: Área de pastagens no primeiro plano e na linha do horizonte cultivo extensivo de eucalipto	184

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Precipitação do ano de 1978 no município de João Pinheiro-MG.....	64
Tabela 2: Precipitação da década de 1980 no município de João Pinheiro-MG.....	65
Tabela 3: Precipitação da década de 1990 no município de João Pinheiro-MG.....	66
Tabela 4: Precipitação na década de 2000 no município de João Pinheiro-MG.....	67
Tabela 5: Precipitação parcial na década de 2010 no município de João Pinheiro-MG.....	68
Tabela 6: Quantificação das classes de solos em km ² e % no município de João Pinheiro-MG.	87
Tabela 7: Quantificação do uso do solo no município de João Pinheiro-MG.....	96
Tabela 8: Relação ano e população no município de João Pinheiro-MG.	109
Tabela 9: Classes de declividade e seus valores em % e km ² no município de João Pinheiro-MG.	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico do balanço hídrico da estação meteorológica de João Pinheiro-MG.	63
Gráfico 2: Precipitação nos anos 1978 no município de João Pinheiro-MG.	63
Gráfico 3: Precipitação anual na década de 1980 no município de João Pinheiro-MG.	64
Gráfico 4: Precipitação anual da década de 1990 no município de João Pinheiro-MG.	65
Gráfico 5: Precipitação anual da década de 2000 no município de João Pinheiro-MG.	66
Gráfico 6: Precipitação anual dos anos 2010, 2011, 2012 no município de João Pinheiro-MG.	67
Gráfico 7: Balanço hídrico climatológico do município de João Pinheiro-MG.....	97
Gráfico 8: Perfil 3 – Porcentagem da saturação por bases do Latossolo vermelho-amarelo.	160
Gráfico 9: Perfil 3 – Porcentagem do teor de matéria orgânica no Latossolo vermelho-amarelo	160
Gráfico 10: Perfil 2 – Porcentagem de saturação por bases – Neossolo quartzarênico	164
Gráfico 11: Perfil 2 – Teor de matéria orgânica – Neossolo quartzarênico	164
Gráfico 12: Perfil 1 – Porcentagem de saturação por bases – Plintossolo	175
Gráfico 13: Perfil 1 – Teor da matéria orgânica – Plintossolo	175
Gráfico 14: Perfil 4 – Porcentagem de saturação por bases – Cambissolo	180
Gráfico 15: Perfil 4 – Porcentagem do teor de matéria orgânica – Cambissolo	180

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Divisão Taxonômica do Geossistema.....	34
Quadro 2: Sistema Taxonômico de Bertrand.	36
Quadro 3: Articulação da Folha João Pinheiro, SE-23-V-D-IV, com as folhas que compõem o mosaico da área do município de João Pinheiro-MG.	68
Quadro 4: Principais características das superfícies aplainadas mapeadas no norte de Minas e leste de Goiás.	112

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1 Os estudos da paisagem	6
2.1.1 Fundamentos axiomáticos da paisagem.....	17
2.1.2 Enfoques na análise da paisagem	19
2.1.3 A geoecologia da paisagem.....	20
2.2 A teoria dos sistemas	23
2.2.1 Os enfoques na pesquisa geral dos sistemas	26
2.2.2 A teoria de sistemas nos estudos geográficos	28
2.3 Geossistemas.....	31
2.3.1 A conexão entre os elementos biofísicos e a esfera sócio-econômica da teoria geossistêmica de Sotchava.....	35
2.3.2 O método sistêmico e a perspectiva espaço-temporal da proposição de Bertrand..	35
2.3.3 A ideia geossistêmica e os roteiros metodológicos de Monteiro	38
2.3.4 O tempo e a relação natureza-homem nos estudos de Troppmair.....	40
2.4 A questão da escala	41
2.5 O bioma do cerrado	44
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	51
3.1 Localização da área de estudos	53
3.2 Revisão bibliográfica.....	55
3.3 Obtenção de material cartográfico base e confecção de mapas	55
3.4 Elaboração dos perfis geoecológicos	59
3.5 Trabalho de campo	59
3.6 Análise e discussão dos resultados.....	60
4. CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS E ANTRÓPICOS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO – MG.....	61
4.1 Clima	61
4.2 Geologia.....	68
4.2.1 O grupo Bambuí	73
4.2.2 O grupo Santa Fé	76
4.2.3 O grupo Areado	78
4.2.4 O grupo Mata da Corda	80
4.2.5 Coberturas elúvio-coluviais laterizadas indiferenciadas	82
4.2.6 Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas	83
4.2.7 Depósitos aluvionares	84
4.3 Solos	84

4.3.1 Cambissolos	87
4.3.2 Latossolos.....	88
4.3.3 Argilossos.....	91
4.3.4 Neossolos	92
4.4 Vegetação	93
4.4.1 Água.....	96
4.4.2 Cerrado - Gramíneo-Lenhoso	98
4.4.3 Cerrado – Arborizado	99
4.4.4 Cerrado Parque.....	100
4.4.5 Vereda.....	101
4.4.6 Cerrado Florestado	103
4.4.7 Coberturas antropizadas.....	103
4.4.8 Área urbana	108
4.5 Relevo.....	109
4.6 Hipsometria.....	115
4.7 Declividade	118
4.8 Bacias hidrográficas	120
4.9 Organização espacial de João Pinheiro	123
4.10 O espaço urbano	124
5. ANÁLISE TEMÁTICA DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO	130
5.1 Mapa de compartimentos de paisagem do município de João Pinheiro.....	130
5.1.1 Compartimento das Chapadas	131
5.1.2 Baixos Platôs.....	136
5.1.3 Colinas amplas e suaves com vales encaixados	139
5.1.4 Morros e serras baixas	143
5.1.5 Tabuleiros.....	145
5.1.6 Planícies Aluviais ou flúvio-lacustre.....	148
5.2 Perfis geoecológicos – BR 040	149
5.2.1 Planícies fluviais.....	152
5.2.2 Tabuleiros.....	153
5.2.3 Morros e serras baixas	154
5.2.4 Colinas amplas e suaves com vales encaixados	156
5.2.5 Baixos platôs	163
5.3 BR 181.....	166
5.3.1 Colinas amplas e suaves com vales encaixados.....	167
5.3.2 Tabuleiros.....	171
5.3.3 Baixos Platôs.....	172

5.4 BR 365.....	176
5.4.1 Compartimento das Chapadas.....	176
5.4.2 Compartimento das Colinas amplas e suaves com vales encaixados.....	182
5.4.3 Baixos Platôs.....	183
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	185
REFERÊNCIAS.....	189
ANEXOS.....	205

1. INTRODUÇÃO

A abordagem sistêmica mostra-se de grande importância nos estudos ambientais, dada a necessidade de buscar uma análise integrada do ambiente. A interconexão, bem como a complexidade estabelecida entre os elementos de um sistema ambiental, necessita de visões integradoras das várias áreas do conhecimento, entre elas, da Geografia.

A paisagem se constitui numa importante categoria da análise geográfica e dela derivam variadas interpretações que, dependendo do enfoque e métodos empregados, recebem diferentes denominações como ecologia da paisagem, ecogeografia, geoecologia, geossistema, zoneamento geoambiental, plano de gestão ambiental. Os estudos da paisagem alcançaram uma ampla dimensão e criaram abordagens difusas que procuram avançar para uma leitura mais geral e organizada dos elementos e processos que a estruturam. Assim sendo, não existe uma abordagem única para esse tipo de estudo, mas pluralidades de propostas e todas trazem suas contribuições.

Os elementos básicos das proposições sobre os estudos da paisagem demonstrados neste trabalho versam sobre a base teórica, a aplicabilidade de métodos, suas convergências e divergências estruturais, sua dinâmica e como o fator antrópico potencializa a degradação dos sistemas naturais e antropizados. Desse modo, a paisagem do município de João Pinheiro compreendida como um conjunto de unidades naturais e culturais que compõe um complexo, heterogêneo e interativo mosaico é o objeto central da análise.

Oriunda dos estudos da paisagem, a teoria geossistêmica evoca uma leitura da paisagem que pode ser efetivada de maneira geral em variadas escalas. Entretanto, no tocante à escala de trabalho pertinente aos estudos geossistêmicos, existe grande discordância sobre sua aplicação, sendo esse aspecto, um dos pontos mais críticos da teoria. As pesquisas da geoecologia da paisagem também apresentam uma concepção integradora dos sistemas ambientais e, em relação à escala, adotam uma postura mais flexível, pois dois importantes atributos da paisagem, a estrutura e a função, podem ser apresentados em diferentes escalas.

As pesquisas que abarcam a interpretação da paisagem e a teoria geossistêmica, embasadas no processo integrador da teoria de sistemas, não criaram construtos teóricos e metodológicos que permanecessem na centralidade dos estudos por longo tempo. Na atualidade, os procedimentos mais efetivados nesses âmbitos estão mais relacionados à modelização e a ajustes para a interpretação dos dados, embora haja avanços em curso. Por isso, apesar desse impreciso quadro conceitual, a utilização de múltiplas bases teóricas e

metodológicas para a análise da paisagem não interfere na legitimidade e pertinência dos trabalhos desenvolvidos nesse campo disciplinar.

A elaboração de representações geométricas, matemáticas e figurativas para demonstrar a integração de informações correlacionadas à abordagem sistêmica de uma área tem-se mostrado um dos mais complexos exercícios de reflexão acadêmica. Isso não somente devido à grande quantidade de dados, mas, sobretudo, devido à grande diversidade de dados: dados originários das diversas subdisciplinas da geografia e que estão relacionados com uma intrincada rede de interações que determinam funções e comportamentos ante as mudanças da paisagem presente e futura.

Por isso, uma estratégia muito difundida por meio dos métodos espaciais para análise integrada do ambiente é a produção e sobreposição de mapas temáticos. Um mapa permite observar as localizações, as extensões, os padrões de distribuição e as relações entre os componentes distribuídos no espaço, além de representar generalizações e extrapolações. Os mapas podem ser, também, considerados bons instrumentos de comunicação quando garantida a qualidade da síntese, a clareza da informação e a sistematização dos elementos a serem representados.

Isto posto, o presente trabalho versa sobre a interpretação da paisagem do município de João Pinheiro em que a estrutura de integração das variáveis consiste na análise espacial empregada por meio de abordagens metodológicas utilizadas na interpretação de dados em diagnósticos ambientais como a elaboração de mapas temáticos, utilização de método de sobreposição e análise das unidades ambientais naturais e socioeconômicas.

O município de João Pinheiro é o maior de Minas Gerais e se encontra totalmente inserido na porção mineira do bioma cerrado, considerado pelo Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado – PPC do Ministério do Meio Ambiente, como o município que apresenta a maior degradação das fitofisionomias no estado entre os anos de 2002-2008 (MMA, 2011). Dentre os efeitos evidentes do ponto de vista fisionômico e dos mais desafiantes, do ponto de vista científico, estão os processos diferenciados de fragmentação que incidem sobre as áreas remanescentes florestadas. Assim, em razão dessa degradação vegetacional e da extensão da área dessa unidade administrativa, justifica-se a escolha do município como área de estudo. Além disso, existe uma carência de estudos desse tipo sobre a região e poucas publicações sobre o tema para o município estudado.

Grande parte do município de João Pinheiro teve sua área inserida na vertente produtiva da expansão espacial da agricultura e pecuária, modificando totalmente o padrão espacial da distribuição do cerrado na região. Da década de setenta até a atualidade, o desmatamento aconteceu de maneira acelerada em função, principalmente, da expansão da área agrícola de cultivos temporários, da formação de pastagens e da produção florestal direta para a indústria. A mitigação desse processo confere uma conduta pertinente em função da “desordem” sistêmica estabelecida que resultou na dificuldade de auto-recuperação do sistema cerrado.

A degradação do cerrado na região assumiu um ritmo tão intenso e um caráter tão absorvedor das suas fitofisionomias pelas atividades primárias da agricultura e pastagem, que a paisagem transformou-se rapidamente devido às diferentes políticas públicas e econômicas que incentivaram essas práticas de incorporação das últimas reservas de áreas agricultáveis para as culturas extensivas no noroeste do Estado. O cenário atual gera inquietação e revela que as fitofisionomias existentes se apresentam em manchas sem contiguidade espacial, o que mostra a mudança na conectividade da cobertura vegetal.

As perdas ambientais reveladas pelo desmatamento no município demonstram que as pressões sobre esse cenário ainda estão em curso. Por isso, a compreensão de dois grandes vetores de transformação e fragmentação da cobertura vegetal – a agricultura e as rodovias –, sob o ponto de vista da geocologia da paisagem, é de fundamental relevância. Esses vetores são importantes elementos de análise sobre a exploração das terras e a capacidade de suporte das fitofisionomias do cerrado.

Os impactos das atividades primárias da agricultura e da pecuária extensivas que comprometem áreas de alto valor ambiental como as veredas, associados ao alagamento para formação de açudes e rebaixamento do nível freático e sua desperenização com impactos em sua vegetação cujo representante maior é a palmeira buriti, nas encostas de alta declividade à retirada da cobertura vegetal original se tornam mais propensas a intensificação dos processos erosivos e consequente perdas de solos, e nas áreas de várzeas que são drenadas, assoreadas e provavelmente contaminadas com substâncias usadas para o controle da produção agrícola, deveriam ser restauradas para voltarem a seu estado original e destinadas para zonas de preservação e conservação sob manejo.

A associação das áreas de pastagens e com solo exposto representam os espaços que mais necessitam de reabilitação ambiental, voltadas à conservação do solo e da água, dado seu

estado evolutivo de impacto em expansão e da extensão que a área de pastagem ocupa no território, ensejando assim um novo manejo.

As áreas com relevo plano e suavemente ondulado das terras do município são ocupadas pelas grandes monoculturas de soja, cana de açúcar e café e pela silvicultura do eucalipto confirmando a histórica vocação da região de fornecedora de carvão como matriz energética para as indústrias siderúrgica. Entretanto se torna necessária a recuperação das fitofisionomias originais das áreas no entorno dessas atividades para atingir melhor estado de conservação da biodiversidade que deve evoluir numa direção diferente da sua condição original.

O presente trabalho objetiva fazer uma análise descritiva da paisagem e identificar compartimentos que expressem em si, interações particulares entre os atributos geologia, tipos litológicos, solos, relevo, vegetação e hidrografia e que os diferenciam dos demais no município de João Pinheiro - MG. Para isso foi utilizado o método espacial da sobreposição de mapas temáticos e de métodos associados à abordagem da geocologia da paisagem. Especificamente, os objetivos foram o conhecimento do município por temas relacionados aos aspectos físicos e biológicos, a identificação do atual cenário da cobertura vegetal do cerrado e as principais pressões nele exercida.

Esse estudo estrutura-se da seguinte forma: no primeiro capítulo, apresentamos o referencial teórico que versa sobre as principais abordagens dos estudos da paisagem, a teoria sistêmica e geossistêmica; no segundo, a metodologia empregada para na análise descritiva da paisagem; no terceiro a discussão dos mapas temáticos, do mapa-síntese e dos perfis geocológicos e, por fim, apresentamos nossas considerações finais/conclusões.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No período moderno¹ as ciências evoluíram com grande rapidez e a profusão de conhecimentos e investigações sobre objetos e fenômenos na natureza, conjuntamente com a necessidade de analisar inúmeros elementos em interação num problema, conduzem ao surgimento de novas abordagens que procuram responder a essa nova realidade.

Os conceitos mecanicistas fundamentados na ideia do somatório das partes, não mais respondiam às indagações da ciência moderna e da nova ordem do mundo, que agora buscam novos caminhos para a compreensão da conectividade no funcionamento da vida e suas relações com o planeta.

Nessa transição dos paradigmas mecanicista para o racionalista surge uma crise na percepção e na maneira de entender as relações na natureza. A evolução do conhecimento científico figura agora além do conhecimento e extensão do saber, mas de transformações, de rupturas, de passagem de uma teoria para outra, ou seja, da perda de sua centralidade.

A complexidade inerente à modernidade implica em questionamentos mais amplos e profundos sobre o encadeamento dos construtos teóricos vigentes e amplia os caminhos da ciência em direção a uma pluralidade conflitual onde a incerteza e o erro mostram-se como elementos não mais elimináveis das pesquisas teóricas e empíricas, mas que estão contidos em todos os campos de aplicação no estudo dos fenômenos.

Nessa conjuntura que se opõe ao paradigma reducionista emerge a abordagem sistêmica fundamentada nas noções de todo, partes, relação, interação e organização tornando-se uma promissora contribuição para o entendimento da realidade (CAMARGO, 2005, p. 153).

A Teoria Matemática dos Sistemas surge nesse contexto de complexidade da ciência moderna e busca possibilidades para a análise integrativa e sistematizadora de um grande número de variáveis nas pesquisas desenvolvidas em várias áreas do conhecimento como a química, a física e a biologia, pois permite estudar qualquer possível regime, estrutura ou estado em qualquer sistema.

¹ No presente texto usaremos a palavra moderno no sentido de contemporâneo. Segundo Cícero (1995) costuma-se confundir modernidade com contemporaneidade. "Ser contemporâneo significa ser presentificável ou comparecível a mim, que estou empregando a palavra "contemporâneo". (CÍCERO, 1995, p. 171-175). O mesmo acontece com a palavra Moderno, que também nos remete à noção de contemporaneidade/atualidade, porém, à luz da clássica periodização histórica, contém à noção de fato anterior ao período Contemporâneo.

Principalmente nestas disciplinas científicas são difundidos amplamente o enfoque ou método sistêmico por ele “realizar uma observação dirigida dos princípios de sistematicidade em todos os níveis da investigação científica” (RODRIGUEZ et al., 2004, p. 42).

A ideia de sistema caracteriza-se por um conjunto de elementos inter-relacionados que interagem no desempenho de uma função atingindo um nível transdisciplinar que “permite ao mesmo tempo conceber a unidade da ciência e a diferenciação das ciências não apenas segundo a natureza material de seu objeto, mas também segundo tipos e as complexidades dos fenômenos de associação/organização” (MORIN, 2007, p. 20).

A noção de sistema abarca a amplitude dessas dimensões e possui um amplo arcabouçoteórico-conceitual constituído por diferentes enfoques, princípios, categorias, como também, por distintos métodos de interpretação sobre a superação da fragmentação como princípio de análise, que foram construídos, modificados e incorporados pela ciência ao longo do tempo.

Portanto, não existe uma visão consensual sobre a teoria dos sistemas. Segundo Morin (1998), o princípio do holismo que procura a explicação dos fenômenos no nível da totalidade e se opõe ao paradigma reducionista vem sendo utilizado como uma teoria globalizante, muitas vezes empregado erroneamente em substituição a teoria geral de sistemas.

A teoria da complexidade se constitui em outra abordagem moderna de enfrentamento e possibilidade de tratar um problema por demonstrar uma noção ampla da necessidade de transformação do conhecimento da complexidade em pensamento da complexidade através principalmente de estratégias de atuação e da aquisição da criatividade.

Diante da incapacidade de uma análise que envolva todas as dimensões da realidade complexa, o método mais indicado para atuar num mundo incerto, aleatório e caótico é a estratégia. “A complexidade atrai a estratégia” (MORIN, 1998, p. 193).

2.1 Os estudos da paisagem

O movimento de transformação da paisagem e seus elementos, processos, rupturas, ciclos, fenômenos, enfim, sua dinâmica, não é apreendido na sua totalidade pelo homem, muito em função do descompasso entre o tempo da vida humana e o da mudança dos fenômenos naturais. Os estudos de paisagem adotaram variadas abordagens muito relacionadas ao momento histórico, ao desenvolvimento epistemológico e ou metodológico que se destaca na explicação de uma das categorias de análise mais abordadas pela geografia.

Portanto, a paisagem passa a ser utilizada inicialmente na ecologia com a proposição do conceito de ecossistemas que estuda os seres vivos e suas interações com o meio onde vivem, onde a interconectividade inerente aos processos sistêmicos, têm papel preponderante.

O termo “ecossistema” foi proposto primeiramente em 1935 pelo ecologista britânico A. G. Tansley, mas, naturalmente, o conceito é bem mais antigo. (...) O pioneiro russo V. V. Dokuchaev (1846-1903) e seu discípulo principal G. F. Morozov (que se especializava em economia florestal), enfatizaram o conceito da “biocenose”, vocábulo posteriormente expandido por ecologistas russos para “geobiocenose” (Sukachev, 1944). (...) Foi somente quando uma teoria geral de sistemas, meio século mais tarde, foi desenvolvida por Bertalanffy (1950, 1968) e outros ecologistas, notadamente Hutchinson (1948a), Margalef (1958a), Watt (1966), Patten (1966, 1971), Van Dyne (1969) e H.T. Odum (1971), começaram a desenvolver o campo definitivo e quantitativo da ecologia de ecossistemas (ODUM, 1983, p. 9).

Os estudos da Ecologia, com a criação do conceito de ecossistema por Tansley em 1935, direcionam-se à “análise dos intercâmbios de energia, matéria e informação entre o biocentro do sistema e seu entorno e as relações funcionais”, assim, a dimensão espacial dos fenômenos assume importância primordial, dando vez à incorporação do conceito de paisagem (RODRIGUEZ, 2004, p. 20).

A partir da reconceitualização da Ecologia, com a incorporação da dimensão espacial, desenvolveu-se fundamentalmente dentro das ciências biológicas, a Ecologia da Paisagem, como uma sinecologia geográfica que dedica-se ao estudo das relações entre organismos ou as biocenoses e o entorno e seus fatores ambientais (TROLL, 1966 apud RODRIGUES, 2004, p. 20).

Segundo Odum (1983, p. 2) a ecologia moderna trabalha com o “conceito de níveis de organização e a interação em cada nível com o ambiente físico (energia e matéria) produz os sistemas funcionais característicos”, ou seja, aborda os níveis de organização desde os sistemas organizmicos até os ecossistemas.

O objetivo da ecologia não é caracterizar os fenômenos vitais nem explicar a emergência das formações orgânicas. Não compreende o processo de formação de valor ou de produção de significação. Seu campo problemático tem raízes mais práticas relacionadas com a dinâmica, estabilidade e produtividade dos ecossistemas, a ordenação da paisagem, o cultivo das espécies biológicas, a fisiologia do crescimento e o comportamento dos organismos vivos (LEFF, 2007, p. 77).

Na década de 1980 os estudos de ecologia das populações avançam por receberem importantes contribuições da matemática e da física confirmando a importância do diálogo

interdisciplinar nos processos evolutivos que conduziam a diversificação e a complexidade crescentes.

(...) pesquisadores do campo da ecologia, dentre eles May, Schaffer, Yorke, Guckeheimer, utilizaram ferramentas da física-matemática para descrever a natureza das modificações populacionais, focalizando a estabilidade, oscilações e identificando bifurcações (GONDOLO, 1999, p. 61).

A paisagem como ecossistema constitui conceito vinculado à biologia, para a geografia ela organiza-se tipologicamente pelo “quadro paisagístico do vivenciado ou vivido, pela fisionomia de espaços terrestres, como produto de regionalização, ou ao conceito de paisagem como um todo complexo, a paisagem como ecossistema” (GOMES, 1999, p. 128).

Percebe-se assim que a paisagem funciona como um ponto de intersecção entre vários ramos do conhecimento, neste caso a biologia e a geografia, que buscam abordagens mais integradoras e novas combinações teórico-metodológicas, pertinentes ao contexto da pluralidade moderna. “Essa ciência da paisagem se situa, no dizer de seus praticantes, no domínio interdisciplinar da confluência entre a geografia e a ecologia” (AMORIM FILHO, 1998, p. 34).

Entretanto, esse encontro desarticula-se com a incorporação de um conceito fundamental para a geografia: a escala. Segundo Bertrand “o ecossistema não tem escala nem suporte espacial definido. Ele pode ser o oceano, mas também pode ser o pântano com rãs. Não é, portanto, um conceito geográfico” (BERTRAND, 2004, p. 143).

A concepção do conceito de paisagem envolve uma multiplicidade de enfoques e abarca uma pluralidade conceitual em distintas vertentes da Geografia. É uma das mais citadas categorias de análise da ciência geográfica, talvez por constituir-se num amálgama ou numa ponte entre as variadas abordagens.

A paisagem converteu-se em um objeto de estudo essencial da geografia desde princípios do século XX, em parte para assegurar a identidade da disciplina frente às ameaças de divisão entre a geografia física e a geografia humana. A combinação de fenômenos na superfície terrestre se traduziria em diferentes tipos de ‘paisagens’, de morfologias territoriais (CAPEL, 2002, p.19).

O geógrafo Olivier Dollfus foi um dos primeiros a utilizar a ideia de paisagem como uma representação do espaço através da identificação de compartimentos que possam se distinguir do entorno em função de determinadas características, construindo uma unidade, pois “qualquer que seja a natureza dos fenômenos analisados, o geógrafo adota um mesmo

procedimento a fim de decompor o seu domínio em conjuntos homogêneos por sua fisionomia ou suas funções” (DOLLFUS, 1973, p. 32). Alguns critérios para a identificação desta unidade se destacam: o critério morfológico, o critério funcional e o critério genético².

Dollfus organizou uma classificação da paisagem que pode ser entendida como uma forma de representação simbólica do espaço composta por três abordagens: paisagens naturais (natureza virgem), paisagens modificadas (paisagem natural com incipiente ação humana, como uma transição para a paisagem organizada) e paisagens organizadas (paisagem com constante interferência do homem sobre o meio) (DOLLFUS, 1973).

Assim, para o autor, a abordagem das paisagens organizadas representa a ação humana que transforma o meio natural em meio geográfico. Nesse sentido, o conceito de paisagem é complexo e envolve basicamente três considerações importantes:

(...) as formas visíveis do mundo em sua composição e estrutura espacial; uma unidade, uma coerência, uma racionalidade do meio ambiente e, por último, envolve a ideia de intervenção e controle das forças humanas que modelam e transformam o mundo (SANTOS, 2009, p. 160).

Dentro desse enfoque, pode-se conceber também que a paisagem situa-se na interconexão da natureza e da sociedade, existindo exclusivamente, mediante o estabelecimento de uma interrelação/conexão entre essas as duas esferas, ou seja, na medida em que a natureza é percebida e elaborada pelo homem, constrói-se historicamente o reflexo desta relação (DIAS, 1998). Portanto, daremos enfoque às abordagens da paisagem inseridas na matriz teórico-metodológica utilizada nos estudos geoecológicos, por uma questão de delimitação do estudo.

A noção de paisagem é percebida pelo senso comum, à princípio, como imagem estática, idílica e metafórica em expressões tais como “paisagem patrimonial” e “paisagem política” e análogas, referindo-se a um tipo de ambiente ou cenário que serve como pano de fundo para situar determinados pensamentos ou acontecimentos (JACKSON, 1999, p. 318).

A dificuldade de uma visão integrada do conceito de paisagem surge, em princípio, pela própria polissemia da palavra paisagem, suas abordagens eram fragmentadas e variadas, como também, utilizadas tanto na arte como em algumas áreas do conhecimento como a biologia e na geografia, o que dificultava sua apreensão.

² DOLLFUS (1973), em A Análise Geográfica, considera a forma, a gênese e a função como critérios para a identificação de unidades espaciais (estruturas); “(...) uma estrutura é um espaço homogêneo por seu aspecto, sua gênese ou sua função”.

Na academia, essa noção tomou formas variadas e a concepção de seu conceito remete à percepção da inexistência de uma noção *per si*, portanto, os encadeamentos dos estudos da paisagem só se estabelecem após sua formulação teórica.

Se admitíssemos a existência de uma noção de paisagem anterior à sua elaboração conceitual, noção esta associada à percepção do meio e suas representações, a análise das *relações entre o homem e a natureza* proporcionaria um caminho para seu estudo (FREITAS, 2007, p. 23).

O conceito de paisagem modifica-se ao longo do tempo e está associado à absorção de novas ideias e paradigmas às correntes de pensamento na geografia, portanto, conceitos de paisagem alteram-se em função das próprias mudanças que ocorreram na geografia, mas também em consequência da evolução processada em outros campos disciplinares e do contexto histórico (FREITAS, 2007).

A concepção da paisagem como ecossistema tem suas bases na escola dos naturalistas do século XIX, que exerceu de maneira inegável uma grande contribuição para os estudos integrados da paisagem na geografia moderna. O princípio da conexão, que precede a teoria geossistêmica sempre esteve presente nos estudos da natureza evidenciado nos trabalhos de Alexander Von Humboldt e Richthofen em função de procurarem relacionar o homem à natureza, superando o conhecimento geográfico restrito à descrição dos lugares, base da compreensão da realidade naquele momento histórico.

Segundo La Blache citado por Santos (2006), foi Humboldt quem apresentou a visão de conjunto da paisagem, entretanto, a origem do termo na literatura geográfica propriamente dita, se consolidou com o surgimento da geografia alemã.

Como bem colocou Tricart, a palavra “paisagem” apareceu na Europa com várias traduções, como *Landschaft* em alemão, *landscape* em inglês, *Paysage* em francês. Todas tinham em comum o fato de não possuírem nenhuma utilização científica em particular, até o aparecimento da Geografia Alemã, em que o termo se tornou erudito (SANTOS, 2006, p. 101-102).

Humboldt (1769-1859) aborda as correlações contidas nas paisagens e consegue estabelecer laços analíticos sobre ela, emprega procedimentos racionais dedutivos e utiliza o princípio da conexão. No prefácio do “Cosmos” ele relata: “Eu tinha, no entanto, nesses estudos (muito variados) um objetivo mais elevado. Desejava perceber o mundo dos fenômenos e das forças físicas em sua conexão e sua influência mútua” (HUMBOLDT, 1875, p. 3).

De fato, a face mais divulgada e famosa de Humboldt, reflete o geógrafo e naturalista rigoroso, extremamente cuidadoso na mensuração, no registro e na coleta de dados e amostras, cioso de metodologias e técnicas confiáveis buscando sempre compreender as conexões, por mais complexas que possam ser, para alcançar as leis e as TOTALIDADES que explicam a Terra e o Universo (AMORIM FILHO, 1998, p 132).

A visão de Richthofen (1833-1905) sobre a geografia é de “uma ciência da superfície da Terra e das coisas e fenômenos que estão inter-relacionados com ela de maneira causal”. Dada a natureza heterogênea dos fenômenos sobre a superfície da terra, eram fundamentais os estudos sistemáticos que buscassem definir leis gerais (DICKINSON, 1978).

Segundo Sandra Lencioni, Hulboldt e Richtofen entendem o estudo da superfície da Terra como um todo coerente e harmônico e em suas obras a referência básica consiste na busca da unidade e causalidade dos fenômenos (LENCIONI, 2004). Em toda a história do pensamento geográfico a descrição das paisagens sempre esteve presente na literatura geográfica e é identificada desde os antigos relatos de viajantes até as abordagens das escolas francesa e alemã, tendo evoluído em duas direções:

Uma predominantemente biofísica (que partiu dos estudos de HUMBOLDT e DOKUCHAEV) e que formou fundamentalmente as escolas alemã e russo soviética e que concebia a paisagem como um complexo natural integral;
Uma predominantemente sociocultural, que analisava a paisagem, como um espaço social, ou uma entidade perceptiva. A paisagem natural se conceitualizava acima de tudo como uma visão fragmentada dos componentes naturais. Esta foi a essência das escolas francesas, anglo-saxônica e européia-ocidental (RODRIGUEZ *et. al*, 2004, p. 21).

De acordo com BOLÓS e CAPDEVILA (1992), o termo paisagem passa a ser intensamente utilizado na Geografia a partir do século XIX “concebida como o conjunto de formas que caracterizam determinado setor da superfície terrestre”. A imprecisão de sentido conduz a imprecisão do conceito.

Este concepto de ‘paisaje’ fue introducido en Geografía por A. Hommeyerem mediante la forma alemana Landschaft, entendiendo exactamente por este término El conjunto de elementos observables desde un punto alto. Se trata, en este caso, de subrayar en el paisaje el ámbito tangible de las formas resultantes de la asociación del hombre con los demás elementos de la superficie terrestre. En dicho contexto se habla de paisaje rural, urbano, cultural, natural, etc (BOLÓS,; CAPDEVILA, 1992, p. 23).

No conceito geossistêmico elaborado por Sotchava a noção da paisagem ecológica se constitui no suporte teórico que leva em conta a conservação e preservação da natureza. Seu grande mérito enquanto criador desse conceito consiste em elucidar as articulações dos elementos e processos através de uma visão dialética, e gerar uma leitura lógica e sistematizada da organização geográfica. “A visão dialética permite compreender qualquer objeto (seja a paisagem ou o meio ambiente como uma totalidade ambiental) desde uma posição integrativa e sistematizadora” (RODRIGUEZ et. al., 2004, p. 43).

Na diferenciação entre ecossistemas e geossistemas o autor explica que a abordagem ecossistêmica adota como referência os seres vivos, um único elemento ou um único componente da natureza, que definem seu ecossistema específico. Já os “geossistemas abrangem complexos biológicos, uma organização de sistemas mais complicada e em comparação com os ecossistemas, tem capacidade vertical consideravelmente mais ampla. Geossistemas são policêntricos” (SOTCHAVA, 1977, p. 17) (Figura 1).

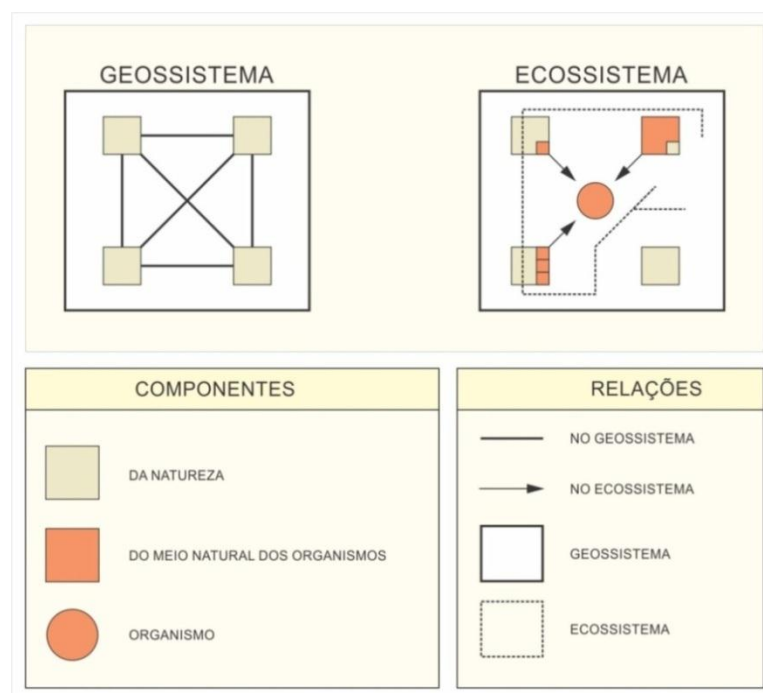


Figura 1: Representação formalizada do Geossistema e do Ecossistema.
Fonte: Adaptado de Raij³ (1975), citado por Cavalcanti; Rodriguez (1998).

³ RAIJ, B.van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

Por isso, envolvem “a totalidade dos componentes naturais na perspectiva de suas conexões, inter-relações de dependências mútuas e de seus aspectos funcionais, sendo de espectro mais amplo do que a concepção ecossistema” (ROSS, 2009, p. 24).

Após a 2ª guerra mundial, o governo australiano por intermédio da Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – CSIRO desenvolveu um sistema de mapeamento geomorfológico para o levantamento dos recursos naturais baseado nos conceitos de *land system* e *land unit*. A *land system* que representa uma área na qual existem padrões repetitivos do relevo, solo e vegetação e a *land unit* abrange áreas relativamente homogêneas em termos de geologia, relevo, solo e vegetação contidas em um *land system* (FLORENZANO, 2008).

O método de pesquisa é fisionômico e objetiva delimitar tipos de paisagens classificadas na base em sítios, entendido como uma porção da superfície terrestre considerada uniforme em termos de forma de relevo, solos e vegetação; num segundo nível hierárquico os sítios compõem uma unidade de paisagem que se constitui numa forma de relevo comum. As unidades de paisagem com características similares são agrupadas em um sistema de paisagem que apresenta um padrão geográfico associado a feições geomorfológicas recorrentes em que os limites coincidem com as feições geológicas e geomorfológicas discerníveis (SOARES FILHO, 1998).

Essas unidades de paisagens são mapeadas através de fotografias aéreas e transectos compostos com os elementos da terra e suas interrelações e as relações com demais padrões de terras. No início dos estudos as escalas trabalhadas foram de 1:1.000.000 e, posteriormente, 1:500.000 e 1:250.000 e conduziram a uma taxonomia constituída de três níveis de identificação e representação cartográfica: sistemas de terras, unidades de terras e sítio ou lugar (ROSS, 2009).

A abordagem integrada dos estudos da ecologia da paisagem relacionados ao mapeamento geomorfológico e ao levantamento dos recursos naturais também foram empregados pelo International Instituto for Aerial Survey and Earth Science - ITC na Holanda principalmente pelo pesquisador Zonneveld que define a *land unit* como “uma consequência lógica da principal hipótese de que a paisagem pode ser considerada um sistema, e segue a concepção holística que consiste de um todo hierarquizado” (ZONNEVELD, 1989).

O método usa como base as unidades geomorfológicas, destacando para cada uma delas o processo morfogenético dominante. A metodologia utiliza para a delimitação das

unidades geomorfológicas através de fotointerpretação que identifica padrões e pode ser aplicado em diferentes escalas (FLORENZANO, 2008).

O produto final é um mapa em que as formas de relevo são classificadas de acordo com a morfogênese cuja representação cartográfica possui cores predeterminadas como, por exemplo, a cor roxa para uma forma estrutural e um azul-escuro para a forma fluvial (VERSTAPPEN, 1983).

Durante muito tempo na geografia a paisagem foi um termo *carrefour* utilizado na abordagem física referenciando-se aos elementos naturais e sua dinâmica, e na humana, identificando-se muito mais com a ação antrópica e seus aspectos culturais (DIAS, 1988). Nesse sentido, a paisagem era o elemento aglutinador dessas abordagens, mas faltavam conectivos que as integrassem, que descrevessem seu ritmo e sua organização.

A tentativa de compreensão da paisagem pela geografia física aplicada tem como escopo as abordagens analítico-integradas da relação sociedade-natureza. Dentro desse enfoque que se desenvolveu os trabalhos de Jean Tricart com a formulação das obras Ecodinâmica (1977) e Ecogeografia (1992), que versam sobre uma maneira de observar a natureza e a sociedade por uma perspectiva integrada.

Na obra Ecodinâmica (1977) o autor fundamenta a estreita relação desenvolvida entre a geografia física e a ecologia através do conceito de ecossistema. Analisa a geografia física como uma disciplina integradora e nesse sentido, incorpora aspectos da ecologia que contribui na identificação de compartimentos de paisagem. Tricart desenvolveu o conceito de Ecogeografia que abrange uma visão da natureza e da sociedade por uma abordagem sistêmica eunificada cada vez mais dirigida à gestão dos recursos ecológicos.

A adoção do conceito ecológico, usando-se o instrumental lógico dos sistemas, permite estudar as relações entre os diversos componentes do meio ambiente. Podemos reequilibrar, dialeticamente, nosso pensamento científico, alterado e viciado pelo excesso unilateral da análise. Do ponto de vista prático essa metodologia responde às necessidades do mundo contemporâneo. Uma consciência mais aguda das interações entre os vários elementos do meio ambiente é necessária para evitar, no planejamento, consequências inesperadas, geralmente originando dificuldades e custos maiores, e até fracassos em alguns casos (TRICART, 1977, p. 28-29).

Dessa forma, o autor estabeleceu uma classificação que abarca três principais categorias para as unidades de paisagem. A primeira, unidades ecodinâmicas estáveis está associada à noção de estabilidade do modelado na interface litosfera-atmosfera; a segunda, unidades ecodinâmicas integradas, corresponde a áreas de transição entre meios

estáveis e instáveis; e a terceira, unidades ecodinâmicas fortemente estáveis, remete aos meios nos quais a morfogênese é o elemento predominante na dinâmica natural e fator determinante do sistema natural, ao quais outros elementos estão subordinados.

A obra *Ecogeografia* (1992) foi desenvolvida por Tricart em parceria com Conrad Kiewietdejonge na qual expande sua compreensão da relação sociedade-natureza. "Ecogeografia é um ponto de vista pelo qual se reconhece isso. Ela estuda como os humanos são integrados no ecossistema e como essa integração é diversificada em função do espaço terrestre" (TRICART, 1992, p. 28).

Aborda que é possível distinguir três âmbitos de organização no ambiente que vivemos: o primeiro envolve a organização da matéria, caracterizado pelo arranjo das partículas que as compõe (estado físico da matéria), o segundo, a organização biológica que abarca uma disposição para reprodução acompanhada por uma tendência de crescimento e organização de um conjunto de formas, o reverso de coisas materiais (seres vivos) e o terceiro, a organização social, baseada na criação de formas de organização social e econômica a partir de uma base cultural (socioeconômica) (TRICART, 1992).

Os principais pressupostos do trabalho de Tricart versam sobre os elementos escala, dinâmica, tipologia das paisagens e o elemento antrópico.

1 - Escala - A classificação de Cailleux e Tricart como contribuição à taxonomia das formas de relevo abordam duas orientações: ordem de grandeza espacial e sua projeção temporal. Consideram a classificação taxonômica como a melhor noção geográfica de escala e entende que a complexidade da taxonomia destaca os problemas da classificação global das paisagens.

2 - Noção de dinâmica – O componente mais importante da dinâmica da superfície terrestre é o morfogenético, mas do ponto de vista ecológico a morfodinâmica é uma limitação. Desse paradoxo surge a necessidade de se estabelecer uma taxonomia dos tipos dos meios ambientes fundada no seu grau de estabilidade-instabilidade morfodinâmica. Assim, quando os ambientes em equilíbrio dinâmico são estáveis, quando em desequilíbrio, são instáveis (TRICART, 1977).

3 - Tipologia das paisagens – Tricart estabeleceu uma classificação dinâmica para as unidades de paisagem identificadas como Unidades Ecodinâmicas ou Unidades Morfodinâmicas, que por sua vez foram classificadas em três categorias principais:

- a) Unidades ecodinâmicas estáveis
- b) Unidades ecodinâmicas integradas
- c) Unidades ecodinâmicas fortemente instáveis

4 - Elemento antrópico – As sociedades humanas são os agentes modificadores das paisagens, dos ambientes naturais ou dos sistemas ambientais naturais.

A contribuição de Jurandyr Luciano Sanches Ross para o entendimento da paisagem abordadas perspectivas distintas, mas complementares: a primeira apresenta uma classificação do relevo em seis níveis taxonômicos com base na morfologia e na sua gênese; e a segunda, envolve uma geografia construtiva que valoriza a análise geoambiental integrada e oferece subsídios para o planejamento ambiental.

É importante ressaltar que Ross não elaborou proposições acerca do conceito da paisagem *per se*, mas sim organizou propostas teórico-metodológicas no âmbito da geografia física aplicada com enfoque para os estudos de impactos e diagnósticos ambientais, zoneamento e planejamento ambiental culminando por fornecer as bases que subsidiam a gestão do território, nos quais a ideia de paisagem é inerente.

A proposta de Ross (1992, 1996) para a análise e mapeamento do relevo se baseia na concepção de Penck (1953) sobre os processos endógenos e exógenos, nos conceitos formulados por Guerasimov (1963) e Mescerjakov (1968) sobre morfoescultura e morfoestrutura, e na metodologia desenvolvida pelo Projeto Radambrasil do qual organizou os seguintes níveis taxonômicos:

1º táxon – representa a maior extensão em área e que corresponde às unidades morfoestruturais.

2º táxon – corresponde as unidades morfoesculturais contidas nas unidades morfoestruturais.

3º táxon – é representado por unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes contidos nas unidades morfoesculturais. As unidades morfológicas são de duas naturezas genéticas: formas agradacionais e denudacionais.

4º táxon – representa as formas individuais que compõe uma unidade morfológica (colina, morro etc.).

5º táxon – refere-se a setores das vertentes cuja forma pode ser convexa, retilínea ou côncava.

6º táxon – representa as formas do relevo provenientes de processos atuais que se desenvolvem por interferência antrópica ao longo das vertentes.

A estruturação da proposição de uma análise integrada aplicada ao planejamento do território se funda numa integração ecogeográfica e nas potencialidades e fragilidades

ambientais com a finalidade de promover o desenvolvimento econômico e social em bases sustentáveis explanado na obra *Ecogeografia do Brasil* (ROSS, 2009).

O pressuposto dessa abordagem é elaborar uma análise integrada dos componentes naturais e do uso que a sociedade faz deles. Para tanto, são importantes as noções de organização do espaço natural e seus fluxos vivos de Ab'Saber (1994), de espaço construído como uma interação entre fluxos e fixos, de Santos (1985), bem como as relações entre os fluxos de energia e matéria entre os componentes da natureza e o uso dos recursos naturais pela sociedade de Ross et al. (2009) (ROSS, 2009, p. 54).

1 - Escala – O roteiro metodológico de Ross sob uma perspectiva de planejamento econômico e ambiental do território pode ser aplicado em qualquer escala: municipal, estadual, federal, de uma bacia hidrográfica desde que as intervenções humanas sejam planejadas para o ordenamento territorial.

2 - Noção de dinâmica – Segundo Ross, os estudos integrados de um território necessitam de uma pesquisa sobre as fragilidades e potencialidades ambientais integradas das relações da sociedade com a natureza, pois isso pressupõe o conhecimento da dinâmica do ambiente natural com ou sem as intervenções humanas.

3 - Tipologia das “paisagens” – Adota a perspectiva de Tricart e define as unidades ambientais como unidades ecodinâmicas estáveis e instáveis, mas acrescenta à análise, diferentes graus de instabilidade, de muito fraca a muito forte. Diante das intervenções humanas, o critério genético é considerado determinante sobre a maior ou menor fragilidade dos ambientes naturais (ROSS, 1994).

4 - Elemento antrópico – As sociedades humanas são inerentes à natureza e aos ambientes onde vivem e precisam ser apreciadas como parte fundamental dessa dinâmica de fluxos energéticos que fazem funcionar o sistema.

2.1.1 Fundamentos axiomáticos da paisagem

A paisagem como categoria de análise da geografia tem interpretação difusa, passível de variadas definições em vista da interpretação atribuída e congrega um conjunto de axiomas⁴- sistêmico, hierárquico, temporal, planetário, terrestre e paisagístico - mais

⁴Define-se como axioma, ao princípio ou sentença clara que não necessita explicação ou demonstração. Sua admissão é necessária para estabelecer uma demonstração e princípio, a base ou fundamento sobre o qual se apoia alguma coisa (RODRIGUEZ et. al.2004, p. 28).

comumente aceitos e utilizados na interpretação da formação e mudanças da paisagem (PREOBRAZHENSKII et al. apud RODRIGUES, 2004).

Esse conjunto de axiomas compõe a base de interpretação de um mesmo fenômeno unificado que é a paisagem, entretanto, podem ser utilizados separadamente, de maneira compartimentada apesar de estarem intrinsecamente ligados. Essa fragmentação postula um caminho operacional para a compreensão de uma realidade multifacetada e complexa das inter-relações que compõem a paisagem.

A análise da paisagem como problema central envolve a manutenção das relações todo/partes, uno/diverso e o caráter complexo dessas relações que desencadeia na formulação de noções-chave para compreensão dessa realidade.

O todo é mais do que a soma das partes (princípio bem explícito e, aliás, intuitivamente reconhecido em todos os níveis macroscópicos), visto que em seu nível surgem não só uma macrounidade, mas também emergências, que são qualidades/propriedades novas.

O todo é menos do que a soma das partes (porque elas, sob o efeito das coações resultantes da organização do todo, perdem ou veem inibirem-se algumas das suas qualidades ou propriedades).

O todo é mais do que o todo, porque o todo enquanto todo retroage sobre as partes, que, por sua vez, retroagem sobre o todo (por outras palavras, o todo é mais do que uma realidade global, é um dinamismo organizacional) (MORIN, 1998, p. 261).

Dessa forma, para a análise geográfica, derivam desses axiomas algumas noções de apoio como o aspecto espacial em que todos os fenômenos geográficos estão unidos a certa localidade geográfica; o *continuum* geográfico onde os fenômenos geográficos e todas as partes da superfície terrestre se encontram em inter-relação; e finalmente, os limites geográficos onde os fenômenos geográficos possuem limites objetivos, que não são impenetráveis, nem possuem caráter absoluto (RODRIGUEZ, et. al. 2004).

A complexidade dessa abordagem, entretanto, não se constitui num elemento paralisador, mas evidencia as limitações epistemológicas e operacionais para se definir uma leitura da paisagem que envolve o científico e o não-científico, o observado e o observador.

Portanto, os estudos da paisagem para a geografia apresentam um paradoxo epistemológico de distante solução. Do ponto de vista do pesquisador é necessário estabelecer no âmbito teórico-conceitual as bases que fundamentem a pesquisa da paisagem que inicialmente esbarra na inexistência de um sistema único na caracterização, análise e mapeamento das paisagens, bem como, no desenvolvimento de conceitos e procedimentos

normativos na avaliação paisagística, que por sua vez, desencadeia na ineficiência na aplicação de métodos adequados na elaboração de pesquisas qualitativas e quantitativas.

Por outro lado, a definição conceitual da paisagem geográfica gera uma limitação que inviabiliza um “circuito ativo onde se possa conceber que: a diversidade organiza a unidade que organiza a diversidade” (MORIN, 1998, p. 261). Assim, a paisagem enquanto construto teórico engloba um conjunto de axiomas que lhe confere uma ideia de categoria de análise real e universal em seu entendimento pela academia, mas, ao mesmo tempo, necessita de delimitação e esclarecimento no tocante a forma como essa categoria será analisada e organizada.

2.1.2 Enfoques na análise da paisagem

As abordagens na análise da paisagem versam essencialmente sobre as ideias, conceitos e métodos de estudo e abrange os enfoques estrutural, funcional, evolutivo-dinâmico, antropogênico e integrativo da estabilidade e sustentabilidade da paisagem. Esses enfoques fornecem subsídios à tomada de decisões à gestão ambiental, no contexto de um determinado modelo e estilo de desenvolvimento do território.

A análise da paisagem aborda questões relacionadas com o conceito de estrutura vertical e horizontal da paisagem, dinâmica funcional, desenvolvimento e análise evolutiva-dinâmica, transformação da paisagem pelas atividades antropogênicas e a estabilidade e sustentabilidade da paisagem.

Essas questões envolvem a compreensão da paisagem desde a sua gênese, passando pelos fluxos de matéria, energia e informação, comportamento e monitoramento de cenários, evolução histórica da sociedade e da visão cultural na utilização da natureza e formas de equilíbrio na utilização dos recursos naturais para a gestão do território.

No presente estudo adotaremos o enfoque histórico-antropogênico na análise da transformação da paisagem que trata da interação natureza/sociedade e se dedica basicamente a estudar “os problemas de modificação e transformação das paisagens, sua classificação e características, os impactos geocológicos e a dinâmica antrópica das paisagens” (RODRIGUEZ, et al. 2004, p. 154).

A paisagem natural possui atributos singulares e uma dinâmica de equilíbrio entre seus elementos e processos. *A priori* a atividade humana funciona como uma perturbação nesse equilíbrio e pode ser entendida como um “processo de antropogenização da paisagem que

consiste na modificação da estrutura, funcionamento, dinâmica e inclusive nas tendências evolutivas da paisagem original” (RODRIGUEZ, et al., 2004, p. 155).

A história da transformação da paisagem também é movida pelas modificações sócio-econômicas e políticas da sociedade. O geógrafo Milton Santos assevera que as mutações na paisagem ocorrerem tanto na estrutura como na funcionalidade. Uma possibilidade de modificação da estrutura acontece pela alteração da forma. Uma ação externa como o desuso de uma área de descarte de lixo altera a sua forma, pois se transforma em área de lazer alterando sua estrutura. Dessa maneira, cria-se um processo de retroalimentação em circuito que envolve muitas variáveis em que a retroalimentação volta ao ponto inicial completando o circuito, ou seja, mudando a forma, muda-se a estrutura (CHRISTOFOLETTI, 1979).

A funcionalidade obedece a um ritmo imposto pela própria dinâmica social. Cada lugar possui ritmos próprios que geram funções singulares que são regidas pelo princípio da variação funcional do mesmo subespaço.

A paisagem é um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais; é formada por frações de ambas, seja quanto ao tamanho, volume, cor, utilidade, ou por qualquer outro critério. A paisagem é sempre heterogênea. A vida em sociedade supõe uma multiplicidade de funções e quanto maior o número destas, maior a diversidade de formas e de atores. Quanto mais complexa a vida social, tanto mais nos distanciamos de um mundo natural e nos endereçamos a um mundo artificial (SANTOS, 1988, p. 23).

2.1.3 A geoecologia da paisagem

As ciências ambientais buscam perspectivas mais integradoras no planejamento geoecológico do território e procuram desenvolver procedimentos técnicos sobre o meio natural que aperfeiçoem planos de uso, manejo e gestão de unidades territoriais. A geoecologia da paisagem consiste no estudo da paisagem sob o ponto de vista ecológico e adota um sistema de métodos, procedimentos e técnicas de pesquisa que conduzam a obtenção de um diagnóstico operacional e estratégias de avaliação do potencial dos recursos naturais.

A moderna abordagem geoecológica vincula-se a determinar um modelo constituído por tipos funcionais de uso para cada parte do território, suas entidades de operacionalização e os instrumentos administrativos, jurídicos, legais e sociais que assegurem sua aplicação (SANTOS, 2004).

Dessa forma, o planejamento ambiental torna-se um mecanismo essencial para a elaboração de políticas públicas e otimização do uso do solo em resposta adversa ao desenvolvimento tecnológico puramente materialista.

O planejamento ambiental e territorial é uma ferramenta eficaz e necessária para a execução de diversas atividades socioeconômicas e a desconstrução, reconstrução e construção do espaço, pois minimiza os impactos ambientais provenientes da ocupação desordenada e do uso do solo sem o zoneamento adequado e evita os desastres naturais decorrentes do processo dinâmico da alteração da paisagem. A realização de estudos e análises integradas entre os sistemas ambientais e antrópicos é fundamental para determinar as unidades geoambientais e caracterizá-las, com a finalidade de diagnosticar as vulnerabilidades ambientais e propor as medidas necessárias para a prevenção, intervenção, conservação, proteção e conservação dessas unidades (BARROS, 2011, p. 10).

A paisagem natural pode ser entendida como um sistema de recursos naturais que juntamente com a atividade humana alicerça os estudos da geoecologia da paisagem. A relação dos recursos naturais com a sociedade produz um binômio inseparável sociedade/natureza responsável pelas transformações ambientais. Dessa maneira, o homem como um elemento da natureza é um transgressor, pois a modifica a sua funcionalidade através da organização social.

Nos anos 1930 do século XX, a geoecologia das paisagens foi considerada pelo pesquisador Karl Troll como a disciplina que analisava funcionalmente a paisagem por “buscar as interações, as pontes de relacionamento com os sistemas sociais e culturais, em uma dimensão socioecológica, articulando a paisagem natural e a paisagem cultural” (MELO, 2012, p. 1001).

Esse novo ramo da ciência denota uma relação conceitual com vários outros campos do conhecimento por incorporar variadas linhas do pensamento ambiental. Desde o século XIX, os estudos de Humboldt, Lomonosov e Dokuchaev sobre a ambiência apresentavam uma visão sistêmica, globalizante que foram incorporados pela geoecologia da paisagem como princípios norteadores.

A partir da década de 1980, a integração das concepções biológicas e geográficas sobre as paisagens deram origem a geoecologia da paisagem que dimensiona sua base teórico-metodológica para a inter-relação dos aspectos estrutural-espacial e dinâmico-funcional das paisagens (RODRIGUEZ et al., 2004).

A geoecologia da paisagem tem como objeto de estudo o conjunto das paisagens naturais, sociais e culturais em suas diferentes escalas. Dada à ampla dimensão conceitual e metodológica que envolve essa abordagem, essa ciência situa-se em um contexto

metodológico que constitui a interface entre a Geografia Física, a Geografia Humanística, a Biogeografia, a Ecologia e a Cartografia (SILVA, 2012).

O tangenciamento dessas áreas do conhecimento reforça a integração e a articulação conceitual e metodológica e promove um diálogo fecundo entre diferentes campos disciplinares e se revela como um caminho integrador e, sobretudo, complexo.

Entre a Ecologia e a Geografia na análise da paisagem natural; entre os conceitos de paisagem natural, social e cultural aprofundando a compreensão da paisagem como sistema de conceitos; com as diversas concepções de sistema ambiental (ecossistema, geossistema, sociosistema e sistema antropoecológico) (RODRIGUEZ et al., 2004, p. 23).

A evolução da disciplina encampa novas abordagens e procedimentos metodológicos como os da proposta de Rodriguez et al. (2004) que propõe as seguintes fases para a compreensão da geoecologia das paisagens: fase de organização, fase de inventário, fase de estudos, fase de diagnóstico e fase propositiva.

A interpretação dessas fases gera caminhos normativos que auxiliam na tomada de decisões na intervenção da paisagem. Essa interferência passa por estudos e técnicas de classificação desenvolvidas ao longo do tempo, principalmente no tocante ao mapeamento de cenários.

A construção de cenários é uma estratégia para o entendimento da evolução de uma paisagem a partir da definição de períodos determinados por fatores marcantes como momentos de transformações políticas ou ocorrência de expressivas interferências humanas. “O cenário é, na verdade, uma medida do tipo e tempo de resposta possível a partir das propostas e das ações humanas” (SANTOS, 2004, p. 52).

Um dos principais intuitos da geoecologia da paisagem é desenvolver uma classificação e uma cartografia padronizadas das unidades de paisagem de um território. O mapeamento da paisagem se constitui numa importante ferramenta de conhecimento e análise, pois revela a localização dos elementos e sua distribuição no espaço.

Os produtos cartográficos gerados tanto podem representar os resultados de análises e pesquisas realizadas, como também podem servir de referências para o desenvolvimento de outras investigações ou propostas de análise ambiental.

Os pesquisadores Richlins e Mateo (1991) têm-se utilizado basicamente três tipos de representações cartográficas: 1) Analítica: cada componente geoambiental ou informação temática é designada por uma simbologia específica; 2) Semi-sintética: a denominação da unidade indicada está representada por uma letra ou número e por uma textura diferenciada; e

3) Sintética: a legenda e os procedimentos de representação respondem a ordens de subordinação, hierarquia e taxonomia.

A regionalização e o zoneamento (tipologia) são duas importantes categorias de sistematização e classificação das unidades de paisagem. Segundo Rodriguez et al. (2004) a regionalização físico-geográfica consiste na análise, classificação e cartografia dos complexos físico-naturais individuais, tanto naturais como modificados pela atividade humana e na compreensão de sua composição, estrutura, relações, desenvolvimento e diferenciação.

A classificação da paisagem deve refletir o nível de estado do território e simultaneamente, o grau de sua diferenciação espacial. A tipologia da paisagem é ainda um instrumento científico que contribui para a utilização em planejamento e projeção das ideias geoecológicas (KLIJIN⁵, 1994 *apud* RODRIGUES, 2004, p. 77).

A aplicação dos critérios e metodologia desenvolvida por Rodrigues et al. (2004) foi aplicada por Barros (2011) e Silva et al. (2010) e se tornou atualmente uma referência nessa abordagem. Outros enfoques podem ser utilizados na classificação das paisagens como sua estrutura morfológica, sua gênese, sua designação e as possibilidades de utilização funcional.

2.2 A teoria dos sistemas

O campo de estudos da Teoria de Sistemas é muito amplo já que todo sistema terrestre, toda a realidade conhecida do átomo à galáxia pode ser entendida como sistema, isto é, associação combinatória de elementos diferentes (MORIN, 1998, p. 19).

Um dos grandes divulgadores dos estudos sistêmicos na modernidade foi o biólogo Ludwig Von Bertalanffy que em 1947, publica a teoria geral dos sistemas numa reflexão sobre a biologia e a segunda Lei da termodinâmica, tomada como um modelo estrutural com características de uma unidade funcional regida pela interação recíproca entre os elementos. A teoria defende a concepção organísmica na biologia que acentuasse a consideração do organismo como totalidade ou sistema e expande suas considerações acerca disso, em diferentes direções (BERTALANFFY, 1984).

A Teoria Geral de Sistemas propendia a “investigação científica dos sistemas em várias ciências e sua aplicação tecnológica, como também, promover uma discussão filosófica sobre sistemas, agora um novo paradigma científico” (RODRIGUES, 2001, p. 72). Também

⁵ KLINJIN, F. Ecosystem classification for environmental management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1994. 239 p.

na década de 1940, Claude Shannon desenvolveu a Teoria da Informação que foi aplicada à análise de sistemas organizados constituindo uma forma de mensurar a complexidade desses sistemas, o que gerou uma nova ferramenta conceitual aplicável tanto no campo da física como da biologia (BERTALANFFY, 1984).

Na década seguinte, os pesquisadores Heins Von Foerster e Ross Ashby num trabalho interdisciplinar entre biologia e cibernética realizado no *Biological Computer Laboratory* da Universidade de Illinois aprofundam temas como auto-referência, o papel organizador do acaso e causalidade circular e revelam o papel da complexidade dos estudos sistêmicos (SERVA, 1992).

O professor de economia da universidade de Michigan Kenneth Ewart Boulding desenvolveu estudos sistêmicos voltados para as ciências sociais paralelamente aos trabalhos de Bertalanffy. Trabalhou com a lei do crescimento alométrico cujo conceito pode ser definido como o estudo das taxas relativas de modificação de dois aspectos de um sistema. Essa abordagem ganhou reconhecimento na biologia com a obra de Jules Huxley—*Problems of Relative Growth* de 1924 que forneceu abordagem compreensiva e nova formulação clássica.

Boulding discutiu as semelhanças entre as organizações sociais e os organismos biológicos, descrevendo como o comportamento, o crescimento e a sobrevivência das organizações, em ambas as realidades eram determinadas por suas estruturas internas.

O cerne de sua análise foi a compreensão das limitações estruturais do crescimento, a partir da construção da ideia de que, ao se dobrar uma dimensão linear, aumenta-se a área em um fator de quatro e o volume em um fator de oito (AMARAL, 2012, p. 94).

O conceito de sistema pode ser definido como um conjunto de elementos que mantêm relações entre si ou com outros elementos relacionados funcionalmente entre si, e que formam um todo unitário complexo (RODRIGUEZ et al., 2004; GONDOLO, 1999). A abordagem sistêmica engloba os seguintes conceitos fundamentais: conjunto, elemento, relação, todo e organização.

A ideia geral de sistema é inspirada nas concepções da termodinâmica, sobretudo no segundo princípio, conhecido pelo nome de Carnot-Clausius, que define a noção de entropia. Esta noção corresponde à probabilidade de mudança dentro de um sistema, em função de seu grau de organização. A variação entre estes dois elementos obedece à seguinte regra: quanto maior o valor da entropia, maior o grau de desorganização do sistema (isomorfismo). Desta maneira os baixos níveis de entropia correspondem aos altos níveis de

ordem interna em um sistema. (...) Os sistemas são, portanto, poderosos instrumentos do cálculo de probabilidade. Eles podem ser analisados segundo seus estados de organização sucessivos (GOMES, 1996, p. 267).

Os estudos com uma conotação sistêmica ou buscando uma visão integrada dos elementos e processos envolvidos na interpretação ambiental estruturam-se sob diferentes abordagens metodológicas em função dos objetivos e metas principais e podem revelar a coerência ou não da ação do homem no espaço (SANTOS, 2004).

A busca por fundamentar tanto a teoria, como a metodologia nos estudos que se embasam na análise sistêmica por meio do desenvolvimento de conceitos e procedimentos normativos estão presentes nos trabalhos de Humboldt (1847), Troll (1966), Grigoriev (1968), Bertrand (1968), Sotchava (1977), Tricart (1977), Dickinson, (1978), Ross (2009). O sistema é composto por itens estruturais que constituem a sua parte estática e por itens operacionais que são os elementos de entrada, dos processos de transformação e de saída do sistema (BRESCIANI FILHO, 1996).

A abordagem sistêmica mostra a necessidade de se gerar uma nova análise para a compreensão das inerentes flutuações no sistema identificadas nos processos de autocriação e auto-organização em respostas às mudanças que envolvem novas estruturas e novas funções nos sistemas (CAMARGO, 2005).

O desenvolvimento dessas análises que pretendem compreender o funcionamento do ambiente é um dos grandes desafios da abordagem sistêmica na ciência geográfica, pois refuta o paradigma simplificador⁶ onde a ideia de ordem prevalece sobre a de desordem.

A teoria de sistemas rompe esse modelo da explicação linear quando interpreta que cada sistema é integrado por unidades compostas de elementos, ciclos e processos singulares e interdependentes. A união ou intersecção dessas unidades produzem um ritmo sinfônico que gera harmonia e equilíbrio ao sistema.

A cada mudança de ritmo quebra-se o equilíbrio existente e um novo sistema é estruturado, por isso o estudo sobre a perspectiva dos sistemas complexos não lineares longe do equilíbrio, oferecem uma possibilidade de interpretação mais coerente dos processos ambientais quando acrescidas dos conceitos de auto-organização (GUERRA et al., 2001, p. 35).

⁶ Paradigma simplificador é um paradigma que põe ordem no universo, expulsa dele a desordem. A ordem se reduz a uma lei, a um princípio. A simplicidade vê o uno, ou o múltiplo, mas não consegue ver que o uno pode ser ao mesmo tempo múltiplo. Ou o princípio da simplicidade separa o que está ligado (disjunção), ou unifica o que é diverso (redução) (MORIN, 2007, p. 59).

Mas, ao mesmo tempo, que o sistema auto-organizador se destaca do meio ambiente e dele se distingue, por sua autonomia e sua individualidade, ele se liga ainda mais a este pelo aumento da abertura e da troca que acompanham todo processo de complexidade: ele é auto-eco-organizador. (...) o sistema auto-eco-organizador tem sua própria individualidade ligada a relações com o meio ambiente muito ricas, portanto dependentes (MORIN, 2007, p. 33).

Nos sistemas complexos não há equilíbrio, há estado de relativa estabilidade, que é temporal e onde a energia e matéria permanecem relativamente estabilizadas. Quanto mais o sistema se afasta do equilíbrio, os modos possíveis de comportamento tendem a se tornar mais numerosos. Pode-se dizer, portanto, que a complexidade concerne a sistemas em evolução e, por consequência com uma história (NICOLIS; PRIGOGINE, 1992).

Diante disso, surgem muitas indagações sobre a interpretação da análise sistêmica: em qual unidade do sistema acontecem as mudanças? Qual o agente para a transformação e qual elemento, ciclo ou processo foram atingidos? De que forma a quebra dessa organização se manifesta nos fluxos entre os elementos, no ciclo, no processo e no sistema? Existe uma ordem ou hierarquia nas transformações? Elas atingem primeiramente os elementos ou os fluxos? Como mapeá-las?

A multiplicidade e complexidade dos fenômenos da natureza demonstram o caráter difuso das pesquisas, como também a necessidade da articulação entre o tempo dos ciclos ecológicos e tempo geológicos que demandam um período considerável para que resultados conjunturais sejam levantados, analisados e discutidos.

2.2.1 Os enfoques na pesquisa geral dos sistemas

A reorientação do pensamento e da concepção de mundo decorrente da introdução do conceito de sistema como uma nova maneira de análise da realidade trouxe mudanças na abordagem da ciência moderna. A busca por procedimentos que revelem a interação dinâmica dos fenômenos investigados nos diversos campos disciplinares existentes se tornou o problema central em todas as esferas da realidade.

Os métodos empregados na pesquisa geral de sistemas são provenientes das derivações lógicas da dedução, da indução ou da combinação de ambas. Todas essas abordagens possuem vantagens e desvantagens e sua utilização está diretamente relacionada ao objeto investigado.

É necessário encontrar um modo de justificar as inferências indutivas estabelecendo um *princípio da indução*, isto é, colocando as inferências indutivas em forma logicamente aceitável. Popper rejeita, inclusive, a doutrina corrente de que ‘a inferência indutiva, embora não seja estreitamente válida, pode alcançar algum grau de confiança ou probabilidade’. (...) Popper desenvolve uma teoria do *método dedutiva do teste*, segundo a qual o empirismo se resume em testar uma hipótese e isto somente após estar ter sido formulada convenientemente (teoria do dedutivismo) (BRANCO, 1999, p. 39).

Bertalanffy (1984) designou o método indutivo de empírico-intuitivo e assevera que sua grande vantagem consiste em permanecer em estreito contato com a realidade podendo ser verificado por exemplos retirados dos campos particulares da ciência, apesar de parecer ingênuo para os estudiosos com formação matemática. Mesmo assim, avaliou que esse procedimento de análise não deveria ser subestimado, aliás, considerou que “esta visão geral intuitiva parece ser notavelmente completa” (BERTALANFY, 1984, p. 64).

O método da dedução foi muito utilizado nos trabalhos de Ashby (1958a) que entendia que da compreensão da totalidade sistêmica se poderia entender a natureza da estrutura, das conexões e das relações. Para isso utilizava o processo da discretização que consiste em dividir ou particionar um todo em partes com menor complexidade com a finalidade de facilitar cálculos, simplificando o processo. “Em vez de estudar primeiro um sistema, depois um segundo, depois um terceiro e assim por diante, coloca-se no outro extremo, considera o conjunto de todos os sistemas concebíveis e reduz então o conjunto a um tamanho mais razoável. Esse é o método que segui recentemente” (ASHBY *apud* BERTANLAFY, 1984 p. 64).

O autor trabalhou com um sistema de equações diferenciais simultâneas que refletem a organização e a auto-organização dos sistemas que Ahsby denominou de máquina, e assentiu as limitações da metodologia como sendo de cunho geral. Posteriormente compreendeu a inadequação dessa abordagem para tratar de muitos problemas de organização ((BERTALANFY, 1984).

Outro enfoque baseado na dedução bastante utilizado na análise sistêmica se refere às noções baseadas na Lei do crescimento alométrico que se constitui em instrumento para caracterizar o desenvolvimento e a manutenção do equilíbrio.

A alometria baseia-se na mensuração das variáveis geométricas e não se preocupa, fundamentalmente com a análise dos processos. Por outro lado, ela não se restringe a verificar a relação morfológica em determinado ponto temporal; sua preocupação visa analisar as modificações que as formas dos

elementos apresentam no transcurso do tempo. É o deenvolvimento, o crescimento relativo, que interessa à alometria (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 87).

2.2.2 A teoria de sistemas nos estudos geográficos

O ingresso da abordagem sistêmica na ciência geográfica, baseado nos princípios da Teoria Geral dos Sistemas, funda-se na modelização e quantificação dos elementos da paisagem, e descortina um novo caminho para o entendimento do funcionamento das paisagens, como também, da construção de modelos conceituais, morfológicos e de classificação dos sistemas.

Na Geografia, sua penetração foi muito maior na área da Geografia Física, tendo em vista que sua abordagem positivista e sua natureza preferencialmente indutiva acabaram por inibir até mesmo a utilização de suas ideias centrais na Geografia Humana (RODRIGUES, 2001, p. 72).

Várias categorias de análise da geografia como espaço, lugar, paisagem e região foram estudadas em termos de sistema sem adotar essa denominação. A ideia de sistema na literatura geográfica foi adotada por Strahler (1950-1952), Culling (1957), Hack (1960), Chisholm (1967), mas foi a partir do artigo de Chorley intitulado - *Geomorphology and General Systems Theory* (1962) que os estudos sobre o uso da Teoria de Sistemas na geografia física se efetivam e se difundem com maior intensidade.

Os estudos da geografia urbana realizados por Brian Berry já identificava a analogia entre a teoria de sistema e a teoria urbana quando afirmava que “a teoria urbana pode ser encarada como um aspecto da teoria geral de sistema” (BERRY, 1964, p 148). Os trabalhos de Richard L. Meyer também convergiam para a ideia de que “a cidade é um sistema vivo, complexo e podemos estudar e analisar sua anatomia e composição da mesma forma que em qualquer outro sistema vivo” (MEYER, 1966, p. 1).

Também por intermédio da visão sistêmica, a região tornou-se um modelo para a análise espacial, com uma estrutura lógica e hierarquizada. Grigg (1967) utilizou uma classificação analítica para caracterizar o sistema de regiões e concluiu que “a região enquanto entidade real está morta e a regionalização deve ser, a partir de então, considerada unicamente como um simples meio de análise” (GRIGG *apud* GOMES, 1996, p. 269).

O geógrafo britânico David Harvey (1969), compreende a análise sistêmica como a abordagem metodológica mais adaptada e pertinente com a revolução metodológica ocorrida

na geografia entre as décadas de 1960/70. Entretanto, defende a ideia de que a incorporação da teoria deve ser feita com cautela e propõe uma distinção na sua utilização em dois níveis diferentes.

Ao nível metodológico, acredita que se trata de um instrumento fundamental, que fornece uma grande capacidade explicativa para a geografia. Ao nível filosófico, identifica dois grandes perigos: primeiro, a tentação de considerar a teoria dos sistemas como uma metateoria, uma espécie de teoria das teorias. Em segundo lugar, Harvey vê também a possibilidade de que se desenvolva uma metafísica das leis físicas. Assim, para Harvey, a geografia moderna deve sempre prestar atenção à tentação finalista, limitando a importância dos instrumentos analíticos a seu papel metodológico e, a partir daí, ele faz suas preocupações do racionalismo mais moderno (GOMES, 1996, p. 268).

Na obra *A Análise Geográfica* (1973), Olivier Dolfuss expõe a estreita relação existente entre estrutura e sistema. Faz breve descrição das noções gerais da evolução e análise de sistemas de erosão e de culturas agrárias na França e afirma que o estudo dos sistemas pode conduzir “à geometrização das operações” representada sob a forma de esquemas, diagramas e mapas contribuindo assim na análise geográfica.

O estudo de sistemas encontra-se, por conseguinte, bem no centro da análise geográfica, na medida em que oferece a possibilidade de decompor as operações, de observar as relações de causalidade e as inter-relações, de verificar a eficácia de certos agentes e processos, de medir as inércias e as coerções (DOLFUSS, 1973, p. 61).

O pesquisador Antônio Christofolletti (1979) compreende a ideia de sistemas como uma importante contribuição aos estudos da geografia física principalmente relacionada com utilização de métodos quantitativos e atribui aos critérios funcional e da complexidade estrutural como os mais importantes para a classificação dos sistemas para a análise geográfica.

A importância da quantificação está presente no emprego da equação alométrica que descreve o crescimento relativo entre os elementos do sistema e baseia-se na mensuração das variáveis geométricas que visa analisar as transformações que as formas dos elementos apresentam ao longo do tempo.

Dessa forma, estruturou a noção de equilíbrio do sistema que corresponde ao ajustamento completo das suas variáveis internas às condições externas. Para isso atribuiu valores dimensionais para as formas e seus atributos de acordo “com as influências exercidas pelo ambiente, que controla a qualidade e a quantidade de matéria e energia a fluir pelo sistema” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 57).

A adoção do conceito de sistema na obra Ecodinâmica de Jean Tricart é proveniente de uma nova maneira de estudar o meio ambiente através da noção de ecossistema oriundo da ecologia e incorporada pela geografia física. “O conceito de sistema, é atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente” (TRICART, 1977, p. 19).

Na perspectiva da análise geográfica defendida por Ross (2009) a ideia de sistema pressupõe o entendimento adequado da dinâmica ambiental pelas características comportamentais das rochas, relevo, dos solos, do clima, da vegetação, da fauna, como também dos aspectos sociais e econômicos das sociedades humanas. Entretanto, o limite das interdependências das relações sociedade-natureza não pode ser mensurado em sua totalidade.

Na concepção da teoria dos sistemas, os diferentes ambientes naturais encontrados na superfície da Terra, decorrentes das relações de troca de energia e matéria entre os componentes, são denominados ecossistemas ou geossistemas. (...) A noção clara dos limites da dependência dos componentes naturais e dos limites de inserção dos seres humanos na natureza necessita de melhor dimensionamento e esclarecimento, pois somente assim se torna possível a adoção de práticas conservacionistas e de políticas de recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável (ROSS, 2009, p. 53-54).

Uma importante contribuição teórica dos estudos sistêmicos à geografia no Brasil foi a obra Clima e Excepcionalismo (1991), de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. O autor aborda o caráter fundamentalmente conjectural e reflexivo da teoria sistêmica e demonstra uma profunda reflexão acerca do dinamismo atmosférico relacionado com as teorias de sistema, da complexidade, do caos e dos conjuntos conferindo ao trabalho uma importante referência geográfica.

A teoria de sistemas foi difundida por vários ramos do conhecimento científico e por ser de aplicação universal é rapidamente aceita e absorvida pelas ciências que buscavam um modelo teórico que explicasse a organização e dinâmica de seus elementos e processos, entre elas a ciência da paisagem e da geografia.

Assim, a teoria de sistemas e a análise da paisagem são incorporadas pela geografia que elabora um construto teórico denominado geossistema e que como conceito congrega como elemento básico o caráter territorial ou espacial do sistema (TROPPMAIR, 1995).

2.3 Geossistemas

Os estudos geossistêmicos envolvem a compreensão do arranjo dos vários níveis de sistemas vivos e não vivos, nas ciências da natureza e sociais, portanto, conhecer a origem, os ciclos, os processos e sua dinâmica são de fundamental importância. Entretanto, não é objetivo deste trabalho aprofundar essa compreensão densa e complexa, mas sim, apontar as fontes formadoras e suas principais proposições que permita a organização do pensamento para o entendimento da concepção geossistêmica.

No final dos anos sessenta, a escola russa siberiana por meio de V. B. Sotchava ante ao imperativo de uma abordagem integradora dos estudos da paisagem na geografia e a necessidade em lidar com princípios de conexão e síntese, cria uma nova proposição tendo como princípio básico a consideração da natureza como sistemas dinâmicos abertos, hierarquicamente organizados e passíveis de delimitação denominada Geossistema (RODRIGUES, 2004).

Os estudos exploratórios sobre geossistemas desenvolvem-se inicialmente na Rússia, na década de 1960, muito em função do processo histórico do sistema socialista que vigorava na ex-URSS, no qual o conhecimento para a gestão do território era um importante instrumento político-econômico e de planejamento estratégico.

O estudo da gestão do território sem a barreira da propriedade privada propicia a conjuntura necessária para o desenvolvimento e aplicabilidade da teoria de sistemas na análise geográfica explicando, talvez, o surgimento da teoria geossistêmica naquele país.

(...) que é essencial compreender a ciência como um corpo de conhecimento historicamente em expansão e que uma teoria só pode ser adequadamente avaliada se for prestada a devida atenção ao seu contexto histórico. A avaliação da teoria está intimamente ligada às circunstâncias nas quais surge (CHALMERS, 1993, p. 61).

A teoria geossistêmica estrutura-se em dois grandes pilares: o primeiro contém um longo arcabouço teórico gerado pelos estudos da paisagem desde o final do século XIX, tanto da escola alemã representada por Humboldt, Passarge e Troll, como da escola russa dos precursores Dokuchaev, Berg, Grigoriev e Isacchenko e Riabshikov.

O segundo, congrega a teoria de sistemas aprimorada pelo biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy que advoga sobre a concepção organísmica na biologia que acentuasse a consideração do organismo como totalidade ou sistema nos anos 1950, e expande suas considerações acerca disso, em diferentes direções (MORIN, 2007, p.19). Assim, ambos,

estruturam e reforçam a integração e a articulação conceitual e metodológica da análise sistêmica, inicialmente estruturada no conceito de paisagem (RODRIGUEZ, et al., 2004).

A divulgação da teoria foi acolhida com entusiasmo pela comunidade acadêmica pois, finalmente encontrara-se um caminho sistematizado, apesar das incertezas, para estudos integrados da paisagem. Vários estudiosos do assunto como Bertrand, um dos maiores divulgadores da teoria na Europa, aplicou as ideias da abordagem geossistêmica no planejamento territorial na França.

A difusão dos estudos geossistêmicos efetiva-se na década de 1970, com a consolidação da concepção ambiental sistêmica nas grandes conferências mundiais sobre o meio ambiente, que remetem à importância de desenvolver e aperfeiçoar trabalhos de planejamento territoriais regionais interdisciplinares.

A concepção geossistêmica preconiza um conjunto de elementos com um conjunto de ligações entre esses elementos; e um conjunto de ligações entre o sistema e seu ambiente. Além disso, cada sistema se compõe de subsistemas, e todos são partes de um sistema maior, onde cada um deles é autônomo e ao mesmo tempo aberto e integrado ao meio, ou seja, existe uma inter-relação direta com o meio. Uma das premissas dos estudos geossistêmicos é a organização hierárquica. Dessa forma, as unidades espaciais acham-se na dependência da organização geográfica.

O critério espacial, em geografia, como é sabido, tem uma especial significação. Toda categoria dimensional de geossistema (topológica, regional, planetária e intermediárias) possui suas próprias escalas e peculiaridades qualitativas da organização geográfica (SOTCHAVA, 1977, p.10).

No domínio da interpretação ambiental e suas alterações, sabe-se que a cada parcela de tempo o geossistema encontra-se em determinado estado de dinâmica, o que torna as transformações dos sistemas um dos principais axiomas da teoria de classificação dos geossistemas.

O conhecimento do geossistema envolve a interpretação das conexões dos fenômenos naturais, bem como, dos fatores econômicos e sociais que influenciam sua estrutura e podem modificar o geossistema em relação ao seu estado original. Aliás, essa abordagem evoca o princípio histórico-antropogênico nos estudos da paisagem e difunde como método de análise as mudanças históricas e antropogênicas, pois trabalha com índices de perturbações, tipos de modificações e transformações humanas (paisagens contemporâneas e trocas) (RODRIGUEZ et al., 2004, p. 48).

Dentre as várias possibilidades de estudo da interpretação do espaço, a teoria geossistêmica figura como uma das mais abrangentes e complexas dadas as análises integrada dos elementos, conexões e processos envolvidos numa dinâmica própria que conduz ao planejamento territorial.

O geossistema é uma teoria que promoveu um salto nos estudos integrados da paisagem e teve uma grande ressonância na ciência geográfica. Suas proposições geraram um avanço na interpretação dos processos ambientais e têm no caráter preditivo da proposta um dos principais pontos de apoio de sua aplicabilidade. Dessa forma, à luz da geoecologia das paisagens pode-se classificar cinco categorias de geossistemas: geossistemas naturais, geossistemas integrados, geossistemas ramais, geossistemas antropoecológicos (ALEKSANDROVA e PREOBRAZHENLKII, *apud*, RODRIGUES, 2004, p. 47).

Dentre as conjecturas da teoria geossistêmica para os planejamentos territoriais estão, inicialmente, a proposição de hipóteses sobre sua dinâmica futura, a abordagem multiescalar e a noção de prognoses, elementos de análise *sinequanon* da teoria geossistêmica. (RODRIGUES, 2001, p. 73). As conjunturas social e econômica também são fatores importantes da teoria, pois influenciam a dinâmica do geossistema ao longo do tempo e o modificam em relação ao seu estado original. Assim, estudos da influência dos fatores socioeconômicos no ambiente natural e o exame de projetos na utilização e conservação do ambiente geográfico são importantes para a composição de cenários passados, atuais e futuros (SOTCHAVA, 1977).

A teoria geossistêmica possui como princípio básico a conectividade e a consideração da natureza como sistemas dinâmicos abertos passíveis de diferentes intensidades de trocas de matéria e energia e hierarquicamente organizados. Dessa forma, compreende-se como importante antecedente dessa proposição, a teoria de sistemas.

Esse princípio vem carregado de todos os derivativos da teoria geral dos sistemas dentre os quais se destaca o da articulação entre os sistemas abertos (variáveis extrínsecas) e da interdependência de suas variáveis intrínsecas (identificando-se também internamente as rotas, trocas de matéria, energia e ciclos) (RODRIGUES, 2001, p. 73).

A complexidade da análise ambiental e a busca de um paradigma integrador envolvem estudos de várias ciências como a química, a física, a biologia, a geografia, como também, o tangenciamento, a inter-relação e a integração dos conhecimentos multitemáticos gerados por essas disciplinas especializadas.

O geossistema tem como elemento chave o entendimento da paisagem que permite aplicar procedimentos analíticos que levam a análise combinada dos múltiplos elementos interatuantes no ambiente. Desse modo, “a paisagem é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a GEOGRAFIA, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema” (TROPPMAIR, 2004, p. 8).

No clássico artigo de Georges Bertrand – Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico (2004), o estudo do geossistema é uma unidade de paisagem proveniente da interpretação e da classificação da paisagem à luz da geografia física global.

Apesar da indefinição do seu conceito e talvez por isso, possa convergir e agregar de maneira abrangente as variadas interpretações do termo e promover um diálogo entre as fronteiras das subáreas da geografia, como também da geografia e outros campos do conhecimento. O oposto dessa abordagem também é uma perspectiva evidente na compreensão e análise do geossistema em que a imprecisão do conceito e da metodologia de trabalho dificultam a evolução sistemática dos estudos.

Sotchava formulou a teoria geossistêmica e utilizou critérios biogeográficos para classificar as paisagens naturais em homogêneas ou diferenciadas em três níveis: planetário, regional ou topológico, entretanto, sua concepção teórico metodológica era imprecisa. Os elementos básicos da proposição de Sotchava se baseavam em princípios, na ideia de dinâmica, na modelagem e na interferência antrópica (Quadro1).

Quadro 1: Divisão Taxonômica do Geossistema.

FILEIRA DOS GEÔMEROS	ORDEM DIMENSIONAL	FILEIRA DOS GEÓCOROS	
Perspectiva dos tipos do meio natural (perspectivas dos tipos “landschafts”)	PLANETÁRIO	Zona físico-geográfica	
Tipos do meio natural (tipos de landschafts)		Grupo de regiões físico-geográficas	
		Subcontinentes	
Classe de geomas	REGIONAL	Regiões físico-geográficas	
		Com latitudes zonais	Com zoneamento vertical
		Subzona natural	Província
Distrito (okrug)			
Subclasses de geomas	TOPOLÓGICO	macrogeócoro	
Subgrupos de geomas		Topogeócoro (zonas)	
Geoma		Mesogeócoro (zonas)	
Classe fácies		Microgeócoro (grupos determinados)	
Grupo fácies		Áreas diversificadas elementares	
Fácies			
Áreas homogêneas elementares			

Fonte: Sotchava (1978, p. 22).

2.3.1 A conexão entre os elementos biofísicos e a esfera sócio-econômica da teoria geossistêmica de Sotchava

Uma das mais importantes concepções da geografia física é a noção de geossistema desenvolvida inicialmente por Sotchava através de uma formulação conceitual dentro da esfera geográfica e de uma metodologia específica sobre o tema. O autor desenvolveu uma classificação que versa sobre o entendimento da paisagem estruturado em dois princípios:

1 – 1º Princípio – Sistemas abertos dinâmicos e hierarquicamente organizados passíveis de delimitação ou de serem circunscritos espacialmente em sua tridimensionalidade.

2 – 2º Princípio – Bilateral ou Dual – Analisa por um lado a estrutura homogênea que caracterizaria o geômero, e, por outro, as qualidades integrativas dos geossistemas que caracterizam o geócoro.

3 – Noção de Dinâmica – expressa a possibilidade de assumir novas dinâmicas a cada parcela de tempo para o geossistema e propor hipóteses sobre a dinâmica futura, característica fundamental para aplicação ou para o planejamento ambiental. O caráter preditivo da proposta é um dos principais pontos de apoio de sua aplicabilidade, o que permite identificar a direção ou balanço de processos, inclusive por incorporar o fator antrópico (SOTCHAVA, 1978).

4 – Modelagem – Idealmente deve ser subsidiada pela mensuração direta (monitoramentos e experimentações) das trocas, circuitos, balanços de matéria e energia nos sistemas e subsistemas.

5 – Elemento antrópico – O geossistema devem ser estudados à luz dos fatores econômicos e sociais que influenciam sua estrutura e podem refletir parâmetros sociais e econômicos que influenciam importantes conexões com os elementos biofísicos.

2.3.2 O método sistêmico e a perspectiva espaço-temporal da proposição de Bertrand

O francês Georges Bertrand assevera que para se estudar geossistemas três componentes devem ser analisados: primeiro uma abordagem naturalista que permita a compreensão da evolução da natureza bio-físico-química dos elementos físicos como clima, relevo, solos e vegetação; segundo uma abordagem da gestão do meio ambiente ou sócio-econômica e terceiro uma leitura cultural que está associada ao conceito de paisagem (BERTRAND, 2004) (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

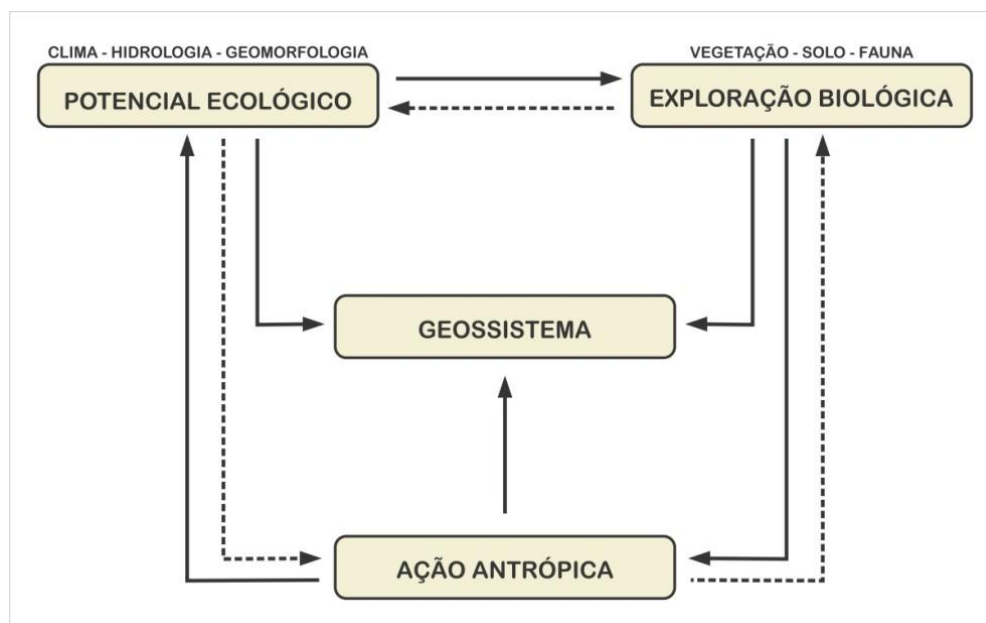


Figura 2: Esboço de uma definição teórica de geossistema.
Fonte: Bertrand, 2004.

Na década de 1960, elabora uma classificação hierarquizada das paisagens e cria uma tipologia às ordens taxonômicas do relevo ao prisma de uma perspectiva espaço-temporal e define as unidades superiores (Zona, Domínio e Região Natural) e unidades inferiores (Geossistemas, Geofácies e Geótopo) (NASCIMENTO, 2005) (Quadro2).

Quadro 2: Sistema Taxonômico de Bertrand.

Unidade de paisagem	Escala tempo-espacial G = grandeza	Unidades elementares				
		Relevo (1)	Clima (2)	Botânica	Biogeo-grafia	Unidade valorada pelo homem (3)
Zona	GI		Zonal		Bioma	Zona
Domínio	GII	Domínio estrutural	Regional			Domínio região
Região natural	GIII	Região estrutural		Estágio série		Bairro rural ou urbano
Geossistema	GIV-V	Unidade estrutural	Local		Zona equipotencial	
Geofácies	GVI			Estádio Agrupamento		Exploração ou bairro parcelado (pequena ilha ou cidade)
Geótopo	G VII		Microclima		Biótipo biocenose	Parcela (p. ex. casa na cidade)

Fonte: Bertrand, 2004.

Essa classificação serviu como base para interpretação das paisagens francesas e delineia novas possibilidades de análise através da relação estrutura-dinâmica da paisagem. Dessa forma, o termo geossistema se insere como o primeiro elemento da unidade inferior e foi escolhido por acentuar o complexo geográfico e a dinâmica de conjunto. O geossistema está situado entre a 4ª e 5ª grandeza temporo-espacial e seu enfoque de análise envolve variadas escalas. São nessas escalas “que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo” (BERTRAND, 2004, p. 146).

Bertrand elaborou uma proposição para o estudo sistematizado do geossistema que envolve quatro importantes enfoques e um elemento fundamental na compreensão da elaboração dos processos dinâmicos: o tempo. Para o autor, “estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método” e, tomando a paisagem como unidade sistêmica, o melhor método de análise é o método sistêmico.

1 – Escala – As escalas tempo-espaciais – são utilizadas como estrutura geral, uma referência para todos os fenômenos geográficos. O geossistema como uma unidade de paisagem se apoia num sistema de delimitação mais ou menos esquemático, formado por unidades homogêneas (em relação à escala considerada) e hierarquizadas, que se encaixam umas nas outras. Dessa forma, o geossistema está preso a uma ordem de grandeza.

2 – Noção de Dinâmica – Bertrand deu uma importância muito grande a questão da dinâmica da paisagem fundamentada no sistema de erosão de A. Cholley e caminha na direção da exploração antrópica das paisagens percebendo então sua dinâmica. Passa-se de uma abordagem geomorfológica a uma mais geográfica para entender os mecanismos gerais e sua evolução associado aos elementos de natureza bio-físico-química dos elementos; e humanos (BERTRAND, 2004).

3 – Tipologia das paisagens – Tipologia dinâmica que classifica o geossistema em função de sua evolução e considera três elementos: o sistema de evolução, o estágio atingido em relação ao “clímax”, o sentido geral da dinâmica (progressiva, regressiva, estabilidade) que se inspira na teoria da bioresistência de H. Erhart.

Assim, distingue sete tipos de geossistemas reagrupados em 2 conjuntos dinâmicos: os geossistemas em biostasia que se referem a paisagens onde a atividade geomorfogênica é fraca ou nula e classificam-se de acordo com sua maior ou menor estabilidade em climácicos, paraclimácicos, degradados com dinâmica progressiva e degradados com dinâmica regressiva e os geossistemas em resistasia, em que a geomorfogênese domina a dinâmica global das

paisagens e subdivide-se em geossistemas com geomorfogênese natural e geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica (BERTRAND, 2004).

4 – Fator antrópico – Nos geossistemas em biostasia a intervenção humana é percebida na abordagem climática que pode provocar uma dinâmica regressiva da vegetação e dos solos, mas nunca compromete o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica, e nos geossistemas degradados com dinâmica regressiva fortemente impactados, pela pressão humana que ainda se efetiva.

2.3.3 A ideia geossistêmica e os roteiros metodológicos de Monteiro

O geógrafo Monteiro não criou nenhuma classificação taxonômica da paisagem, entretanto elaborou roteiros metodológicos acerca da ideia geossistêmica não entendida como uma receita, nem um novo paradigma, mas sim, como o *rationale* teoricamente sistematizado que valia apenas persistir (MONTEIRO, 2001) (Figura 3).

1 – Escala – Considera um dos maiores problemas na abordagem geossistêmica e faz críticas em relação às escalas de observação para classificação das paisagens nas classificações de Sotchkava na planície siberiana, e de Bertrand nas montanhas dos Pirineus “meios” e locais de trabalho que não representariam a ordem de grandeza do geossistema. Todos os seus trabalhos aplicados se efetivaram em escala municipal e regional. Segundo o autor, a transposição de um sistema escalar de uma realidade territorial para outra é assinalada por uma série de limitações.

2 – Noção de dinâmica – Monteiro introduz e ressalta na sua abordagem os termos dinâmica temporal e ritmo projetadas sobre os espaços, provenientes das suas pesquisas sobre clima e destaca a dinâmica processual nos geossistemas como meio de se atingir a prognose geográfica.

3 – Modelagem – Unidades espaciais homogêneas assumindo papel primordial na estrutura espacial com variados graus de comprometimento ambiental.

4 – Elemento antrópico – O homem como agente derivador da natureza tanto no sentido positivo quanto negativo desempenha um papel realmente ativo na construção das paisagens.

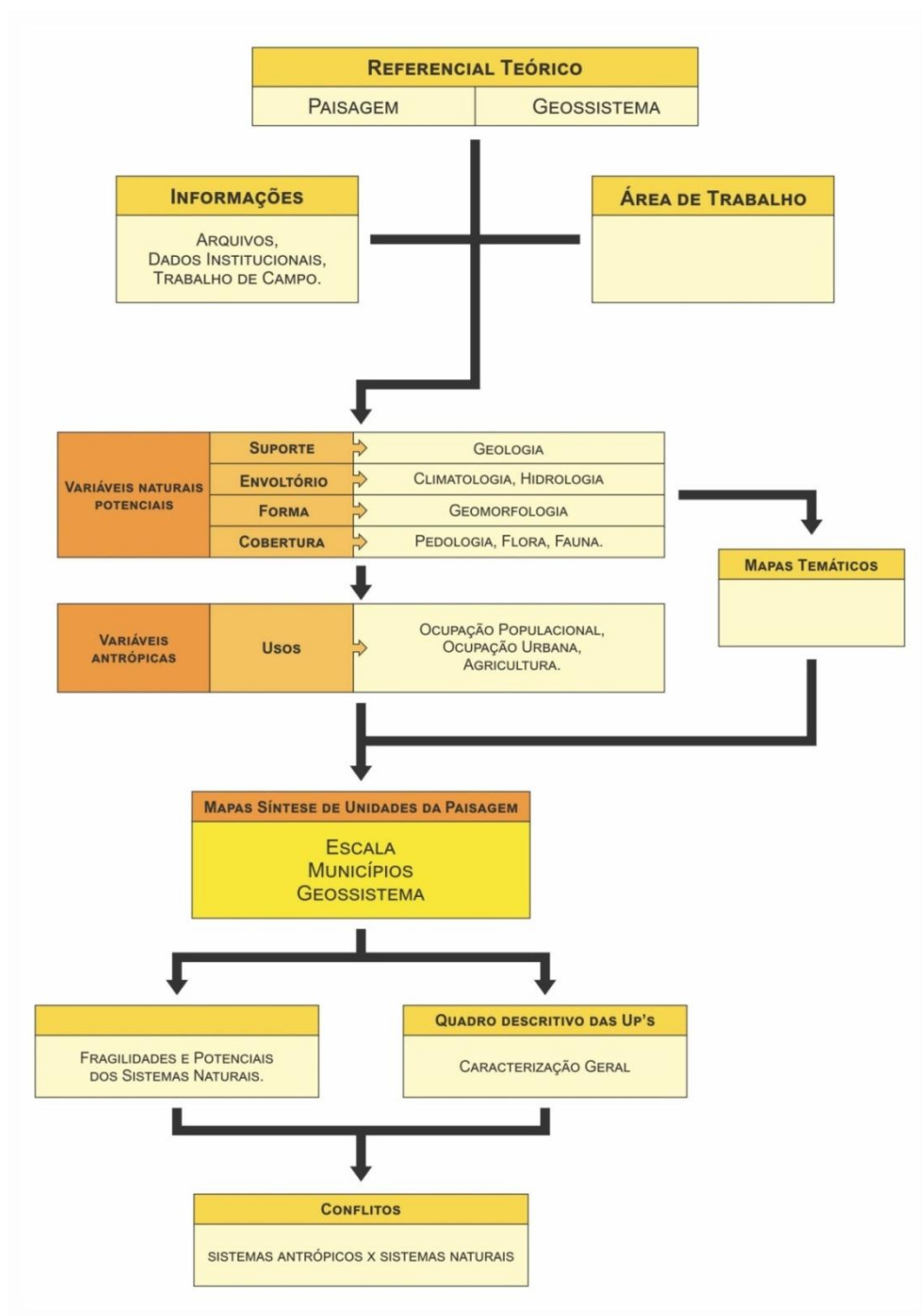


Figura 3: Roteiro metodológico adaptado de Monteiro (2001).
Fonte: Monteiro, 2001.

O roteiro metodológico de Monteiro se inicia por procedimentos clássicos dos estudos da paisagem como estabelecimentos dos referenciais teóricos, delimitação da área de estudo, trabalhos de campo, elaboração de mapas temáticos que juntamente com o cruzamento das variáveis antrópicas produzem um mapa síntese da paisagem na escala de um município.

O geossistema estudado é descrito num quadro de unidades de paisagem onde são caracterizadas as fragilidades e potencialidades dos sistemas naturais que desencadeia na elucidação dos conflitos entre sistemas antrópicos e sistemas naturais. “Muitos, senão a maioria dos trabalhos revestem-se muito mais do analítico das partes ainda longe da síntese do todo” (MONTEIRO, 2001. p. 97).

2.3.4 O tempo e a relação natureza-homem nos estudos de Troppmair

O biogeógrafo Helmut Troppmair afirma que o objetivo fundamental do complexo estudo dos geossistemas está no entendimento das relações natureza-homem. O geossistema é composto por três características fundamentais: morfologia, dinâmica e exploração biológica. “O geossistema é, portanto uma unidade complexa, um espaço amplo que se caracteriza por certa homogeneidade de seus componentes, estruturas, fluxos e relações que, integrados, formam o ambiente físico onde há exploração biológica” (TROPPMAIR, 1994, p. 9).

Troppmair confirma o conflito conceitual da abordagem geossistêmica quando evidencia a sobreposição entre os termos geossistema e paisagem. Aponta que “A estrutura, as interrelações e a dinâmica que ocorrem em determinada área formando um Geossistema, dão a feição, a fisionomia daquele espaço, que é a própria paisagem vista como sistema, como unidade real e integrada” (TROPPMAIR, 2004, p. 9). Na sequência do argumento exprime que a “paisagem é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a geografia, pois a paisagem é a própria fisionomia do geossistema” (TROPPMAIR, 2004, p. 9).

Segundo Troppmair (2004), o enfoque da sua análise se aproxima dos estudos desenvolvidos e denominados de *Landscape-Ecological Risk Information System – LERIS*. Tal como Bertrand, Troppmair deu grande importância ao elemento tempo, “seja ele linear, de evolução normal, ou cíclico, alterações no decorrer do ano com a fenologia das estações, refletindo-se na dinâmica da natureza, no agir e no comportamento social e nas atividades econômicas” (TROPPMAIR, 2004, p. 13).

1 – Escala – Segundo Troppmair, a escala de estudo dos geossistemas deve ser aplicada em grandes áreas. Discorda da abordagem pluriquilométrica adotada por Bertrand pela indefinição da sua aplicação e assevera que a perspectiva do geossistema dada pelos enfoques dos trabalhos de alemães e russos sempre aborda pequenas escalas. Além disso, o autor entende que essa leitura vai contra a própria definição de geografia que estuda a organização do espaço seja ele natural ou resultado da socialização do campo. “Os termos espaço e território sempre são aplicados a áreas grandes” (TROPPMAIR, 2004, p. 7).

2 – Noção de dinâmica – A dinâmica dos geossistemas são regidas pelas interrelações entre os elementos temperatura, precipitação, relevo, altitude, água do solo, solo, cobertura vegetal e uso do solo cuja intensidade provém da análise integrada de dados e da percepção, classificada como muito fortes, fortes, médios, fracos e imperceptíveis.

3 – Tipologia das paisagens – Apresenta 15 geossistemas denominados pela morfografia predominante. Alguns deles estão vinculados a compartimentos geomorfológicos, outros a aspectos ambientais como clima e/ou solo.

4 – Elemento antrópico – O homem atua como um elemento dinâmico da transformação do geossistema através da forma e intensidade com que modifica o uso do solo.

O geossistema é um complexo essencialmente dinâmico mesmo num espaço-tempo muito breve. Assim, a análise de uma paisagem é definida pela escala de abordagem, lembrando que a delimitação não deve nunca ser considerada um fim em si, mas somente como um meio de aproximação em relação com a realidade geográfica (BERTRAND, 1968).

A interface entre os conceitos de paisagem e geossistema associam uma forma pertinente de análise sistêmica, com prerrogativas para uma pertinente conceitualização de paisagem, por identificar uma porção perceptível do espaço, ou seja, uma área concreta, descritível e analisável.

2.4 A questão da escala

A geografia é a ciência que trabalha diretamente com o espaço e, essencialmente, com o espaço geográfico, e nisso reside a fundamental importância do sentido de localização e da representação cartográfica. A compreensão do espaço conduz a uma abordagem de valor ímpar na geografia: a questão da escala.

A palavra escala é um termo polissêmico muito utilizado pelo senso comum. Para a geografia o conceito de escala remete, tradicionalmente, a uma medida de proporção da representação gráfica. A representação é confirmada por meio de uma figura que indica o tamanho que uma determinada medida do desenho corresponde à medida real e é utilizada basicamente em mapas e cartas.

A representação gráfica é empregada para facilitar a leitura de um mapa, e consiste em um segmento de reta dividido de modo a mostrar graficamente a relação entre as dimensões de um objeto no desenho e no terreno. Esse segmento de reta pode ser representado por uma linha com uma pequena espessura, criando um retângulo, formado por uma linha graduada

dividida em partes iguais, cada uma delas representando a unidade de comprimento escolhida para o terreno ou um dos seus múltiplos (SILVA, 1984).

Outro significado importante proveniente da interpretação dos atributos da escala na ciência geografia, advém do emprego da ordem de grandeza de um número que é a potência de dez mais próxima desse número e se constitui numa forma de avaliação rápida, do intervalo de valores em que o resultado deverá ser esperado (SILVA, 1984).

(...) na geografia tanto a fração da divisão de uma superfície representada, como também um indicador do tamanho do espaço considerado, neste caso uma classificação das ordens de grandeza; em algumas disciplinas específicas, muitas outras significações remetem ao sentido de medida do fenômeno (CASTRO, 2005, p. 119).

Uma das primeiras dificuldades no aprendizado da escala está no entendimento das dimensões de tamanho que designam os termos “pequena e grande escala” para superfícies de tamanho inverso, ou seja, estabelece-se de antemão um paradoxo conceitual.

A noção de escala faz parte da percepção do espaço e das distâncias em vários níveis: local, regional e mundial. A escala seleciona o estudo dos fenômenos terrestres quanto a sua grandeza, como quanto a sua natureza (PICKLES, 1985). Nas análises geográficas, diversos níveis escalares poderão se efetivar dependendo do recorte espacial e do objeto de estudo.

(...) o problema da escala intervém, por conseguinte, de duas maneiras: ao nível das comparações, essencial para a compreensão da generalidade e conseqüentemente da originalidade de um fenômeno ou de uma situação, e ao nível das transformações de escalas no interior de um mesmo conjunto (DOLLFUS, 1972, p. 24).

Apesar de não enveredarmos por esse caminho no presente trabalho, o problema da escala inicia-se pelo recorte espacial, pois os fenômenos escolhidos para o trabalho irão determinar a escala de análise e isso determinará as estratégias e técnicas de abordagem executadas.

(...) em pequenas escalas costuma-se utilizar imagens orbitais, que abrangem consideráveis porções do terreno, mas a baixas resoluções espaciais; por outro lado, trabalhando em escalas maiores, faz-se uso de fotografias aéreas (pequenas áreas, altas resoluções) (KOHLE, 2002, p. 22).

Há que se lembrar das dificuldades que envolvem a escala como problema metodológico, como a escassez bibliográfica e um conceito próprio que possa sustentar a reflexão e a abstração, aliás, um problema recorrente na literatura para os que se propõem a

enfrentar a questão da escala na geografia e em outras áreas que trabalham abordagens da análise ambiental (CASTRO, 2005).

Esta questão também envolve o desinteresse de se trabalhar na construção de modelos teóricos que supram lacunas há muito identificadas na abordagem geossistêmica, como por exemplo, as que estagnaram as pesquisas que envolvem a abordagem epistemológica referente à questão da escala.

Apesar de a geografia trabalhar dentro de um nível escalar que abarca o espaço geográfico fundamentalmente, a intersecção com outras ciências que trabalham com diferentes níveis escalares tanto maiores como a física, quanto menores como a biologia, imprimem à ciência geográfica e aos geógrafos uma necessidade de integrar as contribuições dessas várias ciências ampliando seu campo de análise.

A abordagem geográfica do real enfrenta o problema básico do tamanho, que varia do espaço local ao planetário. Esta variação de tamanhos e de problemas não é prerrogativa da geografia. Os gregos já afirmavam que, quando o tamanho muda, as coisas mudam: a arquitetura, a física, a biologia, a geomorfologia, a geologia, além de outras disciplinas, enfrentam essa mesma situação. Recentemente as descobertas de microfísica e da microbiologia colocaram em evidência que na relação entre fenômeno e tamanho não se transferem leis de um tamanho a outro sem problemas, isto é válido para qualquer disciplina (CASTRO, 2005, p. 118).

Nos estudos geossistêmicos a questão da escala é uma das mais difíceis e complexas, pois se trabalha com diferentes níveis hierárquicos. Bertrand propõe que preferencialmente se adote a vegetação como critério para designar geossistemas, “que muitas vezes representa a melhor síntese do meio” (BERTRAND, 2004, p. 149).

No entanto, o mesmo autor pondera que nem sempre é possível utilizar exclusivamente esse critério interpretativo “(...) porque o tapete vegetal não é sempre o elemento dominante ou característico da combinação. (...) Daí parece preferível reter o traço ou a associação geográfica característica, qualquer que seja a sua natureza” (BERTRAND, 2004, p. 149).

Essas indefinições são claramente percebidas na literatura e imprimem uma imprecisão ao conceito e suas abordagens como afirma Troppmair: “(...) o termo Geossistema e suas subdivisões utilizadas por Geógrafos apresentam DEFINIÇÕES e ESCALAS totalmente diferentes e vagos. (...) O que é uma escala pluriquilométrica? 10, 100, 1000, 10.000 ou mais quilômetros quadrados?” (TROPPMAIR, 2007, p. 81).

A abordagem da questão escalar está diretamente relacionada à produção de mapas que representam a realidade ambiental. Assim, Sotchava (1978) considera o mapa a expressão que sintetiza a base, como também, os resultados das correlações dos estudos geossistêmicos e cria uma taxonomia de geossistemas apresentada para a cartografia das paisagens.

SOTCHAVA (1978), ressalta essa questão devido à importância dada, a partir dos anos 50, na ex-União Soviética, às cartas topológicas da paisagem para o zoneamento físico-geográfico, que careciam de uma classificação, necessária aos planejamentos governamentais.

O autor considera a cartografia a base de todos os estudos da paisagem ou geossistema e propõe uma taxonomia de geossistemas capaz de servir de apoio para sua delimitação e cartografiação, nas diversas dimensões: planetário, regional ou topológico (DIAS, 2011, p. 4).

Jean Tricart (1979) apresenta duras críticas à proposta taxonômica de Sotchava (1977, 1978), pois também a considera imprecisa e aponta que “(...) os próprios princípios de classificação não são explicados. Os exemplos fornecidos são reduzidos e pouco demonstrativos (...). Entretanto, essa foi a primeira organização de uma cartografia da paisagem elaborada com rigor científico, e por isso, procede em ser mencionada.

A ciência geográfica que possui perspectivas e metodologias diferenciadas de estudo, talvez tenha “no mapa o fator de unificação da disciplina e ainda alguma coisa melhor: um consistente alicerce fenomenológico no campo da experiência, pelo qual a geografia formal responde” (PICKLES, 1985).

2.5 O bioma do cerrado

Entre todas as formações vegetacionais que ocorrem no território brasileiro, nenhum se apresenta de tão difícil conceituação quanto o cerrado, em função do grande número de definições existentes. Desde o século XIX, quando se iniciam as expedições exploratórias no país por naturalistas europeus, os estudiosos vêm se esforçando no sentido de interpretar ou conceituar efetivamente o cerrado brasileiro.

O cerrado foi capturado por vários olhares e de acordo com as múltiplas visões a que se submete assume forma e conceitos diversificados. No olhar descomprometido do leigo recebeu a denominação de gerais onde se encontra o sentimento ou sensação de amplitude, de vastidão dos horizontes intermináveis, que se descortinam no planalto central brasileiro, área “core” do cerrado.

Estes breves comentários sobre o cerrado mineiro pretendem apresentar os principais conceitos e classificações dessa formação vegetal creditadas por naturalistas do século XIX, alguns estudiosos das décadas de 1920/30 a 1960/70, como também, dos últimos trinta anos no intuito de compreender melhor a vegetação da área de estudos, o município de João Pinheiro.

O naturalista Auguste Saint-Hilaire durante sua viagem à Província de Goiás em 1875, descreveu de forma precisa o ambiente do cerrado, considerando sua morfologia e, em parte, a estrutura da vegetação. Referindo-se a este tipo de formação vegetal, Saint-Hilaire relatou que tinha se encontrado “num planalto imenso, deserto e bastante regular, coberto ora por pastagens naturais salpicadas de árvores raquíticas, ora exclusivamente de gramíneas, de algumas outras ervas e de subarbustos” (SAINT-HILAIRE, 1875, p. 26).

As primeiras designações do cerrado mineiro historiadas em relatos das entradas pelo sertão referem-se à bandeira de André de Leão, em 1601 e designa à região como formada de “largos campos e de collinas despidas de árvores” (GLIMMER, 1898-1899, p. 284 apud RIBEIRO, 2005, p. 48). Adentrando pelo interior dos gerais, os primeiros colonizadores alcançam os sertões e percebem a diferença fisionômica da vegetação com a maior presença de campos do que com árvores de porte florestal que denominaram de “capões”.

Saint-Hilaire viajando por Minas Gerais divide a vegetação em “matas” e “campos”. Subdivide os campos em “tabuleiros cobertos” para áreas com árvores tortuosas e esparsas, e “tabuleiros recobertos” nas áreas que apresentam ervas e sub arbustos gerando uma primeira tentativa de uma classificação mais organizada dessa formação vegetal (RIBEIRO, 2005, p. 49).

As primeiras são os “matos virgens”; as “caatingas” cuja vegetação é menos vigorosa que daqueles e que perdem anualmente suas folhas; os “carrascos”, espécies de florestas anãs, compostas de arbustos de três ou quatro pés de altura, próximos uns dos outros; e, finalmente, “os “carraquennos” que, mais elevados do que os carrascos, formam um tipo de transição entre estes e as caatingas. É ainda à vegetação primitiva que devem ser atribuídos os “capões”, matas que se elevam nas depressões cercadas de “campos” por todos os lados” (SAINT-HILAIRE, 1949, p. 1280-1281).

O botânico Martius aprimorou esta classificação e acrescenta uma divisão complementar à de Saint Hilaire, pois “havendo capoeira densa do cerrado entre os caules [diz-se] tabuleiro cerrado” (MARTIUS, 1943, p. 257). E acrescenta: “O caráter fisionômico geral dos campos de Minas Gerais aparece modificado heterogêneamente em diferentes

regiões. A diferença mais importante é aquela que é designada pelos brasileiros com o nome de campo limpo e campo fechado, cerrado” (MARTIUS, 1943, p. 256).

O primeiro mapa fitogeográfico do Brasil também foi elaborado por Martius em 1824 que usou nomes de divindades gregas em sua divisão botânica para as regiões florísticas. A área hoje identificada como pertencente ao cerrado foi denominada de Oreades – a ninfa das montanhas. Esta classificação, como outras, continuam sendo usadas sem uma definição de aceitação dentro do consenso geográfico brasileiro.

Segundo Walter (2006) o trabalho de três alemães se destacam na descrição do cerrado mineiro: o primeiro foi Freireyss que em junho de 1814 inicia sua viagem a Minas Gerais e utiliza os termos “campo” e “mata galeria”; o segundo foi Langsdorff que utilizou as expressões “capoeira de campos” e “campos de capoeira” e o terceiro o pesquisador Löfgren – 1898 – destaca-se por “apontar um sistema para os tipos e formas de vegetação que ocupam as Oréades de Martius” e chama a atenção de outros estudiosos para essa variação vegetacional e as diferenças existentes entre a mata e o campo.

No grupo de pesquisadores dos anos da primeira metade do século XX, figura o botânico Henrique Lahmeyer de Mello Barreto que concentrou seu trabalho na flora de Minas Gerais com ênfase nas regiões campestres (campo rupestres, campos de altitude) e registrou cinco das seis zonas florísticas da província extra-amazônica de Sampaio: zona dos campos, das Caatingas, dos Cocais, das Matas Costeiras e dos Pinhais (WALTER, 2006).

A classificação fitofisionômica de Edgar Kuhlmann – 1951 - sobre a vegetação do alto São Francisco congrega formas savânicas – (campo cerrado, cerrado típico) e florestais (cerradão). Abordando o conceito amplo de cerrado classificou-o como cerradão, cerrado típico e campo cerrado (mais cerrado degradado), enquanto o campo limpo foi considerado à parte e avançou na abordagem dos conceitos de Mata Seca, Mata Ciliar e Buritizais (WALTER, 2006, p. 78).

Geraldo Mendes Magalhães caracterizou a vegetação do cerrado utilizando como base o sistema fitogeográfico de Alberto Sampaio. Além disso, tentou discriminar e individualizar ‘variedades do cerrado’.

O pesquisador Bezerra dos Santos (1943) utilizava a linguagem popular com o aspecto tipicamente campestre, que ocorria, frequentemente, em todo o domínio do cerrado. Resulta disso o emprego do termo campos gerais ao referir-se às formações arbustivas e herbáceas que possuem a fisionomia de cerrado *strito sensu*. Também expressões como região dos campos, campos sujos, campos cerrados, entre outros, foram utilizados indiscriminadamente,

ao referir-se não apenas a uma formação dentro do domínio do cerrado, mas como uma denominação substituta (WALTER, 2006).

Mario Guimarães Ferri (1977) conceituou o cerrado como sendo, “em sentido genérico, um grupo de formas de vegetação que se apresenta segundo um gradiente de biomassa”, referindo-se às formas de cerrado, segundo suas características de densidade, frequência, porte, enfim, segundo critérios que se relacionam ao volume de biomassa da formação. Deste modo, à medida que aumenta a concentração de biomassa, cresce o porte e a densidade da formação, gerando o seguimento campo sujo de cerrado, campo cerrado, cerrado e cerradão, sendo este último o de maior volume de biomassa e que se assemelha às formações de caráter florestal.

O trabalho de Ferri de 1977 congrega opiniões de diversos autores, evidenciando elementos importantes dentre os quais a aceitação do termo “savana”, para as formações campestres como o campo sujo de cerrado, campo cerrado e o cerrado. Ressalta-se que a designação “savana” para os tipos ou formações vegetais ocorrentes no Brasil Central (área core) reflete, segundo Rizzini 1963, a semelhança fisionômica e estrutural com aquela ocorrente na África, cuja denominação foi apropriada.

O termo “savana”, reiterado por Veloso e Góes Filho, 1982, passa a constituir a denominação adotada pelo Projeto Radambrasil, internacionalizado, efetivamente, a classificação da vegetação brasileira. Fernandes, 1998 concorda com esta denominação, porém exclui o cerradão, considerando-o como um tipo florestal e não savanóide. O mesmo parece ter considerado Ferri em 1976, quando definiu o cerradão como uma formação florestal e o campo sujo de cerrado e cerrado, como formações campestres.

Coutinho em 1978 parece ter concordado, em parte, com a relação estabelecida por outros autores, na medida em que considerou como tipos savânicos o campo sujo, o campo cerrado e o cerrado s.s. Entretanto, rediscutiu o conceito de cerrado, fundamentando-se sobre a discrepância fisionômica e do meio ecológico sobre os quais ocorrem as gradações do cerrado, tendo apresentado argumentos formulados por Goodland 1970, tais como:

- O cerrado mostra crescente adensamento da cobertura vegetal por copas de árvores, como variação do campo sujo (0%) ao cerrado (100%);
- “o gradiente do cerradão (floresta) ao campo sujo (quase Grassland) é num sentido fisionômico e xeromórfico crescente”.

Algumas das fisionomias do cerrado brasileiro, identificadas por Veloso et al. (1991), são as savanas florestada, arborizada, parque e gramíneo-lenhosa. Em meio a qualquer uma

dessas fisionomias, pode ocorrer uma associação muito original e especificados ambientes intertropicais, a de cerrado/vereda, representando inclusive uma das principais paisagens abastecedoras (do ponto de vista hidrológico) de importantes rios brasileiros.

Coutinho 1978 considerou que as formações compreendidas entre o campo limpo e o cerradão, constituem formações savânicas compostas por espécies pertencentes tanto à formação florestal, quanto à campestre. Nesse sentido, emitiu o conceito de “floresta-ecotono-campo”, excluindo, portanto, do tipo savânico, o cerradão, considerando como floresta e o campo limpo, considerado como formação campestre.

A utilização do termo savana mostra a relação desta vegetação brasileira com as formações correlatas no continente africano, do ponto de vista fisionômico e representou um passo importante para a fitogeografia brasileira, na medida em que se adota um termo de aceitação universal cujo uso realça as características básicas dessa formação (WALTER, 2006).

O desmatamento no cerrado se estabelece como a atividade de maior degradação desse bioma que representa 5% da biodiversidade do planeta. Considerando uma área total de 2.000.000 km², a média histórica da perda de fitofisionomias de 1,5% ao ano corresponde a 30.000 km²/ano. Atualmente essa média teria diminuído para 1,1%, o que corresponde a 22.000 km², o dobro do desmatamento atual praticado na Amazônia (SAWYER, 2009).

O Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros por Satélite - PMDBBS vem monitorando o cerrado e o mapeamento elaborado indica que o bioma teve uma área suprimida de 43,6% até o ano de 2002, de 47,8% até o ano de 2008 e 48,5% até 2010. Em termos absolutos, o incremento anual de área suprimida caiu de 0,7% em 2002 para 0,3% em 2010, entretanto, o bioma continua perdendo sua de cobertura natural de forma bastante acelerada (IBAMA, 2012).

O estado de Minas Gerais possuía uma área de cerrado nativo de 333.710 km². O desmatamento até o ano de 2002 figurou em 20%, de 2002 até 2008, 10,3%, de 2008/2009, 7% e em 2009/2010, 8,1% (IBAMA, 2012). Entre os anos de 2008-2009 houve um desmatamento de 522 km² que representa 0,16% da área total do estado (MMA, 2011).

O decreto nº 5.577, de 8 de novembro de 2005, institui, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado - Programa Cerrado Sustentável, com a finalidade de promover a conservação, a restauração, a recuperação e o manejo sustentável de ecossistemas do bioma cerrado, bem como a valorização e o reconhecimento de suas populações tradicionais (MMA, 2011). O avanço das pesquisas no bioma identifica a relação do desmatamento com as queimadas e conduz a

formulação do Decreto de 15 de setembro de 2010 - DOU de 16/09/2010 (nº 178, Seção 1, pág. 3) que estabelece:

Art. 1º - Fica instituído o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado – PPCerrado, com a finalidade de promover medidas e ações que visem à redução da taxa de desmatamento, queimadas e incêndios florestais no bioma (MMA, 2011).

O município de João Pinheiro se insere totalmente nesse bioma e atualmente seu território foi detectado pelo Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado – PPC do Ministério do Meio Ambiente, que se constitui num plano de ação (tático-operacional) que reúne ações para a redução do desmatamento no Cerrado e a viabilização de alternativas de proteção e de uso sustentável dos recursos naturais do Ministério do Meio Ambiente elaborado no ano de 2011, como prioritário para conservação da biodiversidade das fitofisnomias do cerrado, as mais degradadas do estado entre os anos de 2002-2008 (MMA, 2011).

A priori o desmatamento foi devido à extração da madeira para fabricação de carvão e da expansão das áreas de pecuária e agrícola, motivada pelo relevo plano que permite a mecanização das lavouras. Dessa forma, se observa que a ocupação econômica do solo sempre ocorreu com pouca preocupação conservacionista, negligenciando o planejamento das culturas em relação à sustentabilidade dos recursos ambientais envolvidos, onde os terrenos cultivados se reverterem, quase sempre, em áreas degradadas de difícil recuperação.

A supressão da vegetação em João Pinheiro no período de 2002 a 2008 foi de 484,56 km² o que correspondeu a 4,5% da área do município (MMA, 2011). Entre os anos de 2008 a 2009 o desmate foi de 17,24 km² e somente no ano de 2009 a destruição correspondeu a 0,16 % da área do município (IBAMA, 2012). A densidade do desmatamento em João Pinheiro no ano de 2009 esteve entre 22 e 44 km² em um raio de 50 km, considerada baixa em relação a outros municípios. Já em 2010, essa densidade aumentou para 44 – 88 km² em um raio de 50 km nas regiões noroeste, nordeste e sudeste do município (MMA, 2011).

Assim, a Portaria nº 97, de 22 de março de 2012, que dispõe sobre a lista de municípios situados no Bioma Cerrado para medidas e ações prioritárias de monitoramento e controle do desmatamento ilegal, ordenamento territorial e incentivo a atividades econômicas ambientalmente sustentáveis, manutenção de áreas nativas e recuperação de áreas degradadas, identificou o município de João Pinheiro como prioritário para um novo posicionamento ambiental que reverta ou minimize os impactos negativos provocados pela ocupação antrópica inadequada (ICMBIO, 2012).

A seleção de municípios do bioma Cerrado considerados prioritários para intervenções destinadas ao incentivo às atividades produtivas sustentáveis, ordenamento territorial, monitoramento e controle do desmatamento ilegal, selecionados conforme os seguintes critérios cumulativos:

I. Desmatamento observado entre os anos de 2009 e 2010 superior a 25 km²;

II. Áreas de vegetação nativa remanescente superior a 20% da área do município ou presença de áreas protegidas (Terras Indígenas, Território de Quilombos e Unidades de Conservação) (BRASIL, 2012).

O sentido desse segundo critério revela que as classes abaixo de 20% de cobertura são as que ocorrem em maior frequência. A escolha do limiar de 20% é compatível com o percentual mínimo de cobertura vegetal nativa nas propriedades rurais do cerrado estabelecido pela legislação - Lei nº 4771/1965 e MP nº 2166-67/2011 (MMA, 2011).

Os dados utilizados para construir essa lista de municípios, que em Minas Gerais também inclui o município de Buritizeiro que faz fronteira com João Pinheiro, foram fornecidos pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite-PMDBBS, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA (MMA, 2011).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No desenvolvimento do trabalho foram adotadas três etapas distintas, mas complementares: a primeira envolveu as pesquisas de gabinete com o levantamento bibliográfico que estruturou o embasamento teórico através dos estudos de vários autores como Rodriguez (2004), Sotchava (1997, 1998), Bertrand (1972), Santos (2004), Monteiro (1991, 2001), Ross (1994, 2009), Santos (2004), Ribeiro e Walter (1998) e os procedimentos metodológicos direcionados à solução das hipóteses inicialmente levantadas ligadas a redução da cobertura vegetal e a perda da sua conectividade no município, a elaboração dos mosaicos das imagens das rodovias BR 040 e 365 e da MG 181 suporte para os trabalhos de campo e para a elaboração dos perfis geoecológicos e a confecção dos mapas temáticos; a segunda envolveu o trabalho de campo com a elaboração do inventário fotográfico, a marcação de trilhas no GPS das Brs 040 e 181 e da MG 365 e a coleta e descrição física de amostras de solos; a terceira etapa denominada de laboratório contemplou as análises químicas de fertilidade e saturação por bases das amostras coletadas.

A análise temática deste trabalho foi elaborada por meio da discretização, segmentação e estratificação do espaço em unidades territoriais homogêneas. Essa abordagem permite realizar uma análise de todos os temas envolvidos em diferentes pontos do território, agrupar os pontos que têm características e funções comuns, segmentar os agrupamentos em setores e denominar cada setor segundo seus atributos mais significativos.

Dessa forma, a sistematização dos temas geologia, tipos litológicos, relevo, vegetação, bacias hidrográficas e uso da terra geraram o mapa de compartimentação da paisagem. Dessa documentação cartográfica juntamente com o inventário fotográfico e a análise química dos solos derivaram os perfis topográficos que se constituem em outra leitura temática produzida para a análise integrada do município de João Pinheiro (Figura 4).

A compartimentação do município em unidades de paisagem homogêneas foi obtida pela avaliação dos atributos mais relevantes dos temas levantados e delimitados no espaço. Cada unidade contempla um significativo grau de associação dentro de si, com variáveis estreitamente ligadas, mas com significativa diferença entre ela e os outros compartimentos. Essa configuração evoca a análise sistêmica dada a necessidade de se buscar uma análise integrada do ambiente já que um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos que mantêm relações entre si ou com outros elementos relacionados funcionalmente entre si e que formam um todo unitário complexo (RODRIGUEZ e. al., 2004; GONDOLO, 1999).

Além disso, a análise sistêmica compreende a abordagem metodológica mais adaptada e pertinente por se tratar de um instrumento fundamental que fornece uma grande capacidade explicativa para a geografia (GOMES, 1996).

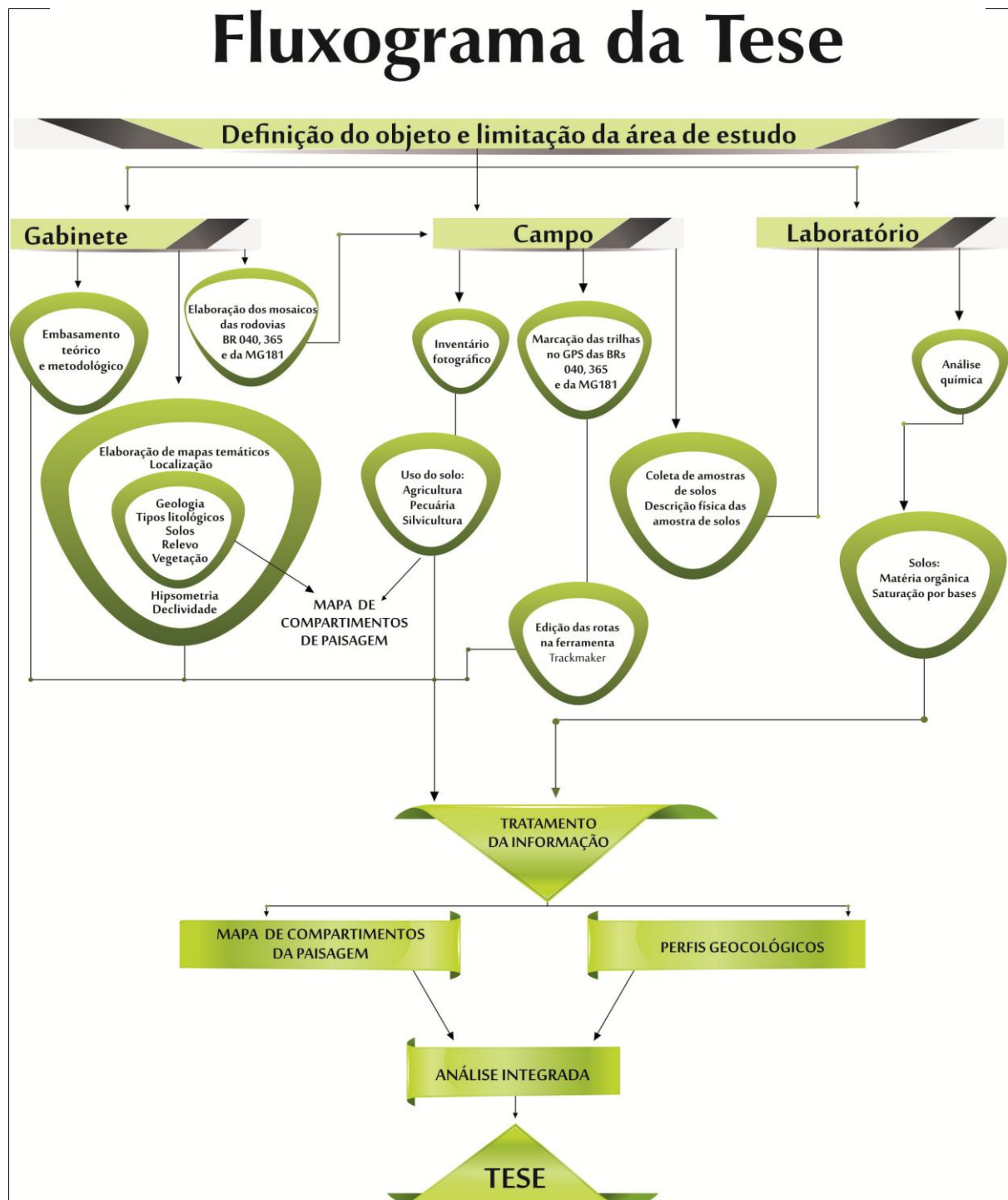


Figura 4: Fluxograma da tese.
Fonte: A autora, 2012.

3.1 Localização da área de estudos

O município de João Pinheiro localiza-se na região noroeste de Minas Gerais e está inserido entre as coordenadas geográficas latitudinais de 16°56'56"S a 18°20'00"S e longitudinais de 45°22'36"W a 46°34'29"W. Perfaz uma área de 10.727,16 km² e é classificado como o maior município do Estado (IBGE, 2010). Está contido na mesorregião noroeste de Minas (Figura 5) e na microrregião de Paracatu.

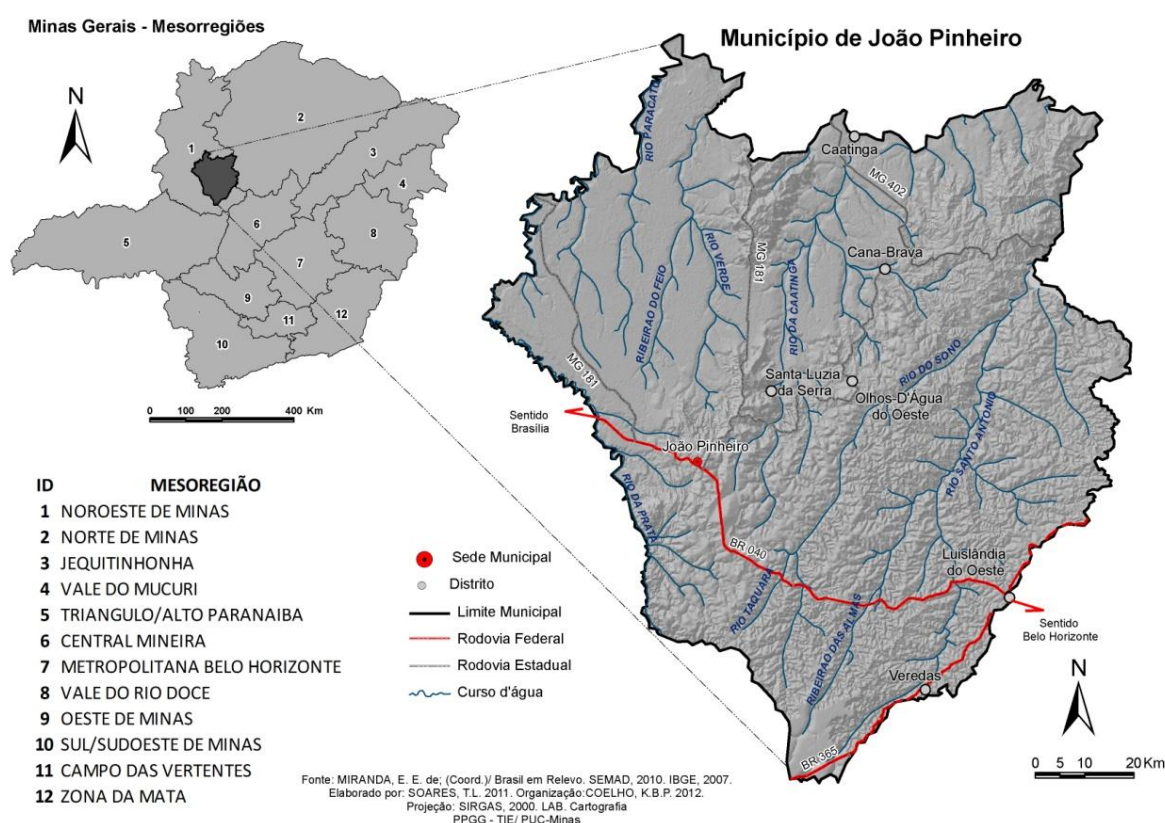


Figura 5: Mapa de localização das mesorregiões de Minas Gerais e do município de João Pinheiro – MG.
Fonte: MIRANDA, E. E. *Brasil em Relevo*. SEMAD, 2010. IBGE. 2007.
Organização: A autora.

A microrregião de Paracatu é formada por 10 municípios, sendo a cidade de Paracatu um centro regional que se estrutura como centro de serviços e comércio determinado muito mais pela sua funcionalidade que pelo seu tamanho. A este conjunto de atividades básicas ou de atividade principal denomina-se função. Beaujeu-Garnier e G. Chabot (1975) conceituam como função aquela atividade que justifica a existência e o desenvolvimento de uma cidade (Figura 6).

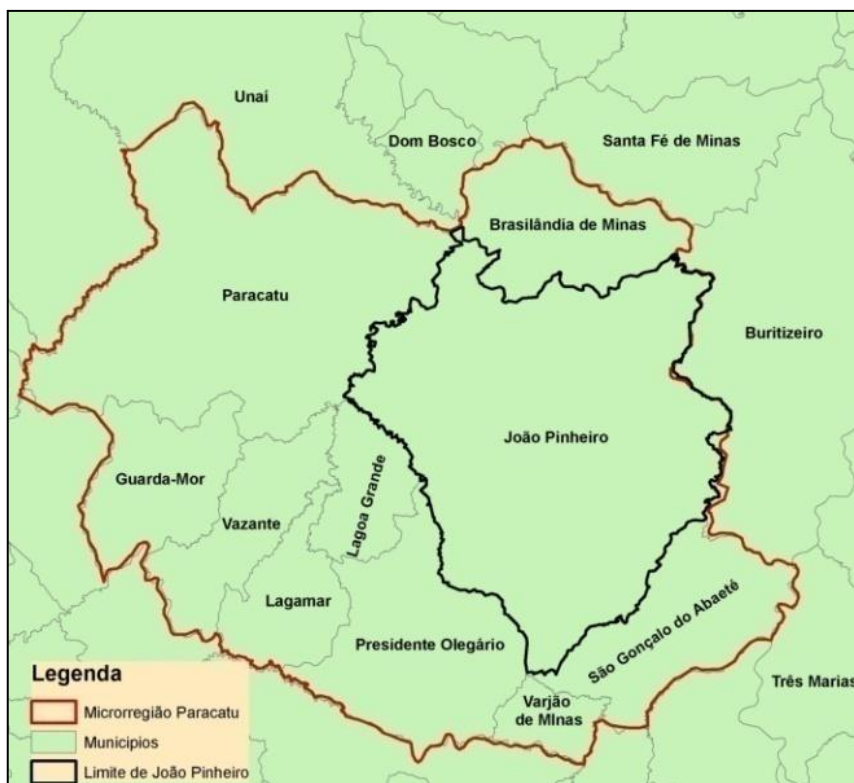


Figura 6: Croqui da microrregião de Paracatu e da localização do município de João Pinheiro-MG.
 Fonte: Miranda, E. E. Brasil em Relevo. SEMAD, 2010. IBGE, 2007.

A partir da década de 70, o crescimento espacial da agricultura da microrregião de Paracatu destacou-se no cenário nacional por causa da expansão da área agrícola com lavouras temporárias, decorrentes tanto da incorporação de novas áreas aos estabelecimentos rurais, quanto da redução dos níveis de ociosidade das terras nas áreas de ocupação já estruturadas (IBGE, 1995).

Este cenário associa-se também à formação de um complexo agroindustrial no país, no âmbito do qual a articulação crescente da agricultura com a indústria centrou-se, em grande medida, em dois cultivos temporários: da soja e da cana-de-açúcar (IBGE, 1995).

A microrregião de Paracatu na qual está contido o município de João Pinheiro assumiu um ritmo intenso na expansão da área agrícola, demonstrado pela variação absoluta da área de lavouras temporárias (1970-1980) que aponta para um crescimento de 100.875 para 614.913 hectares, mudando o padrão espacial da área de culturas na região (IBGE, 1995).

Além do Sul e do Centro-Oeste, destacou-se, quanto ao crescimento da área em lavouras temporárias, na década de 70, (...). A Microrregião Chapadões de Paracatu (MG) – participante do processo de conquista de novas áreas e de expansão da agricultura no cerrado – centrado no cultivo modernizado de grãos (...). (IBGE, 1995, p. 108).

A partir de meados da década de 1970, a atividade agropecuária e mineral, associada às mais modernas tecnologias mundiais, reinscreveu o nome de Paracatu como polo regional no cenário nacional. A exploração mineral tecnificada e a agropecuária em fases empresariais são hoje eixos econômicos sólidos que colocam Paracatu como grande produtor de ouro, zinco, grãos, leite e derivados (IBGE, 2010).

3.2 Revisão bibliográfica

Este trabalho iniciou-se através da pesquisa em materiais diversos com objetivo de levantar fontes literárias que fornecessem suporte para investigação e discussão sobre a análise ge ecológica da paisagem no município de João Pinheiro-MG. A pesquisa direcionou-se para o conhecimento de obras de referência e trabalhos publicados na área dos estudos da paisagem, da análise sistêmica, geossistêmica e espacial e da história do município de João Pinheiro.

3.3 Obtenção de material cartográfico base e confecção de mapas

A obtenção e seleção de material digital para confecção dos mapas do município de João Pinheiro como imagens *raster* e dados vetoriais (formato *shapefile*), bem como as escalas geográficas, tiveram como escopo identificar unidades geoambientais –porção territorial com características próprias – que permitissem uma visão do espaço em que figurassem compartimentos de paisagem entendidos pelos agrupamentos espaciais de algumas variáveis ambientais e das conexões de fluxos de matéria e energia entre os setores territoriais entendidos como geossistemas.

Dessa forma, para a análise espacial dos compartimentos de paisagem do município, as escalas de análise não intentam ser precisas, até mesmo porque existe dificuldade na disponibilidade de dados de escalas mais detalhadas para a região em questão, assim como há dificuldade em encontrar bases cartográficas com a mesma escala de análise, para as diversas informações ambientais utilizadas.

O mapa-base do município de João Pinheiro, adquirido no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, foi elaborado com a base de dados do formato *shapefile* dos seguintes elementos: limites municipais, rodovias, hidrografia, localização da sede e dos distritos. Os mapas temáticos foram confeccionados e exportados na escala de 1:600.000, tendo como referencial o sistema geodésico SIRGAS – 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). As bases cartográficas utilizadas foram do IBGE, 2010;

GeoMinas, 1996 na escala de 1:70.000. A rede de drenagem e as rodovias foram representadas como elementos de referência nos mapas. Na elaboração do grid do mapa, optou-se pelo emprego de coordenadas UTM, para proporcionar uma melhor noção de distância.

As cartas topográficas que compõem o município de João Pinheiro, Folha SE-23-V-D e Três Marias, Folha SE 23-Y-B, ambas na escala de 1:250.000, serviram de auxílio na elaboração dos mapas. Para o mapa de Minas Gerais, que serviu como referência para a localização do município no estado, foi utilizada a base municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE do ano 2007.

Essas bases cartográficas foram adicionadas ao software ArcGis, plataforma desenvolvida pela empresa Esri, que permite a aplicação do conhecimento geográfico na análise espacial para o planejamento e gerenciamento do espaço. As bases cartográficas foram organizadas de acordo com o sistema de coordenadas geográficas SAD69 (*South American Datum*, de 1969), um sistema de coordenada regional para América do Sul para fins geodésico e de navegação.

Os mapas temáticos de altimetria, declividade e orientação de vertentes foram elaborados a partir de um conjunto de dados obtidos de forma padronizada pelos dados altimétricos do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM, do projeto Brasil em Relevo em parceria com a NASA, feito com imagens do satélite Landsat de 2000 a 2001, tendo como produto o Modelo Digital de Elevação - DEM de todo território brasileiro. O SRTM é uma imagem *raster*, cujos *pixels* têm dimensões de 90x90 metros na realidade e representam um valor altimétrico, compatível com escala de 1:180.000.

O mapa de bacias hidrográficas foi elaborado tendo como base os dados altimétricos do projeto SRTM do qual foram extraídos os elementos rede de drenagem e bacias do município. Esse processo consiste na extração de redes de drenagem por meio do modelo digital de elevação - DEM e na delimitação de bacias que utiliza dados como declividade, orientação de vertente e fluxo de drenagem. Com essa base estruturada, os dados foram exportados para o software ArcGis onde foi realizada a delimitação das bacias hidrográficas do município com o uso da ferramenta *Hydrology*, finalizando assim a estrutura do mapa. Também se usou a base de dados hidrográficos do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, para elaboração do mapa de bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, de modo a contextualizar o mapa de bacias do município de João Pinheiro.

Para elaboração do mapa de vegetação, foi utilizado como base de dados de entrada o *shapefile* das fitofisionomias e do uso do solo do município de João Pinheiro, 2010, com resolução espacial de 5 metros e escala de 1:50.000 e os dados vetoriais de rodovias que foram adquiridos na Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD.

Os mapas de Geologia, Litologia e Unidades Geológicas foram elaborados através da base cartográfica da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM - Serviço Geológico do Brasil, do projeto Brasil em Relevo na escala de 1:1.000.000 e com adaptação de dados do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil do Ministério das Minas e Energia – MME – Folhas: Bocaina SE 23–V–D–I, Canabrava SE 23–V–D–II, Serra do Jatobá SE 23–V–D–III, João Pinheiro SE 23–V–DI–V, Rio do Sono SE 23–V–D–V, Chapadão dos Gerais SE 23–V–D–VI, Presidente Olegário SE 23–Y–B–I, Serra das Almas SE 23–Y–B–II e Três Marias SE 23–Y–B–III, todas na escala 1:100.000.

Na elaboração do mapa-síntese, denominado compartimentos de paisagem do município de João Pinheiro, o mapa geológico serviu de base na sobreposição por ser a geologia uma variável mais confiável e sofrer poucas alterações significativas ao longo de algumas décadas. Assim, da sobreposição dos mapas de unidade geológica e de relevo foi gerado o mapa-síntese ajustado na sequência tendo como critério a interpretação da cronologia geológica e das variáveis referentes à morfologia e morfogênese que tem uma aplicação direta nos estudos ambientais. A integração dos temas foi feita no SIG – ArcGis, utilizando-se o processo de álgebra de mapas.

No segmento do processo foram integrados os mapas temáticos de solos e vegetação juntamente com as observações de campo no tocante ao uso do solo. Dessa forma, processou-se a sobreposição das classes desses mapas utilizando o *software* ArcGis para criar o *layout*, entretanto os compartimentos foram delimitados com apoio do conhecimento geográfico da região adquirido na literatura, no mapa topográfico e nos mapas temáticos de solos e vegetação e nas pesquisas de campo. A quantificação de cada compartimento de paisagem como de todas as áreas dos mapas temáticos foi processada pela ferramenta XTools do ArcGis.

Os mapas de solos e vegetação foram aproveitados para designar as classes desses elementos contidas em cada compartimento. Os mapas hipsométrico e de declividade, apesar de não terem sido integrados na sobreposição, foram de fundamental importância na análise e interpretação dos compartimentos de paisagem do município.

Assim, foram criados seis compartimentos compostos pelos atributos de geologia, solos, vegetação e uso do solo e bacias hidrográficas nomeados com as mesmas macroformas denominadas no mapa de relevo:

1 – Chapadas

Lavas afaníticas, basanitos, tufos laplíticos, brechas vulcânicas, argilitos, (Grupo Mata da Corda), Latossolo vermelho distrófico, cerradão, café, algodão, cana de açúcar, soja e milho.

2 – Baixos Platôs

Arenitos róseos e avermelhados, amarelos esbranquiçados e conglomerados róseos (Grupo Areado), Latossolo vermelho-amarelo distrófico, Neossoloquartzarênico, cerrado, pastagem e eucalipto.

3 – Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados

Arenitos róseos e avermelhados, amarelos esbranquiçados e conglomerados róseos (Grupo Areado), arcóseo, argilito, siltito (BambuÍ – Formação Três Marias), arenito, diamictito, folhelho, siltito, varvito (Grupo Santa Fé), Latossolo vermelho-amarelo distrófico, Cambissoloháplico distrófico e Neossololítico distrófico, cerradão, campo-cerrado e veredas, eucalipto, pastagem, cana de açúcar.

4 – Morros e Serras baixas

Calcário, arcóseo, argilito, calcarenito, dolomito (Grupo Bambuí), Neossololítico distrófico, Argissolo vermelho-amarelo eutrófico e Cambissolo háplico eutrófico, mata seca, cerradão, eucalipto e pastagem.

5 – Tabuleiros

Arcóseos, argilitos, siltitos, arenitos, calcilutitos e margas (Formação Três Marias, Santa Helena e Lagoa do Jacaré), Latossolo vermelho distrófico, Latossolo vermelho-amarelo distrófico e Neossolo quartzarênico distrófico, cerrado e cerradão, eucalipto, cultivos temporários de milho, cana de açúcar e soja.

6 – Planícies fluviais ou Flúvio-lacustres

Depósitos arenosos, Neossolo flúvico eutrófico, mata galeria e ciliar, extração de areia, eucalipto, cultivo temporário de milho.

3.4 Elaboração dos perfis geoecológicos

Os perfis topográficos das rodovias BR 040 e 365 e da MG 181 foram elaborados a partir de um banco de dados altimétricos gerados pela marcação das trilhas ao longo dessas rodovias no Global Positioning System – GPS– marca Garmin. Os arquivos foram descarregados e, utilizando a ferramenta Trackmaker, versão GTM PRO® 4.4, foram exportados do formato gtm para o formato em *shapefile* que propiciou editar todos os dados no software Arcgis 9.3.

O perfil topográfico foi plotado num gráfico no qual o eixo Y foi representado pela altitude em metros e o eixo X pela distância em km. Os percursos foram plotados nos mapas temáticos de unidade geológica, relevo, solos, vegetação e bacias hidrográficas e no mapa-síntese de compartimentos da paisagem.

Dessa forma, mediu-se a extensão em km de cada compartimento e dos elementos dos mapas usados transpostos pelas rodovias. Quantificadas todas as distâncias, os dados foram exportados para o Corel DRAW Graphics Suite X5 onde se organizou o *layout* composto por barras horizontais recortadas por tamanho e cores dispostas embaixo do gráfico.

Os recortes das barras fazem referência à extensão em km de cada compartimento e ou elemento dos mapas, e as cores que preenchem cada intervalo da barra correspondem às mesmas cores dos atributos presentes na legenda dos mapas temáticos.

3.5 Trabalho de campo

A fim de comprovar e corrigir as informações dos mapas elaborados procedeu-se um trabalho de campo no município no mês de julho de 2012, com duração de oito dias onde se comprovou a degradação das fitofisionomias do cerrado, a presença de monoculturas extensivas e cultivos temporários, a silvicultura do eucalipto e pastagens em todos os compartimentos. As cartas topográficas dos municípios de João Pinheiro, folha SE-23-V-D e do município de Três Marias, folha SE 23-Y-B, ambas na escala de 1:250.000, foram importantes instrumentos de localização no trabalho de campo.

A construção de um mosaico com as imagens do Cnes/Spot Image – 2010 ao longo da BR 040 e 365 e da MG 181 foi um importante instrumento para conhecer a área e nortear o campo para verificação dos dados fisiográficos e de uso do solo dos perfis geoecológicos.

Para cada rodovia foram dedicados dois dias de campo de forma a considerar as inter-relações nos seus diversos níveis. Também foram coletadas ao longo dessas rodovias, amostras de solos que identificassem principalmente o teor de matéria orgânica e a sua fertilidade, além de realizadas as análises texturais do solo.

No trabalho de campo, foram registradas várias imagens do relevo, da vegetação, dos solos, dos rios e do uso dos solos que propiciaram a elaboração de um arquivo da paisagem do município utilizado na organização e discussão dos resultados.

3.6 Análise e discussão dos resultados

A partir dos mapas temáticos e do mapa-síntese, dos perfis de solos e geoecológicos das BR 040 e 365 e da MG 181, da análise dos dados coletados e com base na literatura consultada, foi realizada a discussão dos resultados.

4. CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS E ANTRÓPICOS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO – MG.

4.1 Clima

O cerrado é uma região de elevada precipitação pluviométrica anual, onde predominam valores anuais médios entre 1.000 e 2.000 mm, entretanto sua distribuição sazonal é muito irregular, razão pela qual o regime hídrico é marcado por estações opostas.

Na maior concentração das chuvas nas estações do verão e da primavera, há intensa deficiência hídrica que se reflete nos solos secos por descida dos lençóis freáticos e desativação da drenagem com forte declínio do *runoff* e, conseqüentemente, por vazante dos rios (NIMER; BRANDÃO, 1989).

O município de João Pinheiro “localiza-se no alto curso da bacia do rio Paracatu, afluente da margem esquerda do rio São Francisco, e apresenta balanço hídrico sazonal muito representativo das áreas de cerrado do Brasil Central”. (NIMER; BRANDÃO, 1989, p. 107). Ainda segundo esses autores, nos meses de abril a setembro ou outubro, a precipitação não fornece a quantidade de água necessária à demanda ambiental, atingindo valores médios de 80 mm em agosto e setembro (NIMER; BRANDÃO, 1989, p. 107).

No início do período seco, no mês de abril, os déficits de água para a vegetação são insignificantes, porém, a partir de maio, com o contínuo decréscimo da pluviosidade e da água disponível nos solos, o débito ambiental vai se tornando maior até atingir valores médios de cerca de 80 mm em agosto e setembro, conseqüentemente, diminuindo os processos de escoamento superficial (NIMER; BRANDÃO, 1989).

A pluviometria anual e as principais características do regime de chuvas regional obedecem ao mesmo padrão geral: chuvas no verão e períodos secos no inverno característicos da tropicalidade.

Quanto à época de ocorrência de tais secas essa reflete um caráter comum: a tropicalidade. Como se sabe, quase todo território regional do Sudeste do Brasil acha-se localizado na zona intertropical, possuindo, por isso mesmo, máximos pluviométricos no verão e mínimos no inverno. Com exceção das áreas meridionais e litorâneas, estes mínimos são tão baixos que determinam uma estação seca. É bem verdade que, dependendo da duração do período seco, este pode extravasar o Inverno, isto é, prolongar-se até o início da Primavera, ou iniciar-se no fim de Outubro ou, ainda, iniciar-se no fim do outono e estender-se ao início da primavera. Porém, em qualquer destes casos, o aprofundamento da seca se dá no solstício de Inverno (NIMER, 1972, p. 32).

Em outubro, com o início das chuvas, os excedentes são mínimos e rapidamente absorvidos na reposição da água dos solos; a vegetação tem a quantidade necessária de água, porém, não há excedente para o escoamento superficial. Entretanto, se as chuvas iniciarem-se em novembro, os excedentes pluviométricos são grandes e permitem, ainda nesse mês, completar a estocagem dos solos, sobrando pequena quantidade para o escoamento superficial. Assim sendo, em novembro, dá-se o fim da estiagem e os rios começam a ter seus volumes de água aumentados (NIMER, 1989, p. 107).

De dezembro a fevereiro, a pluviometria eleva-se acima de 200 mm a cada mês, o nível do volume excedente mantém-se satisfatório e o *runoff* intensifica-se. Com a diminuição das chuvas em março, o escoamento superficial começa a ser desativado. Em abril recomeça o ciclo, sendo o *input* atmosférico inferior ao output potencial da evapotranspiração (NIMER, 1989, p. 107).

O clima de João Pinheiro é inicialmente úmido, quase subúmido. A temperatura média é de 22,9° e a precipitação anual é de 1.328,3 mm ao ano (INMET, 2013).

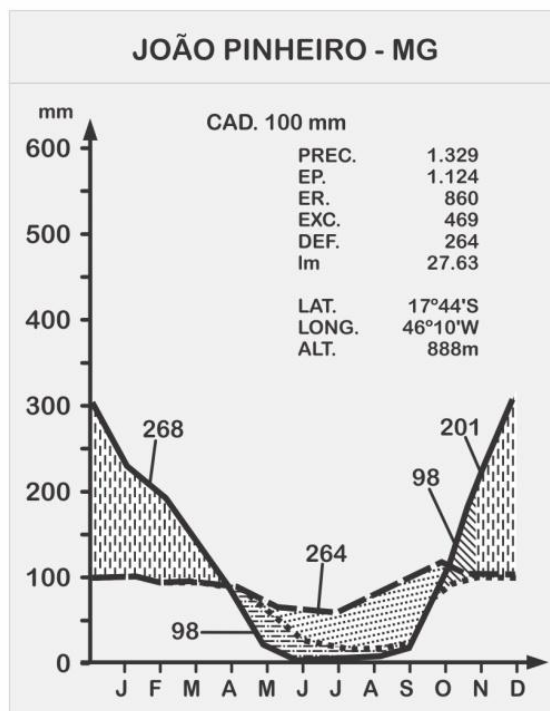
(...) com grande excedente hídrico de dezembro a março (400 a 500 mm em média) e grande déficit de água de maio a setembro ou outubro (200 a 300 mm em média). As áreas situadas abaixo de 600 metros aproximadamente possuem clima megatérmico. Acima desse nível, torna-se mesotérmico com verões muito quentes e invernos amenos (NIMER, 1989, p. 107).

O gráfico abaixo representa o modelo de balanço hídrico e de classificação climática baseada no sistema classificador e do balanço hídrico desenvolvido pelos pesquisadores Thornthwaite; Mather (1948, 1955, 1957) com a introdução de alguns parâmetros de Nimer; Brandão (1989) (Gráfico 1).

A precipitação no município durante as décadas de 1970 (somente o ano de 1978), 80, 90, 2000 e 2010 (anos 2011, 2012 e parcial de 2013) apresenta dados compatíveis com a média da região noroeste de Minas (INMET, 2013).

Da década de 1970, somente existem dados do ano de 1978 (1.587,4 mm), (Gráfico 2) (Tabela 1) com exceção do mês de agosto, o que inviabiliza qualquer comparação entre décadas, entretanto, neste ano, a precipitação atingiu um dos maiores valores registrados no município, também alcançados nos anos de 1980 e 2000 (Tabelas 2, 3, 5).

Gráfico 1: Gráfico do balanço hídrico da estação meteorológica de João Pinheiro-MG.



Fonte: NIMER, Edmon, BRANDÃO, Ana Maria P. M (1989).

Gráfico 2: Precipitação nos anos 1978 no município de João Pinheiro-MG.



Fonte: INMET, 2013.

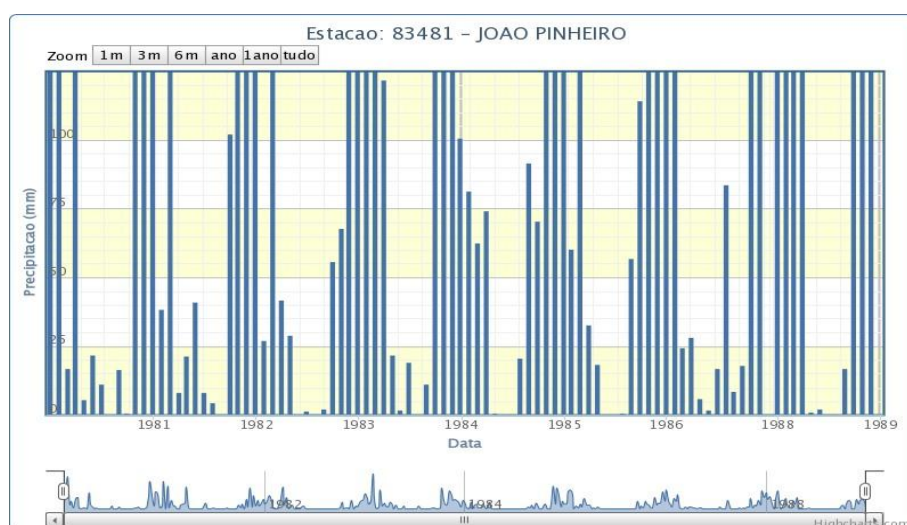
Tabela 1: Precipitação do ano de 1978 no município de João Pinheiro-MG.

ANO	Precipitação mm
31/01/1978	431,00
28/02/1978	115.3
31/03/1978	186.6
30/04/1978	69,00
31/05/1978	30.8
30/06/1978	1,00
31/08/1978	-
30/09/1978	39.3
31/10/1978	100.5
30/11/1978	189.7
31/12/1978	424.2
Total	1587.4

Fonte: INMET, 2013.

Nas décadas de 1980 (com exceção dos anos 1987 e 1989), 1990 (exceção do ano 1992) e 2010 os valores totais da precipitação são muito variados (Tabelas 3, 4, 6). Na década de 80, registra-se o valor absoluto (10.775,1 mm), ressaltando-se, entretanto, que, conforme já relatado acima, faltam valores referentes aos anos de 1987 e 1989. No ano de 1982, ocorreu uma diminuição significativa da precipitação o que provavelmente afetou a produtividade agrícola e pecuária no município. Já no ano seguinte o índice pluviométrico alcançou a marca de 2.144,3 – o maior da década (Gráfico3).

Gráfico 3: Precipitação anual na década de 1980 no município de João Pinheiro-MG.



Fonte: INMET, 2013.

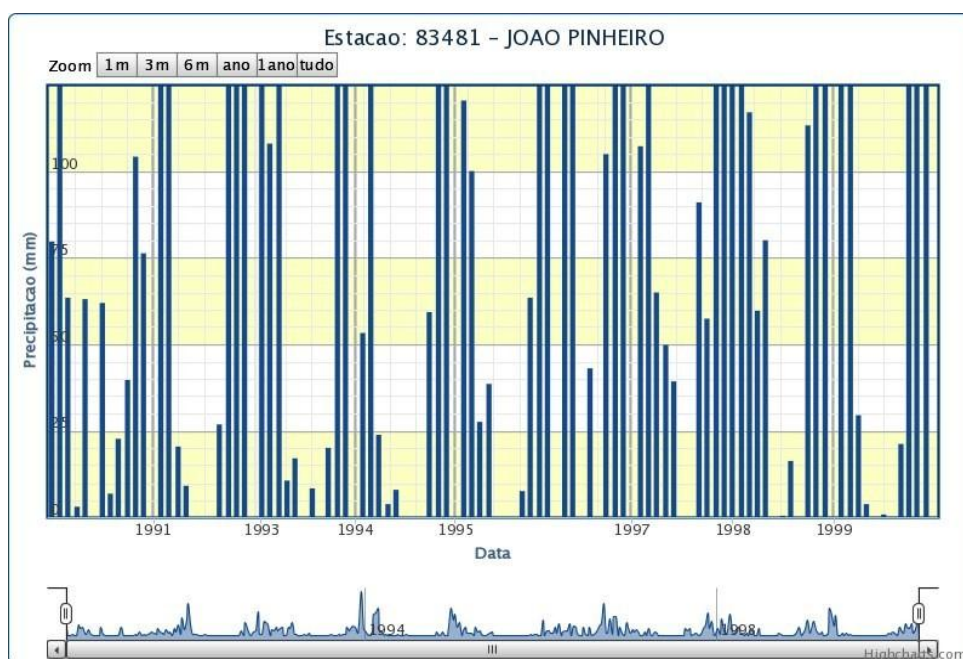
Tabela 2: Precipitação da década de 1980 no município de João Pinheiro-MG.

ANO	PRECIPITAÇÃO mm
1980	1574
1981	1287.7
1982	855.2
1983	2144.3
1984	1042.5
1985	1299.6
1986	1198
1987	Nada consta
1988	1373.8
1989	Nada consta
Total	10.775.1

Fonte: INMET, 2013.

A década de 1990, apesar da ausência de dados do ano de 1992, registra o menor valor absoluto da precipitação das décadas analisadas no município 9.469,2 mm. Os anos 1990 e 1995 apresentam baixos índices pluviométricos 693.7 mm e 649.2 mm respectivamente e a maior pluviosidade atingiu a cota de 1.403,2 mm (Gráfico 4), (Tabela 3).

Gráfico 4: Precipitação anual da década de 1990 no município de João Pinheiro-MG.



Fonte: INMET, 2013.

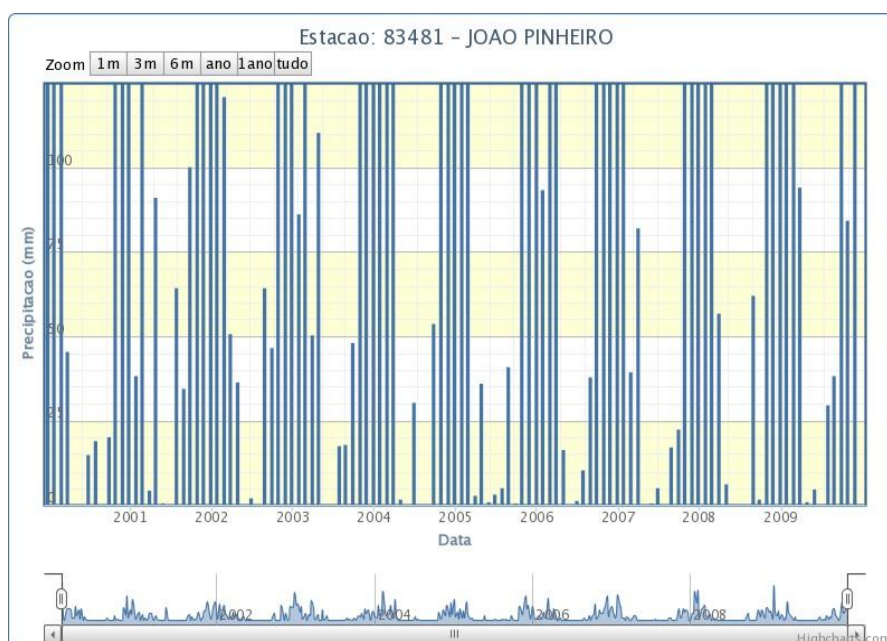
Tabela 3: Precipitação da década de 1990 no município de João Pinheiro-MG.

ANO	PRECIPITAÇÃO mm
1990	693.7
1991	1403.2
1992	Nada consta
1993	1142.9
1994	1125.2
1995	649.2
1996	1113.2
1997	1034.4
1998	1161.8
1999	1145.6
Total	9.469.2

Fonte: INMET, 20113.

A década de 2000 é a única que apresenta a totalidade dos dados e talvez, por isso, demonstre os maiores valores pluviométricos totais – 14.422,8 mm –, (Tabela 4) como também valores relativos anuais superiores aos das décadas passada e da seguinte (2011) que expõe valores parciais (Gráficos 5 e 6) (Tabelas 5).

Gráfico 5: Precipitação anual da década de 2000 no município de João Pinheiro-MG.



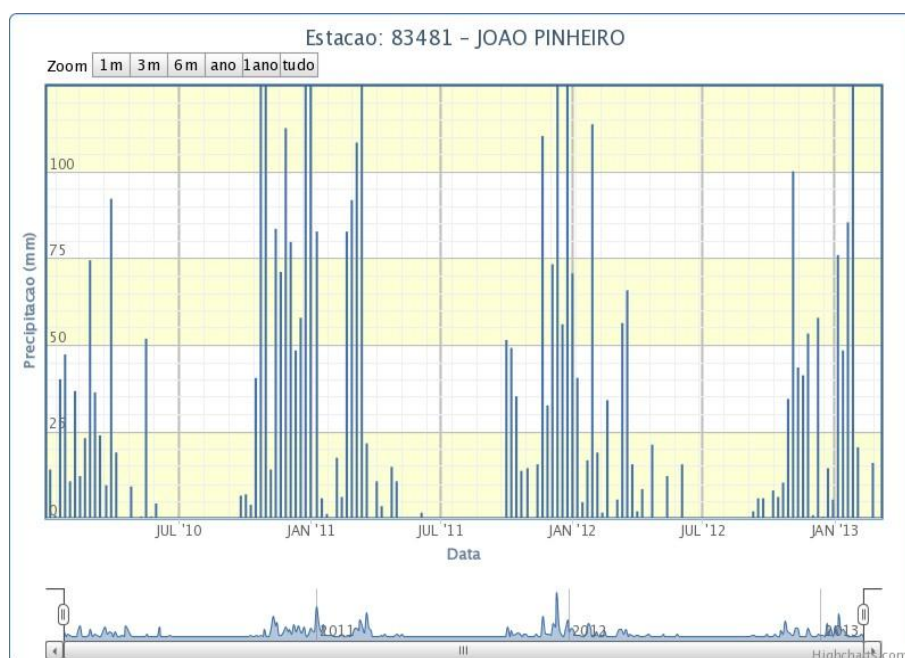
Fonte: INMET, 2013.

Tabela 4: Precipitação na década de 2000 no município de João Pinheiro-MG.

ANO	PRECIPITAÇÃO mm
2000	1444.5
2001	1249
2002	1220
2003	1501
2004	1660.3
2005	1473.4
2006	1472.8
2007	1191.4
2008	1601.8
2009	1608.6
Total	14.422.8

Fonte: INMET, 2013.

Gráfico 6: Precipitação anual dos anos 2010, 2011, 2012 no município de João Pinheiro-MG.



Fonte: INMET, 2013.

Tabela 5: Precipitação parcial na década de 2010 no município de João Pinheiro-MG.

ANO	PRECIPITAÇÃO mm
2010	1404.4
2011	1774.1
2012	918.4
2013	408.1
	Dados Incompletos
Total	4.505

Fonte: INMET, 2013

4.2 Geologia

Sobre a geologia do município foram gerados três mapas temáticos – o de Unidade Geológica que versa sobre a classificação e distribuição dos grupos, coberturas elúvio-colúviais e depósitos aluvionares; o de Tipos Litológicos que identifica os principais tipos de rocha e sua distribuição, e, finalmente, o mapa de Unidade Geológica e Litologia que agrupa as respectivas unidades geológicas e tipos litológicos dos dois mapas anteriores (Figuras 7, 8 e 9).

A bibliografia consultada para descrição da geologia do município refere-se, principalmente, às cartas e às sinopses geológicas que compõem o município de João Pinheiro-MG. No sentido leste para oeste, as folhas assim se articulam: Bocaina SE-23-V-D-I, Canabrava SE-23-V-D-II, Serra do Jatobá SE-23-V-D-III, João Pinheiro SE-23-V-D-IV, Rio do Sono SE-23-V-D-V, Chapadão dos Gerais SE-23-V-D-VI, Presidente Olegário SE-23-Y-B-I, Serra das Almas SE-23-Y-B-II todas na escala 1:100.000 e Três Marias SE-23-Y-B-III na escala 1:250.000 (Quadro 3).

Quadro 3: Articulação da Folha João Pinheiro, SE-23-V-D-IV, com as folhas que compõem o mosaico da área do município de João Pinheiro-MG.

Bocaina SE-23-V-D-I	Canabrava SE-23-V-D-II	Serra do Jatobá SE-23-V-D-III
João Pinheiro SE-23-V-D-IV	Rio do Sono SE-23-V-D-V	Chapadão dos Gerais SE-23-V-D-VI
Presidente Olegário SE-23-Y-B-I	Serra das Almas SE-23-Y-B-II	Três Marias SE-23-Y-B-III

Fonte: Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais– Projeto Alto Paranaíba – Capítulo XII. Folha Serra das Almas:SE-23-Y-B-II (2011).

Especificamente da área de estudo foram utilizados os relatórios do Planoroeste I – Recursos Naturais, desenvolvido pela Fundação João Pinheiro e pela extinta Ruralminas, publicado em agosto de 1976, componente do Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco Ana/Gef/Pnuma/Oea (2004) e os relatórios do Projeto Alto Paranaíba, elaborados pelo Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais por meio do convênio técnico científico entre a CODEMIG e a UFMG para o mapeamento geológico e o levantamento dos recursos minerais da porção centro-oeste de Minas Gerais, Capítulo XIV, Folha Três Marias, SE-23-Y-B-III e Capítulo XII, Folha Serra das Almas, SE-23-Y-B-II.

Município de João Pinheiro - MG - Unidade Geológica

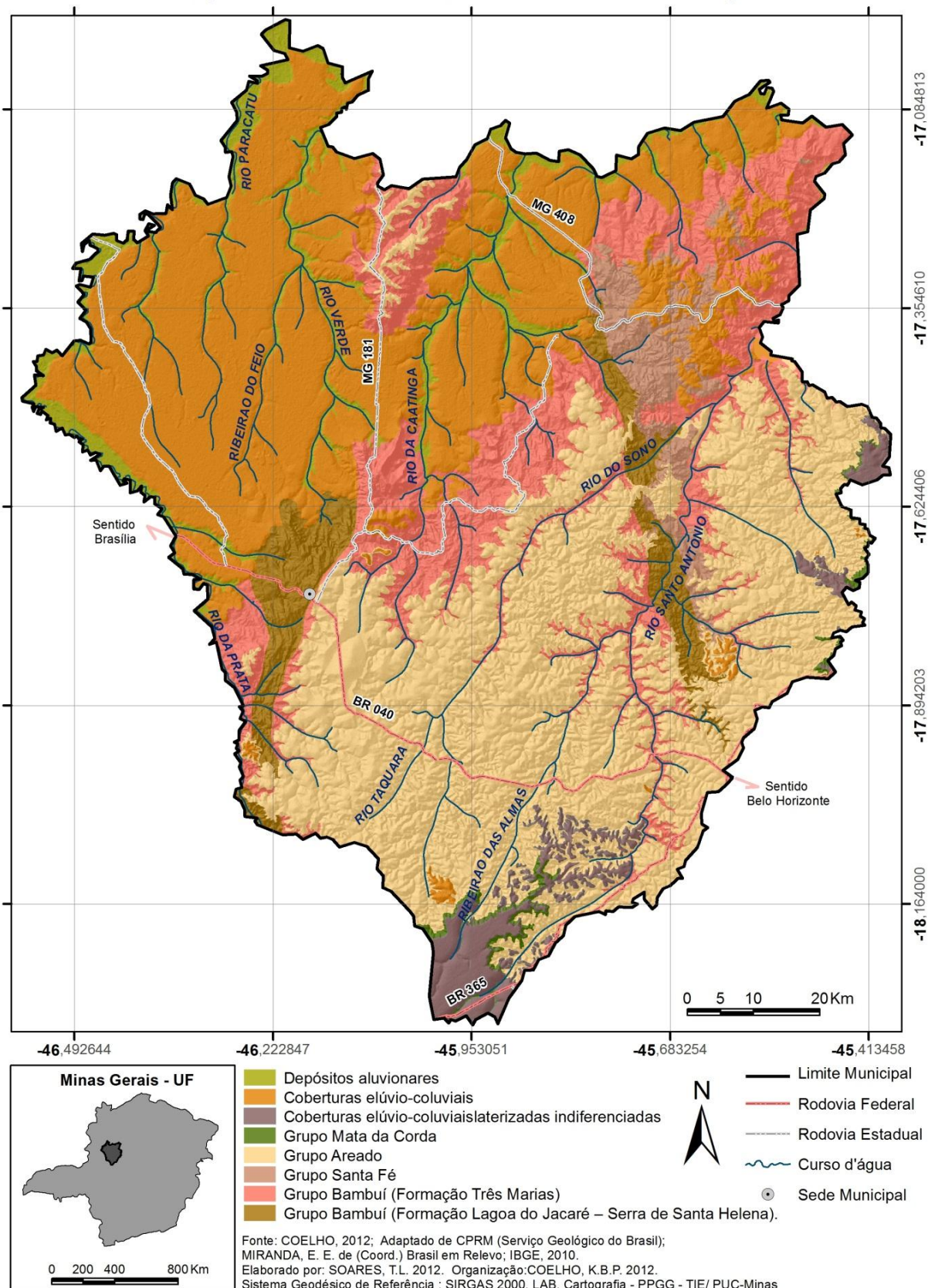


Figura 7: Mapa de unidade geológica do município de João Pinheiro-MG.

Município de João Pinheiro - MG - Tipos Litológicos

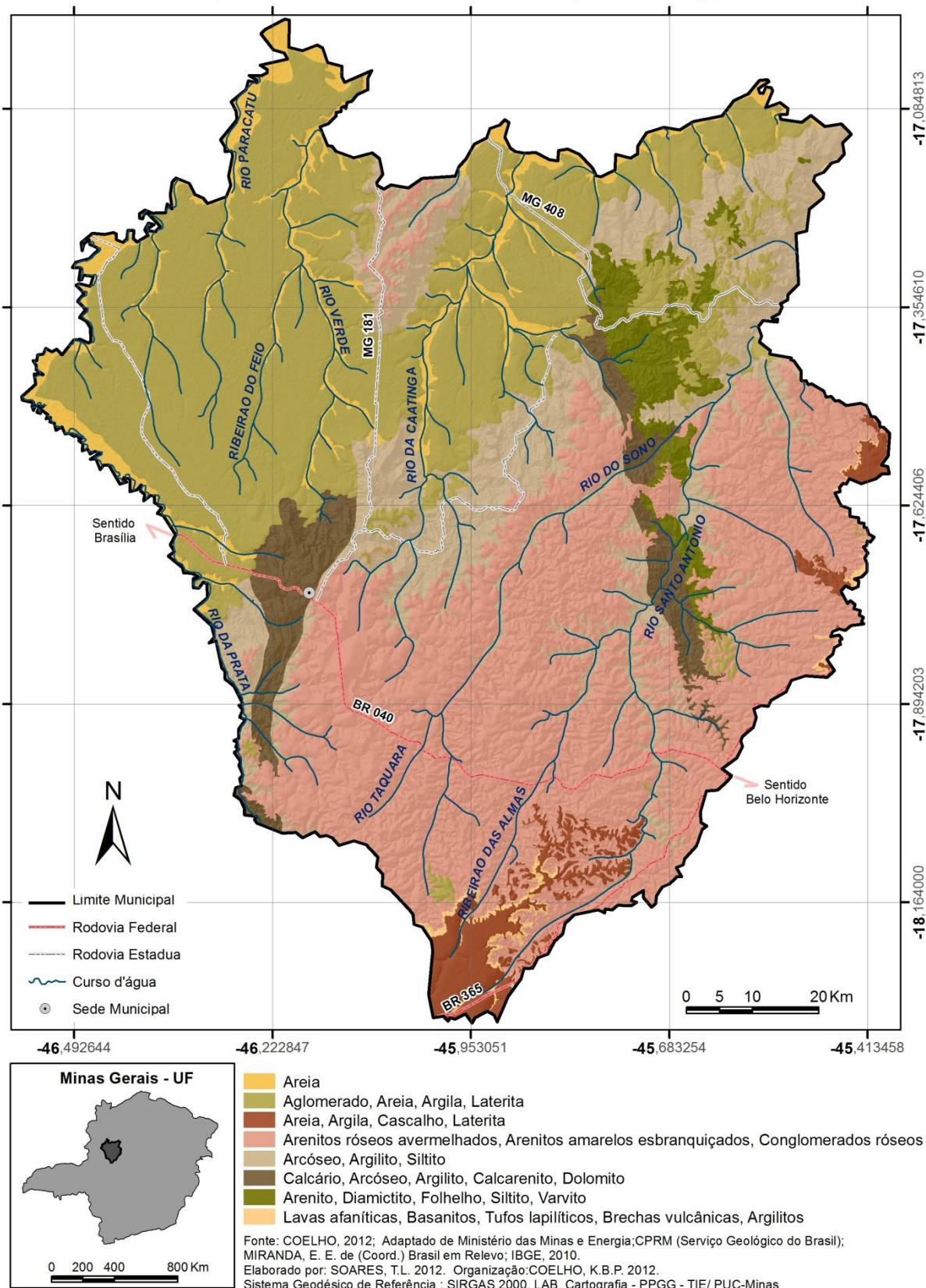


Figura 8: Mapa de tipos litológicos do município de João Pinheiro-MG.

Município de João Pinheiro - MG - Unidade Geológica e Litologia

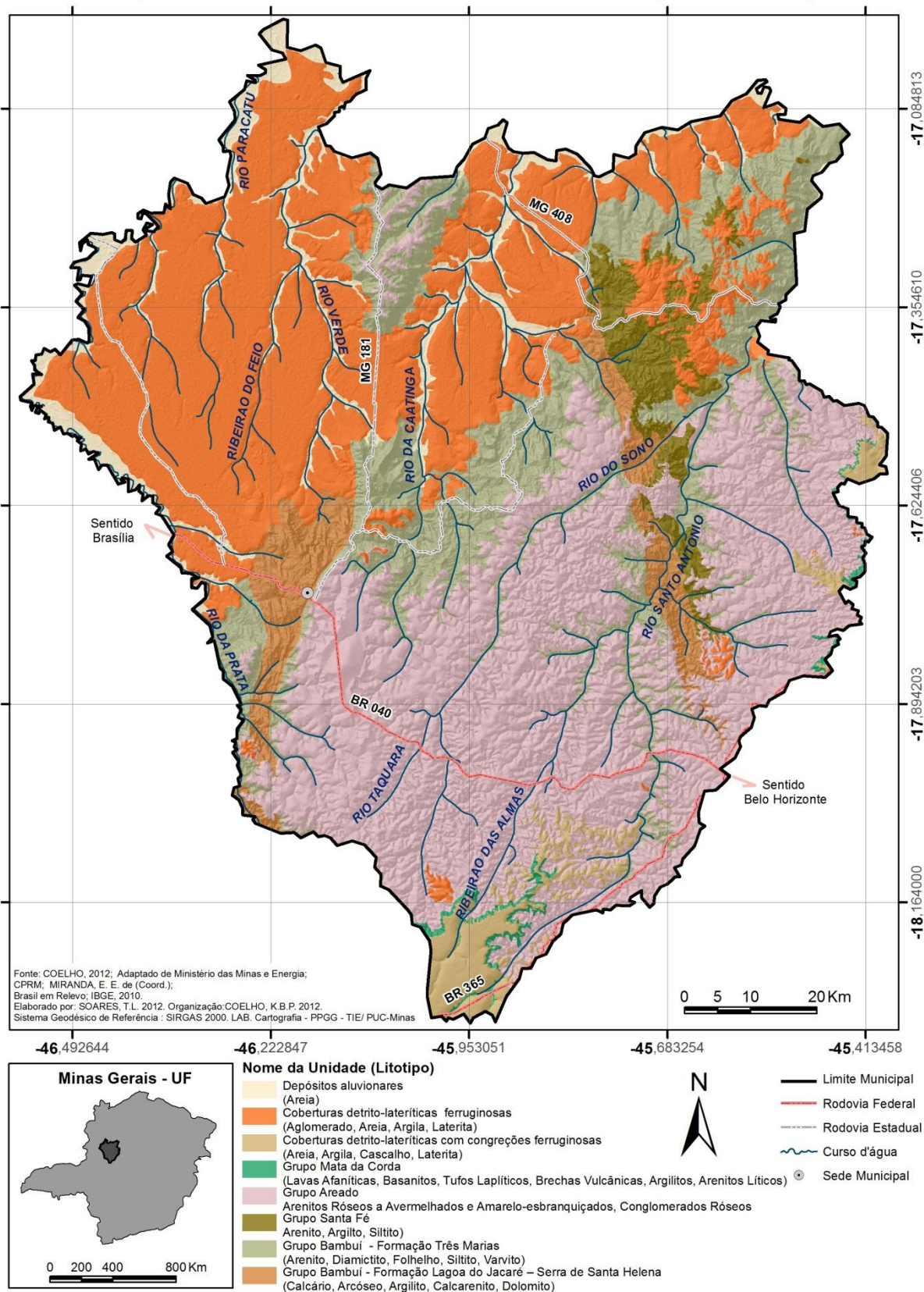


Figura 9: Mapa de unidade geológica e litologia do município de João Pinheiro-MG.

Também foram utilizados os trabalhos sobre a região de entorno do município de João Pinheiro referente à Bacia Sanfranciscana. Foram examinados os trabalhos de Pinho, J. M.; Dardenne, M. A. (1994). Campos, J. E. G; Dardenne, M. A. (1997); Sgarbi, G.N.C. (1989); Sgarbi (1991) Sawasato, E.Y. (1995).

O mapa de Unidade Geológica e Litologia retrata as unidades litoestratigráficas⁷ representadas pelos grupos Bambuí, Santa Fé, Areado e Mata da Corda, Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas, Coberturas detrítico-lateríticas com concreções ferruginosas, Depósitos aluvionares e os litotipos associados a cada unidade litoestratificada acima citada.

4.2.1 O grupo Bambuí

O embasamento da porção central da Bacia Sanfranciscana é representado pela unidade proterozóica do Grupo Bambuí que abrange vasta área do Estado de Minas Gerais. É nessa base geológica, considerada mais estável, que o município de João Pinheiro está contido. Sobre a formação desse Grupo, Baptista (2004, p. 23) relata que

Grande parte do Grupo Bambuí em Minas Gerais depositou-se sobre uma área cratônica (estável), propiciando com isso a permanência horizontal ou sub-horizontal de suas rochas sedimentares. Nas bordas E e W do Cráton São Francisco, a tectônica brasileira das Faixas Brasília e Araçuaí gerou um dobramento, às vezes intenso (BAPTISTA, 2004, p. 23).

O Grupo Bambuí é o mais antigo na estratigrafia do município e subdivide-se nas formações litoestratigráficas Lagoa do Jacaré e Serra de Santa Helena que se alternam sequencialmente formando um compartimento específico. A formação Três Marias, que também constitui um compartimento, intercala-se sobre as anteriores e situa-se no topo da estruturação desse grupo como a formação mais recente.

As formações Lagoa do Jacaré e Serra de Santa Helena localizam-se nas partes oeste e sudoeste, como também, no leste e nordeste no mapa de unidade geológica do município e apresentam a mesma configuração nos mapas geológicos do Programa de Mapeamento

⁷As unidades litoestratigráficas recebem diferentes classificações de acordo com a autoria dos trabalhos que as retratam. Optamos por manter a nomenclatura existente no trabalho consultado, já que não é objetivo deste subitem aprofundar a discussão acerca das discordâncias da classificação das unidades litoestratigráficas entre os autores consultados, mas sim, localizá-las, descrevê-las e compreendê-las como elementos estruturantes da formação da paisagem.

Geológico do Estado de Minas Gerais – Folhas: Canabrava SE-23-V-D-II – 2003, João Pinheiro SE-23-V-DI-V– 2003, Rio do Sono SE-23-V-D-V– e Presidente Olegário SE-23-Y-B-I (CODEMIG, 2013).

As formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré foram depositadas em ambiente marinho raso com exposição subaérea. “A formação Lagoa do Jacaré constitui a unidade basal do Grupo Bambuí na região. Corresponde a uma sequência predominantemente carbonática, intensamente deformada, com espessura da ordem de 250 m” (Fragoso et al., 2011, p. 31). Ainda segundo esses autores, a Formação Lagoa do Jacaré revela que “sua ocorrência está associada à Falha Galena que corresponde ao empurrão desta unidade sobre os litotipos da Formação Três Marias”.

As principais rochas que compõem a formação Serra de Santa Helena são os arenitos, siltitos, argilitos-laminados e os calcilitos e as da Formação Lagoa do Jacaré são os argilitos, siltitos, calcilitos (Figura 10).

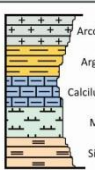
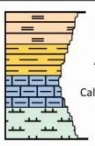
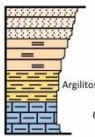
GRUPO BAMBUÍ	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	SISTEMA DEPOSICIONAL	TIPOS LITOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO	OBSERVAÇÕES	PRESEÇA DO GRUPO BAMBUÍ NAS FOLHAS QUE COMPÕEM O MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO
	FORMAÇÃO	AMBIENTE			
	Formação Três Marias	Marinho raso com exposição subaérea			João Pinheiro, Canabrava, Bocaina, Presidente Olegário, Serra das Almas, Rio do Sono.
	Formação Lagoa do Jacaré				
	Formação Serra e Santa Helena				

Figura 10: Croqui estratigráfico da correlação entre estratigrafia, sistemas deposicionais e tipos litológicos do Grupo Bambuí no município de João Pinheiro – MG.

Fonte: MME, 2003.

A Formação Três Marias, unidade relacionada ao Proterozóico superior, encontra-se distribuída espacialmente no município nas áreas central, sudoeste, nordeste e nos vales dos rios do Sono e Santo Antônio, entrecortada principalmente pelos Grupos Bambuí, Santa Fé e Areado. Em estudo sobre essa formação, encontramos ainda que

O embasamento regional das coberturas fanerozóicas no extremo noroeste mineiro é constituído essencialmente pela Formação Três Marias do Grupo Bambuí. Muito localmente, em áreas movimentadas por falhas, ocorrem ainda as formações do Subgrupo Paraopeba *sensu latu* no sentido de Braun (1968) (Formação Sete Lagoas e/ou possivelmente outras) (CAMPOS; DARDANNE, 1994, p. 66).

A Formação Três Marias concebe o último estágio da sedimentação do Grupo Bambuí acima das formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré. Sobre o sistema deposicional desse Grupo, Chiavegatto apud Baptista (2004, p. 17), afirma que “trabalhando na região de Três Marias e João Pinheiro, individualizou diversas fácies sedimentares na Formação Três Marias, reconhecendo um sistema deposicional de plataforma sob ação de ondas de tempestades”. Os litotipos desse grupo são formados por arcóseos, argilitos, calcilutitos, marga e siltitos. Sobre essa Formação, Fragoso et al., (2011), apresenta características do registro deposicional.

Formação Três Marias: Representa o estágio final da sedimentação do Grupo Bambuí. É marcado pelo forte aumento do aporte sedimentar indicando um evento de caráter regressivo no preenchimento da bacia. Neste contexto foram depositados arenitos com variadas concentrações de matriz pelítica e feldspato. A baixa maturidade tanto textural quanto mineralógica indica deposição rápida próxima da área fonte. De acordo com Chiavegatto (1992), a Formação Três Marias corresponde ao registro sedimentar de ambientes que variam de marinho raso a fluvial e correspondem ao assoreamento final da bacia *foreland* (FRAGOSO et. al., 2011, p. 37).

Segundo o Projeto Alto Paranaíba (2010), a Formação Três Marias está presente nas Folhas João Pinheiro, Bocaina, Rio do Sono, Serra do Jatobá, Chapadão dos Gerais, Três Marias e Serra das Almas, sendo que, nesta última folha, “a formação três Marias é a de maior distribuição espacial, ocupando 25% do mapa. Aflora principalmente no centro sul da folha e em faixas de orientação sudeste/noroeste (...)” (CODEMIG, 2011).

A Formação Três Marias do Grupo Bambuí, nos municípios de Presidente Olegário e João Pinheiro, é cortada por uma das mais antigas falhas geológicas cartografadas em Minas Gerais, de grande expressão regional, a falha de João Pinheiro, descrita nos trabalhos de Sawasato (1995), Pinho; Dardenne (1994), Bacelar (1989), Campos; Dardenne (1997) e Baptista (2004).

Denominada também como falha Galena, na região do município de Presidente Olegário, esta falha possui diferentes abordagens quanto à classificação da sua tipologia. O trabalho de Pinho; Dardenne (1994) indica se tratar de uma falha transcorrente, o de Bacelar

(1989) sugere uma falha inversa de alto ângulo e o de Fragoso et al. (2011) fala de uma descontinuidade de alto ângulo de origem compressiva e direção aproximada NW-SE.

As principais características apontadas por Sawasato apud Campos e Dardanne (1997, p. 288), baseadas no estudo altimétrico da discordância basal ao longo da falha de João Pinheiro, remetem aos atributos das bacias extensionais, “como basculamento e rotação de blocos entre falhas, rejeitos da ordem de 100 metros junto aos depocentros, escalonamentos de blocos e fraturas de tração”. Esses autores afirmam que

A Falha João Pinheiro apresenta um forte componente de movimentação direcional transpressiva nas proximidades da cidade homônima. A exemplo do que ocorre com a Falha Vazante, esta movimentação transcorrente está associada com a presença de espessos bancos de dolomitos. Esta associação está sendo investigada no âmbito da Formação Vazante, pois, onde as falhas envolvem apenas metapelitos e metapsamitos, predomina largamente a ocorrência de falhas inversas, sem componente direcional expressivo (PINHO; DARDENNE, 1994).

No tocante à expressão geomorfológica, Pinho; Dardenne, (1994) mostram que a falha de João Pinheiro na parte aflorante, “caracteriza-se por um alinhamento de cristas” e bifurca-se nos segmentos oeste que se estende até a cidade de Unaí, e no leste que bordeja a Serra das Maravilhas ultrapassando a área do município.

É uma falha de grande expressão regional, possuindo em sua porção sul direção NE, que se ramifica em vários segmentos mais a norte, na altura da cidade homônima. Na parte em que aflora, a sua presença é caracterizada pelo alinhamento de cristas de pequenos morros, delineados inclusive em mapas topográficos. A partir de sua segmentação em duas partes principais, pode-se individualizar-se o segmento oeste, de curta continuidade aflorante, pois desaparece embaixo da grande superfície de aplainamento que se estende até Unaí, e o segmento leste, que se prolonga através da borda da Serra das Maravilhas e se estende além da área estudada (Pinho; Dardenne, 1994).

4.2.2 O grupo Santa Fé

O Grupo Santa Fé é a unidade fanerozóica mais antiga conhecida na estratificação geológica do município. É representado por um conjunto de sedimentos de origem glaciogênica que é correlacionável a unidades neopaleozóicas da Bacia do Paraná (grupos Aquidauana e Itararé). “A primeira referência ao ‘Tilito Santa Fé’ é atribuída a Gonzaga; Tompkins (1987) e Tompkins; Gonzaga (1989), que descrevem a ocorrência de

paraconglomerados contendo seixos e calhaus, na região de Canabrava e Santa Fé de Minas-MG” (CAMPOS; DARDENNE, 1994, p. 69).

Sobre a constituição desse grupo esses pesquisadores informam que é “constituído de diamictitos, folhelhos com seixos pingados com intercalação de arenitos, o Grupo Santa Fé aflora no centro da Bacia do São Francisco, representando depósitos glácio-lacustres e glácio-fluviais de idade Permo-carbonífera” (DARDENNE et al., 1990).

Grupo Santa Fé é um sistema proglacial composto pelas Formações Floresta e Tabuleiro. A Formação Floresta é dividida em três membros lateralmente interdigitados: Brocotó (com fácies de tilito e tilóide), Brejo do Arroz (com fácies gláciolacustree turbidítica) e Lavado (com fácies flúvio-glacial). A Formação Tabuleiro (fácies periglacial eólica) recobre os membros da Formação Floresta além de ocorrer diretamente sobre o Grupo Bambuí (Campos; Dardenne, 1994, 1997).

No município de João Pinheiro predomina a Formação Floresta composta pelos membros Lavado, Brejo do Arroz e Brocotó, entretanto, a unidade litoestratigráfica – Membro Abaeté –, referente ao cretáceo inferior, é reconhecida no distrito de Canabrava ao norte do município. “Este membro é apenas bem preservado nas proximidades de Canabrava, com 5 m de espessura média, mas atingindo localmente 30 m (Campos et al., 1992, p. 37). No tocante à classificação dos tipos litológicos, predominam as rochas arenitos, siltitos, argilitos-laminados, calcilutitos e margas (Figura 11).

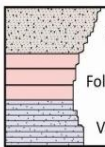
GRUPO SANTA FÉ	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA		SISTEMA DEPOSICIONAL	TIPOS LITOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO	OBSERVAÇÕES	PRESENÇA DO GRUPO SANTA FÉ NAS FOLHAS QUE COMPOEM O MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO
	FORMAÇÃO	MEMBRO	AMBIENTE			
Floresta		Lavado	Flúvio- Glacial	 Arenitos	Abundam as feições de águas rasas e agitadas.	Canabrava Rio do Sono Serra do Jatobá
		Brejo do Arroz	Glacio-Lacustre	 Pelitos Folhelhos Varvitos		
		Brocotó	Flúvio-Lacustre	 Diamictitos	Feições glaciais como ferro de engomar e pavimentos estriados.	

Figura 11: Croqui estratigráfico da correlação entre estratigrafia, sistemas deposicionais e tipos litológicos do Grupo Santa Fé no município de João Pinheiro – MG.

Fonte: MME, 2003.

O Grupo Santa Fé está localizado nas porções leste e nordeste do município e foi estudado detalhadamente “nas proximidades de Canabrava (distrito de João Pinheiro) e Santa Fé de Minas (Campos; Dardenne, 1994). Insere-se nas folhas Canabrava SE-23-V-D-II, Serra do Jatobá SE-23-V-D-III e Rio do Sono SE-23-V-D-V.

4.2.3 O grupo Areado

O Grupo Areado assenta-se diretamente sobre o Grupo Bambuí que lhe serve de embasamento regional. Esse grupo é classificado como a unidade geológica da Bacia Sanfranciscana com maior variação lateral de litofácies. De acordo com Campos; Dardenne (1997) “as mudanças laterais são função da atuação simultânea de diversos ambientes deposicionais, entre os quais leques aluviais, fluviais entrelaçados, fluvio-deltaicos, lacustres, campo de dunas e interdunas”.

O grupo é composto por três formações fortemente interdigitadas na Bacia Sanfranciscana, as quais foram inicialmente divididas e classificadas por Barbosa (1965) como Membros: Abaeté – conglomerados arenosos de matriz argilosa, com ventifactos (locais), Quiricó – sequência rítmica de arenitos argilosos, siltitos e folhelhos, que transiciona para os arenitos em bancos no topo e Três Barras – arenitos roseo-amarelos ou amarelo-esbranquiçados com manchas de descoloração frequentes (PLANOROESTE, 1976).

O sistema deposicional da Formação Três Barras revela o contato da transição dos ambientes fluvial a deltaico e a principal rocha encontrada é o arenito. Já as Formações Quiricó e Abaeté depositaram-se em ambiente lagunar e fluvial de calha, retrospectivamente. As rochas da formação Quiricó variam de arenitos, calcários, folhelhos e margas e nas da formação Abaeté, predominam os conglomerados (Figura 12).

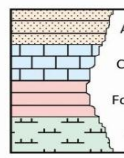
GRUPO AREADO	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	SISTEMA DEPOSICIONAL	TIPOS LITOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO	OBSERVAÇÕES	PRESENÇA DO GRUPO AREADO NAS FOLHAS QUE COMPOEM O MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO
	FORMAÇÃO	AMBIENTE			
	Três Barras	Fluvial a Deltaico	 Arenitos	Acima da cota de 700m.	Bocaina, João Pinheiro, Presidente Olegário, Canabrava, Rio do Sono, Serra das Almas, Serra do Jatobá, Chapadão dos Geraís e Três Marias.
	Quiricó	Lagunar	 Arenitos Calcários Folhelhos Margas	Imaturidade Textural e Mineralógica	
	Abaeté	Fluvial de Calha	 Conglomerado	Fraturas Aleatórias	

Figura 12: Croqui estratigráfico da correlação entre estratigrafia, sistemas deposicionais e tipos litológicos do Grupo Areado no município de João Pinheiro – MG.

Fonte: MME, 2003.

No relatório elaborado pelo Programa Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais – CODEMIG – UFMG (2011) – Projeto Alto Paranaíba – Capítulo XII - Folha Serra das Almas, “o Grupo Areado foi considerado indiviso pela impossibilidade em se determinar as relações de fácies entre os diferentes litotipos. Entretanto, estabeleceu-se a correlação estratigráfica regional com as descritas por Sgarbi et al. (2001)”.

Ainda segundo o relatório, o contato entre os Grupos Areado e Bambuí ocorrem de maneira brusca na forma de superfície de discordância angular e subordinadamente erosiva, caracterizada pela “ocorrência de paraconglomerado polimítico, constituído por matriz silto-arenosa, com clastos variando de grânulo a calhau, subarredondados a arredondados e com baixo grau de esfericidade”. (Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais– Projeto Alto Paranaíba – Capítulo XII - Folha Serra das Almas SE-23-Y-B-II-2011, p. 706).

Segundo Sgarbi et al. (2001), esta associação faciológica é correlacionada à Formação Abaeté – Membro do Carmo. Esse paraconglomerado possui imaturidade textural e os clastos que atingem tamanho calhau de baixa esfericidade evidenciam área fonte proximal, interpretada como tendo sido depositada em contexto de leque aluvial. Ainda sobre esse conglomerado, alguns clastos apresentam-se facetados e polidos e são classificados como *ventifactos*⁸, sugerindo retrabalhamento destes clastos pela ação do vento em um ambiente desértico (SGARBI, 1989).

Segundo o relatório do Planoroeste (1976), a Formação Areado possui significativa distribuição areal e se destaca tanto qualitativa quanto quantitativamente no município de João Pinheiro. Ainda com base nos dados do Planoroeste (1976), destacamos que

Em toda a área a Sul do Rio Preto e SW do Rio São Francisco, a Formação Areado está representada. Suas melhores e maiores exposições estão na folha de João Pinheiro (Chapadão dos Gerais), na folha de Três Marias, na sua porção noroeste e na de Curvelo, a norte de Felixlândia. Nas demais, predomina uma distribuição em retalhos, forma na qual é largamente representada regionalmente. (PLANOROESTE, 1976, p. 14).

Segundo o Módulo 2 – Diagnóstico da Bacia e Cenários de Desenvolvimento no Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco ANA/GEF/PNUMA/OEA (2004), que realizou um projeto de mapeamento e

⁸Ventifacto : (do latim *venti*=vento e *factu*=feito, feito pelo vento) Seixo, bloco ou matacão, facetado pela ação de desgaste contínuo produzido pelo impacto das partículas lançadas pelo vento. São tipicamente encontrados em regiões desérticas (SGARBI, .

diagnóstico ambiental ao longo da BR 040, o Grupo Areado, conforme destacamos abaixo, é identificado e analisado da cidade de João Pinheiro até o distrito de Luizlândia do Oeste.

De João Pinheiro até o km 255,1-MG, passando por Luizlândia do Oeste (km 225-MG), a rodovia atravessa sedimentos (arenitos, siltitos, folhelhos) do Grupo Areado, de idade cretácea. Neste subtrecho, ocorrem principalmente processos erosivos (ravinas, voçorocas), como os identificados nos kms 147,8; 174,8; 177,1; 181; 230,1; 232; 234,7; 236,3; 241,8 e 255,1, causando instabilidades de taludes de corte, recalques em aterros e assoreamento de canaletas e cursos d'água. Não obstante os diversos eventos relacionados, este trecho da rodovia também não possui passivo ambiental relevante (Módulo 2 – Diagnóstico da Bacia e Cenários de Desenvolvimento – Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA 2004).

4.2.4 O grupo Mata da Corda

O Grupo Mata da Corda é marcado pela presença de rochas vulcânicas alcalinas efusivas e piroclásticas, plutônicas alcalinas e sedimentares epiclásticas. É dividido em duas unidades denominadas de Formação Patos e Capacete. “Na porção sul da bacia San Franciscana – ao sul do paralelo 19°30' – o Grupo Mata da Corda se sobrepõe aos sedimentos do Grupo Areado, enquanto, a norte, o mesmo repousa sobre os arenitos do Grupo Urucuia” (CAMPOS; DARDENNE, 1997, p. 277).

O Grupo Mata da Corda encontra-se no município de João Pinheiro, principalmente nas encostas das chapadas que estão nas maiores altitudes do município, estabelecidas entre as cotas 850 a 900 metros. Possui pequena abrangência areal e situa-se sob as coberturas detrítico-lateríticas com concreções ferruginosas.

No município de João Pinheiro, o Grupo foi considerado indiviso composto pelos tipos litológicos argilitos, arenitos, arcóseos e tufos lapilíticos (Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais – Projeto Alto Paranaíba – Capítulo XII – Folha Serra das Almas SE-23-Y-B-II, 2011. p. 710) (Figura 13).

No sul do município, encontra-se a melhor representação desse grupo observado na rodovia BR 365, que atravessa o município no sentido sudoeste – nordeste (Figura 14). Essa descrição corrobora a localização de parte do Grupo Mata da Corda feita pelo Projeto Alto Paranaíba – Capítulo XII – Folha Serra das Almas que se limita a noroeste com a Folha João Pinheiro.

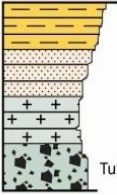
GRUPO MATA DA CORDA	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	SISTEMA DEPOSICIONAL	TIPOS LITOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO	OBSERVAÇÕES	PRESENÇA DO GRUPO MATA DA CORDA NAS FOLHAS QUE COMPÕEM O MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO
	Grupo Indiviso	...	 Argilitos Arenitos Arcósios Tufos Lapilíticos	Localmente dobras convolutas e estratificação plano-paralelas e cruzadas-tabulares e acanaladas.	Presidente Olegário, Rio do Sono, Serra das Almas, Serra do Jatobá, Chapadão dos Gerais e Três Marias.

Figura 13: Croqui estratigráfico da correlação entre estratigrafia, sistemas deposicionais e tipos litológicos do Grupo Mata da Corda no município de João Pinheiro – MG.
 Fonte: MME, 2003.



Figura 14: Exposição de parte do Grupo Mata da Corda na estrada que liga São Gonçalo do Abaeté ao trevo da BR 365. Vista de SW para NE.
 Fonte: Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais –Projeto Alto Paranaíba – Capítulo XII – Folha Serra das Almas-SE– 23– Y– B– II, 2011.

A Folha Serra das Almas engloba parte do município de João Pinheiro e o Grupo Mata da Corda é representado pela formação Capacete que consiste de rochas com alto grau de imaturidade composicional e textural (MME, 2003).

O Grupo Mata da Corda possui uma abrangência de aproximadamente 5% em área, ocupando principalmente a região oeste do mapa geológico. A exemplo do Grupo Areado, o Grupo Mata da Corda também possui forte controle altimétrico, ocorrendo geralmente entre as altitudes de 850 a 900 m. Pode ser encontrado em cortes de estrada e nas encostas das chapadas. O contato entre os grupos Areado e Mata da Corda é gradacional.

O Grupo Mata da Corda é representado na Folha Serra das Almas apenas pela formação Capacete. Os litotipos que o caracterizam possuem alto grau de imaturidade composicional e textural. Predominam rochas arcoseanas, constituídas por quartzo, argilo-minerais e óxidos.

Na rodovia que liga a cidade de São Gonçalo do Abaeté ao trevo da BR 365 encontra-se uma das melhores exposições da pilha sedimentar que caracteriza o Grupo Mata da Corda nessa região (Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais – Projeto Alto Paranaíba – Capítulo XII - Folha Serra das Almas – SE– 23– Y– B– II, 2011. p. 710).

4.2.5 Coberturas elúvio-colúviais laterizadas indiferenciadas

As coberturas Elúvio-Coluvionares Laterizadas Indiferenciadas são compostas por material arenosos argilo-arenosos avermelhados inconsolidados associados a níveis de canga laterítica e ocorrem em cotas superiores a 800 metros sobre as rochas do Grupo Mata da Corda (CODEMIG, 2011).

A distribuição espacial dessas coberturas ocorre de forma bastante pontual e com pequena extensão areal nos extremos leste e es-nordeste, próximos aos limites do município. Na porção sul, essas coberturas abrangem uma área maior e com ramificações intermitentes no sentido nordeste do município (Figura 15).

COBERTURAS ELÚVIO-COLÚVIAIS LATERIZADAS INDIFERENCIADAS	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	OBSERVAÇÕES	PRESENÇA DE COBERTURAS ELÚVIO-COLÚVIAIS LATERIZADAS INDIFERENCIADAS NAS FOLHAS QUE COMPOEM O MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO
	...	Ocorrem em cotas superiores a 800 metros sobre as rochas do Grupo Mata da Corda. Sedimentos arenosos, argilo-arenosos avermelhados, inconsolidados, associados a níveis de canga laterítica.	Chapadão dos Gerias, Serra do Jatobá, Serra das Almas e Três Marias.

Figura 15: Relação entre altitude, tipos de sedimentos e localização das coberturas Elúvio-Colúviais Laterizadas Indiferenciadas no município de João Pinheiro – MG.

Fonte: MME, 2003.

4.2.6 Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas

As Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas localizam-se de maneira concentrada nas porções norte e nordeste de João Pinheiro, mas estão presentes em grande parte do município. São constituídas por materiais de texturas variadas e ocorrem em classes superiores a 500 m em áreas de lagoas e dolinas próximas à cidade de João Pinheiro.

Também nesse ambiente lacustre coexiste uma importante rocha sedimentar denominada espongilito de origem biogênica, que tem despertado crescente interesse econômico na indústria de materiais refratários e cerâmicos dada sua necessidade e utilidade para o mercado. O município de João Pinheiro congrega cerca de 80 lagoas de “águas doces e paradas, de terrenos peneplanizados, associadas à argila, areia, matéria orgânica e frústulas dediátomáceas” (DIAS, 1988).

A região de estudo compreende uma área de aproximadamente 45 km², situada no município de João Pinheiro, na porção noroeste do Estado de Minas Gerais, a cerca de 400 km de Belo Horizonte. Nessa região são encontradas mais de 80 lagoas de formas circulares a alongadas, onde ocorrem depósitos de espongilito, perfazendo uma reserva total de aproximadamente 5,8 milhões de toneladas (ALMEIDA, et al., 2009, p. 124).

A área fonte desses depósitos é provavelmente atribuída aos arenitos do Grupo Areado inseridos nas áreas contíguas e principalmente na parte central da Serra das Maravilhas. Segundo Almeida et al., (no prelo), a grande similaridade mineralógica e textural entre os sedimentos que constituem os “depósitos de espongilitos, na região de João Pinheiro e os arenitos do Grupo Areado das áreas adjacentes, sugerem que esses arenitos constituem a principal fonte dos sedimentos hospedeiros desses depósitos” (ALMEIDA et. al. 2009, p.124).

Os espongilitos são depositados em lagoas rasas “com diâmetro médio de 130 m e a forma dessas depressões pode ser relacionada a feições cársticas típicas de um relevo cárstico maduro” (Almeida et al., no prelo). Os depósitos de espongilitos variam de 2,5 a cerca de 5 m e são constituídos de espículas silicosas que, em função de sua distribuição na rocha, denotam ambientes e processos singulares de deposição que conduz a interpretações paleoambientais específicas para o entendimento da evolução ambiental dessa região durante o Quaternário (ALMEIDA et al., 2009, p. 124).

Tendo em vista que a ocorrência e proliferação de esponjas de água doce são regidas por fatores sazonais, relacionados às flutuações do nível da água, à

temperatura, à turbidez, à iluminação e à disponibilidade de nutrientes (Frost, 1991), as espículas de esponjas continentais vêm sendo utilizadas com sucesso como instrumento em interpretações paleoambientais (Harrison *et al.*, 1979; Hall & Herrmann, 1980; Harrison, 1988; Sifeddine *et al.*, 1994; Volkmer-Ribeiro, 1996; Cordeiro *et al.*, 1997; Turcq *et al.*, 1998; Cândido *et al.*, 2000; Gaiser *et al.*, 2004; Parolin *et al.*, 2007). Parolin *et al.*, (2008) introduziram o termo espongo fácies para descrever as seqüências sedimentares nas quais espículas de esponjas continentais de uma ou de várias espécies predominam e indicam condições paleoambientais específicas (ALMEIDA *et. al.*, 2009, p. 124).

4.2.7 Depósitos aluvionares

Os depósitos aluvionares são constituídos por sedimentos inconsolidados depositados nas margens do rio Paracatu que perfaz o limite de João Pinheiro nas regiões norte, nordeste e noroeste do município. Também estão presentes nas áreas de confluência dos rios Caatinga e Verde e são muito utilizados pela agricultura temporária. Esses depósitos são caracterizados por estratificações cruzadas e marcas de ondas registradas nas folhas Bocaina, João Pinheiro e Canabrava (MME, 2003).

Os depósitos aluvionares são resultantes do retrabalhamento fluvial recente de materiais detríticos diversos provenientes de áreas circundantes mais elevadas ou trazidos pelos rios. Os depósitos podem alcançar espessuras variáveis, chegando a 10 metros de altura. Este conjunto inclui os materiais de retrabalhamento dos canais das drenagens atuais (aluviões *sensu strictu*) e os terraços aluviais (paleo-canais fluviais).

De maneira geral esses depósitos são representados por sedimentos inconsolidados com cascalhos, areias e argilas/silte. A sucessão estratigráfica desses depósitos é composta por lentes, pacotes lenticulares maciços internamente ou preservando estratificações cruzadas e canais erosivos. Os cascalhos ocupam as porções basais e são constituídos por seixos de quartzitos e de arcósios e metassiltitos do embasamento local. De forma geral, os materiais psamíticos e psefiticos apresentam abundante matriz argilosa (MME, 2003).

4.3 Solos

Os solos são de fundamental importância para a sociedade dada a ampla possibilidade de uso e de serem incorporados ao processo produtivo através de um manejo adequado para as diferentes atividades humanas.

Os solos do cerrado são distróficos, na sua grande maioria, “extremamente intemperizados, ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento das

plantas cultivadas” (MACEDO, 1994, p. 69). Essas características referem-se a solos muito antigos expostos aos processos de intemperização e já bastante lixiviados.

Exemplo clássico de remanescentes de superfície do ciclo sul americano, referem-se às amplas “chapadas” de relevo plano e suavemente ondulado do Planalto Central onde se encontram os solos mais intemperizados (oxídicos) do Brasil. Isso reflete o maior tempo de exposição ao intemperismo e à lixiviação (KER, 1997, p. 30).

Os solos no município de João Pinheiro - MG são bastante diversificados e estão distribuídos espacialmente em 19 unidades de mapeamento (Figura 16). Essa categorização baseia-se na classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) e na versão atualizada para o estudo de detalhamento de bacias desse Sistema (2006) (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010, p. 7).

O Cerrado, de acordo com Macedo (1994, p. 70), possui 46% da sua área com predomínio dos Latossolos e ocupa preferencialmente as partes mais estáveis da paisagem. No município de João Pinheiro-MG, os Latossolos ocupam 5204 km², ou seja, 48,59% do território, o que confirma quantitativamente o mesmo padrão do bioma. Das dezenove (19) classes de solos existentes, nove (9) são Latossolos: LVAd1, LVAd12, LVAd13, LVAd3, LVAd5, LVAd7, LVd1, LVd2, LVd3 com distribuição areal diferenciada.

As outras classes de solos e sua quantificação no município são o Cambissolo Háplico, com 1763 km² (16,46%); Neossolo Litóloco; com 1665 km² (15,55%); Quartzarênico, com 1497 km² (13,97%); Flúvico, com 560 km² (5,22 %) e o Argissolo Vermelho Amarelo, com 19 km² (0,17%).

No mapa de solos do município foram plotados quatro pontos que indicam a localização dos perfis onde foram coletadas as amostras de solos identificados como perfil 1, 2, 3, e 4. Dessas amostras analisadas quimicamente se extrairam dados da porcentagem do teor de saturação de bases e da matéria orgânica que serão discutidos no quinto capítulo.

Município de João Pinheiro - MG - Solos

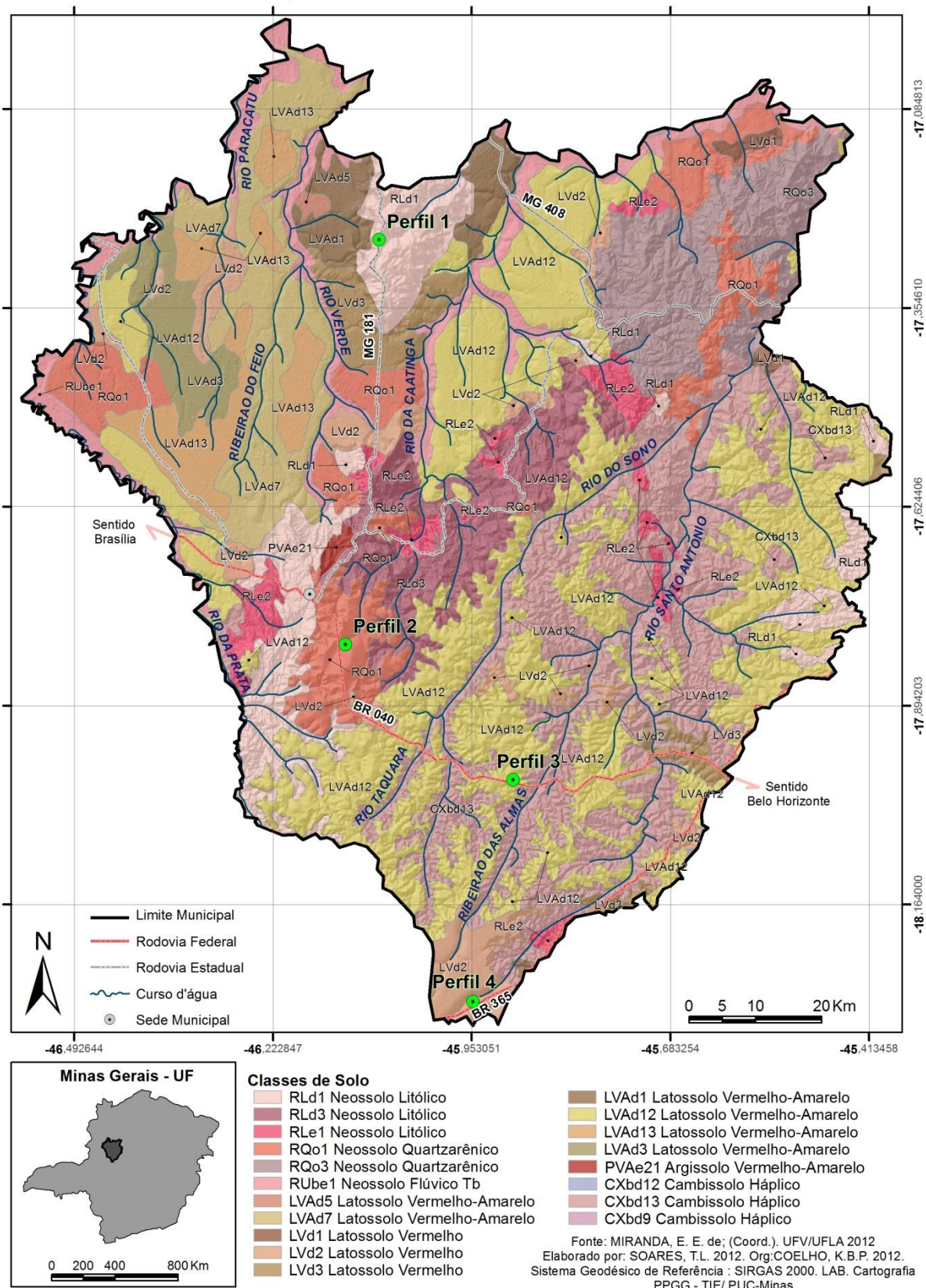


Figura 16: Mapa de solos do município de João Pinheiro - MG.

A significativa variedade dos solos existentes nos cerrados faz com que, em associação com os tipos de relevo e a organização da drenagem, se estabeleça grande diversidade de espécies vegetais, tanto do estrato quanto do arbóreo. Assim, a vegetação representa a melhor expressão da diversidade de ambientes de uma região.

A descrição e a caracterização dos solos de João Pinheiro serão feitas pelos tipos de solos agrupados e sequenciados na tabela abaixo (Tabela 6).

Tabela 6: Quantificação das classes de solos em km² e % no município de João Pinheiro-MG.

N	Classes de solos	Km ²	% do território
1	CXbd12	2	0,016048757
2	CXbd13	1759	16,42819018
3	CXbd9	2	0,020965132
4	LVAd1	236	2,204123298
5	LVAd12	2913	27,20597953
6	LVAd13	388	3,623728134
7	LVAd3	239	2,229458331
8	LVAd5	15	0,138970532
9	LVAd7	639	5,967944015
10	LVd1	37	0,345561704
11	LVd2	481	4,492302146
12	LVd3	256	2,390913408
13	PVAe21	19	0,179857474
14	RLd1	758	7,07934517
15	RLd3	616	5,753135389
16	RLe1	291	2,717796101
17	RQo1	833	7,779808083
18	RQo3	664	6,19749829
19	RUbe1	560	5,225571164

Fonte: Minas Gerais, 2010.

4.3.1 Cambissolos

- **CXbd12** – O solos CXbd12 - CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico A fraco, textura média/argilosa, cascalhento +NEOSSOLO QUARTZARENICO órtico típico e léptico álico A fraco representa apenas 2 km² (0,016 %), entrecortado pelos solos CXbd13, LVAd12, LV2 na porção sudeste no limite com o município de Buriziteiro.

Os cambissolos pertencem ao grupamento de solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente, enquanto o neossolo pertence ao grupo dos solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido (EMBRAPA, 2006, p. 68). A vegetação original desses solos pertence “ambos a fase cerrado” com forma de relevo “suave ondulado e ondulado” (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010, p. 27).

- **CXbd13** – De acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (2010, p. 27), uma expressiva unidade de mapeamento de solos na região é a CXbd13 – CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura siltosa/argilosa, pedregoso/não pedregoso + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado.

Em termos de área configura-se como a segunda maior no município com 1759 km², o que corresponde a 16,42 % do território. São solos pouco desenvolvidos que apresentam horizonte câmbico onde podem ser encontrados minerais primários facilmente intemperizáveis e que apresentam limitações ao uso agrícola devido a suscetibilidade à erosão, deficiência de água e impedimentos à mecanização (MACEDO, 1994, p. 71). Localizam-se na bacia do Rio do Sono ao longo dos afluentes e do curso principal dos rios Taquara, Santo Antônio, Sono e Ribeirão das Almas.

- **CXbd9** – A consorciação dos solos CXbd9 – CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico A moderado, textura argilosa é pontual e contornada pelo solo RUbe1 no extremo nor-nordeste do município, na divisa com Brasilândia de Minas e representam 2 km² (0,02 %) da área do município.

Esses solos encontram-se margeando o rio Paracatu e são utilizados com cultivos temporários.

Assim, as características desses cambissolos “devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, variam muito de um local para outro” (EMPRABA, 2006, p. 77).

4.3.2 Latossolos

- **LVAd1** – O solo LVAd1– LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa está distribuído nas porções norte, noroeste e sul-sudeste e perfaz uma área de 236 km² (2,20 %) do município.

O uso do solo, observado pelas formas geométricas retangulares dos talhões, pelas formas circulares das áreas de culturas irrigadas pelo sistema pivô central e também pelos trabalhos de campo, é intenso nas porções norte e noroeste. A baixa declividade < 5% juntamente com as características de estrutura, porosidade, permeabilidade, drenagem e consistência conferem a esses solos uma elevada resistência à erosão e permitem a intensa mecanização para os cultivos de soja, milho, cana de açúcar.

- **LVAd12** – Com base nos dados da Fundação Estadual do Meio Ambiente (2010), a principal unidade de mapeamento em termos de área ocupada é a do LVAd12 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A fraco/moderado textura média + NEOSSOLO QUARTZARENICO ORTICO típico A fraco/moderado (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010). Esta classe que ocupa 2913 km², área correspondente a 27, 20% da área do município, está distribuída de forma desigual nas porções centro, norte, nordeste, leste, sudeste e sudoeste do município.
- **LVAd13** – Inteiramente inseridos na unidade geomorfológica dos Tabuleiros a noroeste de João Pinheiro, os solos – LVAd13 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa + NEOSSOLO QUARTZARENICO ORTICO típico A fraco/moderado perfazem 388 km² (3,8%) de área do município.

O consórcio desses solos provoca uma maior erodibilidade e, conseqüentemente, um uso mais cuidadoso. A baixa declividade < 5 % contribui significativamente na contenção da perda desses solos inseridos na região das lagoas e dolinas.

A vegetação original desses solos, ora degradada, de acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (2010, p. 10), remonta à fase campestre e o relevo é apontado como plano.

- **LVAd3** – O solo LVAd3 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado texturamediaestá distribuído nas porção noroeste do João Pinheiro e perfaz uma área de 239 km² (2,22 %) do território. Esse solo é bem desenvolvido e sustenta uma agricultura mecanizada e intensa e se diferencia do LVAd1 pela textura que é mais argilosa.

Esses solos estão dentro da unidade geológica – Coberturas Elúvio Coluviais. As rochas que originaram esses solos são Aglomerado, Areia, Argila e Laterita contidas

no tipo vegetacional e na geomorfologia “fase caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado” (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010, p. 9).

- **LVAd5** – O latossolo LVAd5 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa localiza-se na região noroeste do município, o que representa 15 km² (0,13 %) de João Pinheiro. Os latossolos inserem-se no grupamento de solos com B latossólico (EMBRAPA, 2006, p. 74). O uso do solo está associado à área agrícola de intensa utilização com culturas irrigadas pelo sistema pivô central.
- **LVAd7** – Três classes de solos apresentam dimensão areal quase equivalentes no município. A maior delas é a dos LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A fraco/moderado textura média + LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A fraco/moderado textura média (LVAd7) – que perfazem uma área de 639 km², o que corresponde a 5,96% do território. Localizam-se na região noroeste de João Pinheiro e estão contidos no domínio geológico das Coberturas elúvio-colúvies e proveem dos tipos litológicos Aglomerado, Areia, Argila e Laterita.

Esses latossolos são solos ácidos de baixa fertilidade, mas bem desenvolvidos estruturalmente e situam-se nas proximidades das áreas de lagoas e dolinas a noroeste do município. Seu uso está associado a cultivos extensivos e inserido na unidade geomorfológica dos Tabuleiros cuja declividade é < 5 %.

A vegetação original e o relevo da unidade de mapeamento desses solos concernem “ambos fase cerrado, relevo plano e suave ondulado” (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010, p. 9).

- **LVd1** – O Latossolo – LVd1 – LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura média representa 37 km² (0,34%) do território no município e localiza-se na porção nordeste, no limite com o município de Buritizeiro. O uso do solo está associado aos cultivos extensivos de soja e milho.

A vegetação original remete à “fase floresta subcaducifólia” e ao relevo “plano e suave ondulado” (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010, p. 35).

- **LVd2** – O solo LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura argilosa – LVd2 – possui pequena expressão areal e está distribuído de forma não segmentada por todo município. Na porção sul, esses solos ocupam uma significativa área de 481 km² (4,49%), utilizados com a expansão da área produtiva no município. Os latossolos são os solos antigos e bem drenados e se encontram nas áreas de chapadas em cotas superiores a 900m de altitude, distribuídos de forma segmentada e

mais abrangente que no restante do município. Entretanto, também estão presentes nas macroformas Tabuleiros e Colinas Amplas e suaves com vales encaixados entre as classes altimétricas 600 a 850 m de maneira mais esparsa.

Esses solos são amplamente utilizados com vários tipos de cultivos como algodão, milho, soja e café. A vegetação original do cerrado está bastante degradada, entretanto preservaram-se as veredas, no fundo do vale, as quais são ambientes com presença de água típicos do domínio do cerrado.

- **LVd3** – Os solos LVd3 – LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A fraco/moderado textura argilosa+ LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A fraco/moderado textura argilosa estão distribuídos no município na porção sudeste. Perfazem uma área de 256 km² (2,39%) com pequena expressividade areal. “A carência generalizada de nutrientes e as baixas percentagens de saturação por bases expressam a intensa lixiviação nestes solos” (MACEDO, 1994, p. 70).

Geomorfologicamente, inserem-se no domínio das Colinas Suaves com Vales Encaixados e, apesar da elevada resistência à erosão, mesmo em declividades mais acentuadas, o manejo inadequado desses solos pode conduzir a formação de camadas compactadas que diminuem consideravelmente a infiltração de água e aumentar os riscos de erosão.

4.3.3 Argilossos

- **PVAe21** – Os solos PVAe21 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado textura argilosa, rochoso, pedregoso + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico e léptico A moderado textura siltosa/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico A fraco localizam-se na porção oeste próximo à sede municipal. O argissolo pertence ao “grupo de solos com B textural, com argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico” (EMBRAPA, 2006, p. 72).

O tangenciamento dessas classes de solos ocupa uma área de 19 km² (0,17 %) do município com vegetação bastante degradada, com exposição de solos e uma significativa densidade de nascentes com padrão dentrítico na bacia do Rio Verde.

A declividade dessa região figura entre as classes 11-15 a 16-30 % o que demonstra uma maior suscetibilidade à erosão. A macroforma dessa unidade corresponde aos Tabuleiros.

4.3.4 Neossolos

- **RLd1** – Outro representante dos neossolos é o RLd1– NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado cuja distribuição corresponde a 758 km² (7,07%), quarta maior dimensão areal do território. Está distribuído por todo o território de maneira bastante representativa, menos na porção sul e ocupa toda a área da Serra das Maravilhas.
- **RLd3** – A segunda classe em dimensão de área são dos NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A moderado/proeminente + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado textura média/argilosa, pedregoso/não pedregoso – RLd3 – situados nas porções centro, norte e oeste do município e distribuídos numa área de 616 km² (5,75%) do território.

- **RLe2** – Os solos RLe2 – NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico chernossólico e típico textura argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico e léptico A moderado textura argilosa estão distribuídos por 291 km² (2,71 %) da área do município. São solos jovens, com boa fertilidade, provenientes das rochas Argilitos, Siltitos Arenitos, Margas e Calcilitos do Grupo Bambuí, Formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré.

Esses solos estão situados nas porções centro, oeste, nordeste, sudeste e distribuídos de forma intermitente nas unidades de relevo – Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados. O uso desses solos está relacionado a área de pastagens, solo exposto e talhões de cultivos mecanizados.

- **RQo1** – Na sequência das maiores dimensões de distribuição areal dos solos no município, figura em terceiro lugar a classe RQo1 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico típico A fraco/moderado que ocupa uma área de 833km² (7,77%) do município. Localizam-se nos sentidos oeste, nor-noroeste, noroeste e nordeste e está plotado no mapa de solos do município como Perfil 2.
- **RQo3** – Na sexta posição de distribuição areal dos solos figura o RQo3 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico típico A fraco/moderado + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico A fraco/moderado e ocupam uma área de 664 km² que perfaz 6,1% do município. Esses solos estão localizados na porção nordeste de João Pinheiro onde predomina a vegetação fase campo cerrado e relevo ondulado e escarpado.

- **RUbe1** – O terceiro e último dos solos desse grupo é o NEOSSOLO FLÚVICO Tb eutrófico típico A moderado + GLEISSOLO MELANICO distrófico/GLEISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado/ proeminente (RUbe1) – distribuído nos limites do município a oeste, noroeste, norte, nordeste e ao longo do curso principal dos rios Verde e Caatinga.

4.4 Vegetação

A vegetação representa a melhor expressão da grande diversidade de ambientes de uma região em função de ser um elemento de diferenciação visual explícito. A explicação da origem do cerrado ainda desperta incertezas, mas duas linhas de pensamento se consolidaram nessa interpretação: a das causas antrópicas, por um lado, e a dos fatores naturais, por outro.

O cerrado é o segundo maior bioma do Brasil originalmente com 2.036.448 km², o que corresponde a 23,92% do território brasileiro e a 57% do Estado de Minas Gerais (IBGE, 2013). Segundo Walter (2006, p. 144) a vegetação do cerrado já recebeu 21 classificações fitofisionômicas elaboradas por um grande número de pesquisadores com diferentes termos e expressões, gerando assim diferentes nomenclaturas (Figura 17 e 18).

O Sistema Brasileiro de Classificação da Vegetação Brasileira, de acordo com dados do IBGE (1992), subdividiu o cerrado em quatro grupos de formações: Savana Florestada, Savana Arborizada, Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa. Além dessas classes de cobertura vegetal, as áreas de refúgios vegetacionais (r), como também a vegetação secundária (Vs) compõe o domínio do cerrado que ocorre próximo ao Bioma Amazônia. O conjunto que agrupa a cobertura vegetal antrópica é formado pela cultura agrícola (Ac), pastagem plantada (Ap), reflorestamento (R), área com influência urbana (Iu) e área degradada por mineração (Im) (SANO et al. 2007, p. 20).

A classificação fisionômico-ecológica do bioma cerrado obedece a uma hierarquia de formações denominada classe, que sugere a estrutura fisionômica florestal e não florestal; a subclasse, caracterizada por dois parâmetros do clima: o ombrófilo e o estacional; o grupo, marcado pelo tipo de transpiração estomática e pela fertilidade dos solos; o subgrupo, que indica o comportamento das plantas segundo seus hábitos e a formação propriamente dita que é determinada pelo ambiente, ou seja, pela forma de relevo (VELOSO, 1991, 48-49).

Município de João Pinheiro - MG - Vegetação

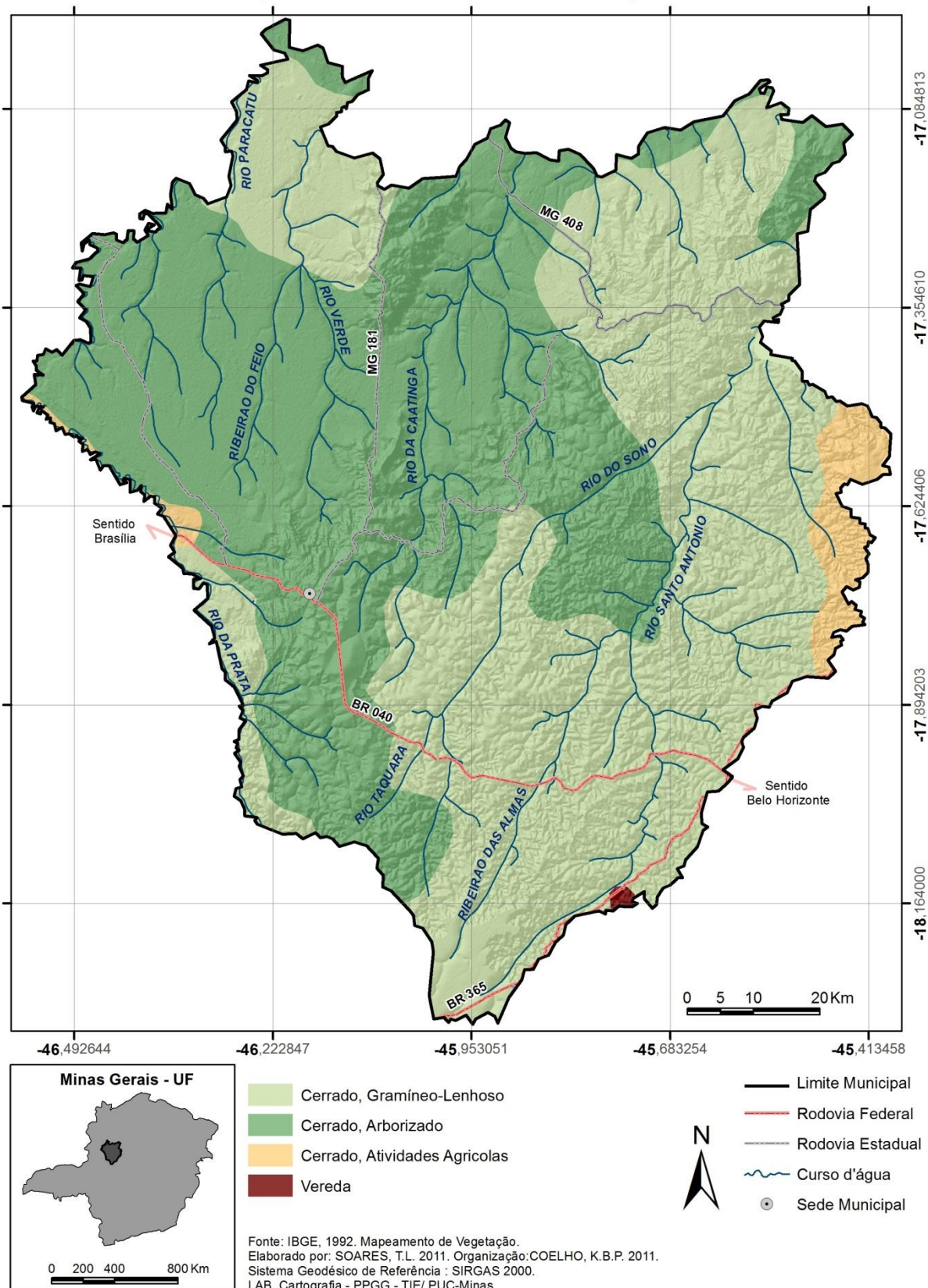


Figura 17: Mapa de vegetação original do município de João Pinheiro - MG.

Município de João Pinheiro - MG - Vegetação

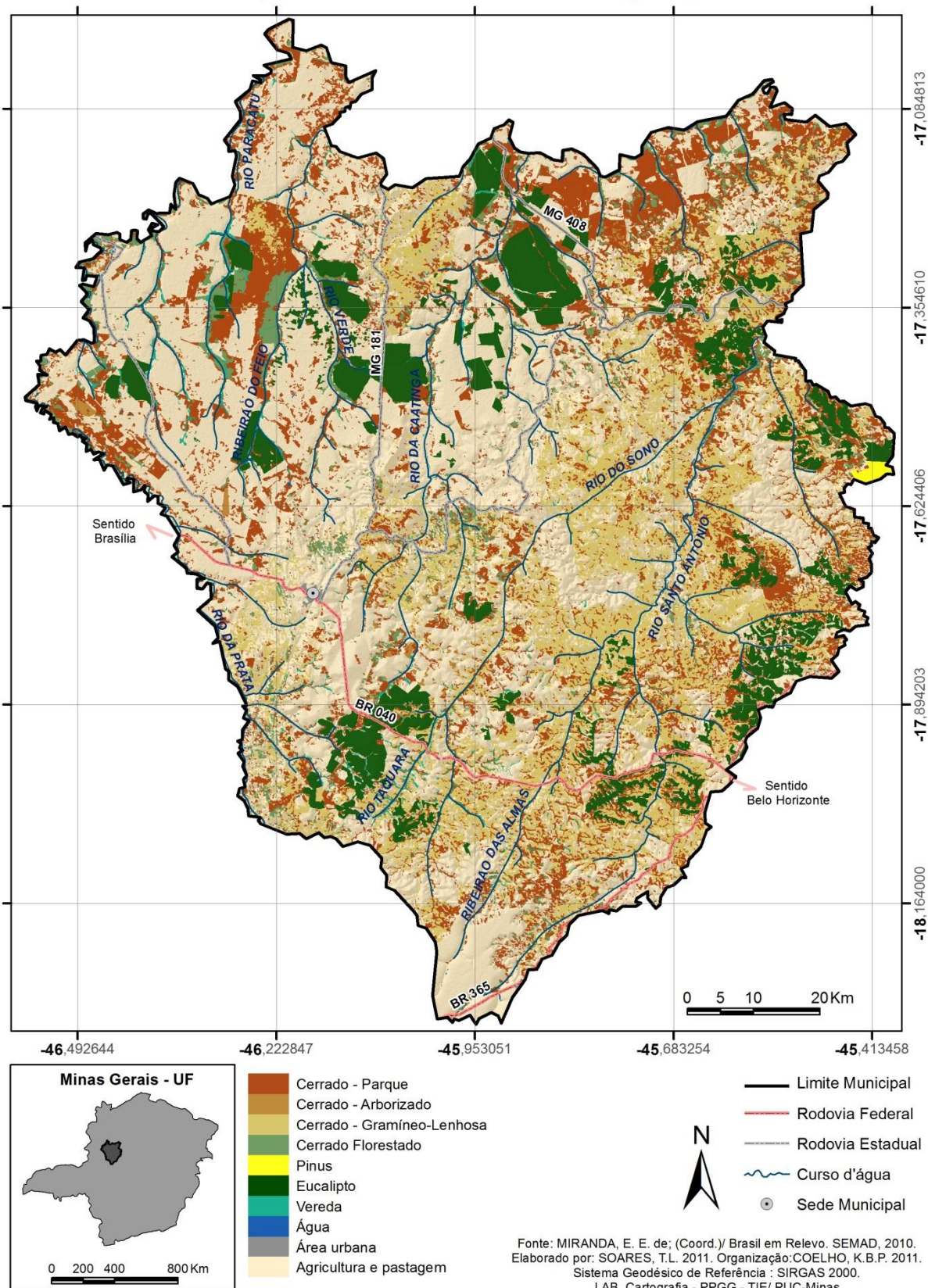


Figura 18: Mapa de vegetação do município de João Pinheiro – MG.

Neste trabalho, usaremos a classificação do sistema fisionômico-ecológico utilizado pelo IBGE (1992) e por Miranda (2010) para localizar, descrever e quantificar as formações presentes no município de João Pinheiro-MG. A quantificação do uso do solo no município demonstra como a expansão da área produtiva assumiu um ritmo intenso e absorvedor das áreas de vegetação nativa do cerrado no município (Tabela 7).

Tabela 7: Quantificação do uso do solo no município de João Pinheiro-MG.

Vegetação	Km²	% do Território
Água	28,590000	0,267016462
Cerrado Gramíneo-Lenhoso	1829,150000	17,08335649
Cerrado - Parque	1920,500000	17,94
Cerrado - Arborizado	44,359491	0,41429571
Cerrado - Florestado	444,553883	4,151913436
Pinus	12,035504	0,112405656
Eucalipto	952,090242	8,892052053
Vereda	94,869429	0,886033554
Urbanização	5,6052	0,052349796
Agricultura e Pastagem	7295,95125	68,14057685

Fonte: Miranda, 2010

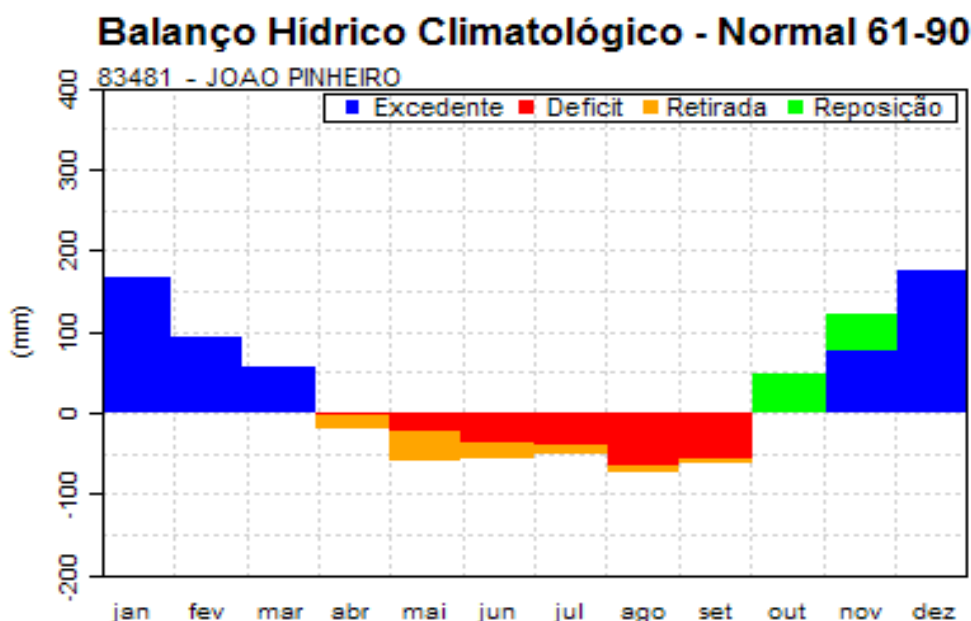
4.4.1 Água

O bioma cerrado contém as nascentes dos principais rios brasileiros, entretanto a disponibilidade de água e o acesso a esse elemento natural não é universal, ela varia de acordo com localização dos rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos. Atualmente as águas utilizadas para abastecimento do consumo humano e de suas atividades sócioeconômicas constituem-se como bem econômico, como um recurso hídrico, um capital ecológico. Esse pensamento só se valida na medida em que o uso da água possui viabilidade econômica (REBOUÇAS et. al., 2002).

No município de João Pinheiro, a disponibilidade da água em superfície, distribuída pelos cursos d'água como também em pequenas represas na região central e noroeste do município perfaz uma área de 28,59 km² (0,26%).

O Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2013) elaborou uma série histórica do balanço hídrico climatológico e do armazenamento de água no solo entre o período de 1961 a 1990, em João Pinheiro, demonstrando que a distribuição das chuvas obedece a um regime sazonal. Nos meses de outubro a março, existe um excedente hídrico e, nos meses de abril a setembro, prevalece a escassez e o déficit hídrico (Gráfico 7).

Gráfico 7: Balanço hídrico climatológico do município de João Pinheiro-MG.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2013).

A agricultura e a pastagem utilizam 50,2 % da área do município, o que denota que a água é um elemento fundamental na manutenção dessas atividades, ou seja, a incorporação das terras ao processo produtivo da agricultura e pecuária significa um aumento na disponibilidade de água para irrigação agrícola e dessedentação de animais dessas áreas.

Entretanto, a falta de chuvas em determinados períodos do ano induz à obrigatoriedade da irrigação para viabilizar a agricultura e a pecuária extensiva. Na região sudeste do Brasil, é praticada a irrigação chamada de profissional que se define por ser “(...) aquela na qual o agricultor investe em moderna tecnologia de irrigação, visando o aumento da produtividade agrícola, ou a obtenção de duas ou mais colheitas no ano” (TELLES, 2002, p. 309).

Em João Pinheiro, a irrigação profissional também pretende controlar o déficit hídrico nos meses de abril a setembro. A demanda da área irrigada depende de alguns fatores como “características morfológicas e pedológicas, evapotranspiração potencial, tipo

de cultura e seu estágio de desenvolvimento, chuva efetiva e método de irrigação e eficiência” (TELLES, 2002, p. 314).

As águas superficiais, entretanto, nem sempre estão presentes nas áreas de cultivos ou sua canalização é inviável economicamente. A forma de equacionar esse problema seria a utilização das águas subterrâneas para as atividades agropastoris no município.

Essa inferência corrobora o objetivo geral do 2º Plano Integral do Desenvolvimento do Noroeste Mineiro – PLANOROESTE II – vol. VIII que atribui a utilização das águas subterrâneas para irrigação de cultivos na região noroeste de Minas no qual o município de João Pinheiro está contido. “Com o objetivo geral, o projeto visa incentivar a utilização dos recursos hídricos subterrâneos como fonte básica para a implantação de modernas técnicas de uso da terra” (COMPANHIA AGRÍCOLA DE MINAS GERAIS, 1980, p. 3).

Coube então a utilização de águas subterrâneas que constituem *per si* em reservatório que concentra várias funções como de transporte (*pipeline*), estratégica, de filtro, de estocagem e regularização. O emprego dessas águas exige racionalização, em função do caráter indissociável com as águas superficiais no ciclo hidrológico (REBOUÇAS et. al., 2002).

É importante ressaltar que o objetivo desse projeto governamental visava ao desenvolvimento de municípios que ficaram à margem das políticas públicas regionais em vigor na década de 1970 e que tinham como norte a expansão das áreas agrícolas no noroeste do estado. Entretanto, ainda não havia se consolidado no país as políticas de conservação dos recursos hídricos, mas fica o registro da implantação dessa ação do governo para irrigação das terras.

Os cultivos extensivos também contribuem para o desequilíbrio ambiental no período de armazenamento de água no solo. Por um lado, as monoculturas e as pastagens favorecem enchentes no período chuvoso e contribuem para a erosão; por outro lado, o assoreamento reduz a infiltração e acelera a evaporação de açudes e pivôs centrais (SAWYER, 2009).

4.4.2 Cerrado - Gramíneo-Lenhoso

Dos três tipos básicos de vegetação do bioma cerrado – floresta, savana e campo –, a classe de formação Savana Gramíneo-Lenhosa é a que mais se destaca no município em termos de distribuição areal com 1829,15 km² (17,08%) do território e se caracteriza, segundo Veloso et al., (1991, p. 88), quando natural, pela presença de gramados entremeados por plantas lenhosas raquíticas que ocupam extensas áreas.

O Cerrado Gramíneo-Lenhoso insere-se nas macroformas Baixos Platôs, Colinas Amplas e Suaves com vales encaixados, Morros e Serras Baixas e com pequena expressão no domínio dos Tabuleiros.

A formação não florestal campo localiza-se em todo o município com menor concentração na região noroeste e sobrepõe-se a variados tipos de solos, principalmente nos solos com menor profundidade e baixa fertilidade como os neossolos. Sobre os campos na região Sudeste, dados do IBGE (1977, p. 103) afirmam que

A ocorrência dos Campos na Região Sudeste está intimamente ligada às altitudes acima de 900-1000 metros, motivo pelo qual são comumente denominados de “campos de altitude”. À altitude se aliam uma topografia suave, solos rasos, drenagem incipiente e um clima mais ameno. Tais campos são caracterizados por uma cobertura herbácea, muitas vezes contínua, em meio à qual podem aparecer arbustos isolados ou em tufo (IBGE, 1977, p. 103).

Atualmente a distribuição espaçada dessa formação é concordante com a área ocupada originalmente pelo Cerrado, particularmente, pela formação Savana Gramíneo-Lenhosa que se configurava de forma contínua no município.

4.4.3 Cerrado – Arborizado

Os vestígios do subgrupo Savana Arborizada-Campo Cerrado apresentam formação tanto natural quanto antropizada e estão distribuídos de forma pontual, principalmente, nas regiões sudoeste e noroeste do município. Ocupa uma área de 44,35 km², o que corresponde a 0,41% do território.

O cerrado arborizado é semelhante ao cerrado parque, embora a cobertura arbórea seja bem menor, com árvores entre 2 e 5 metros de altura, bastante esparsas, espalhadas sobre um tapete gramíneo-lenhoso. O cerrado arborizado possui uma fisionomia adaptada ao ambiente ocupado sendo raquítica em terrenos degradados e com composição florística semelhante à da savana florestada em solos mais eutróficos (VELOSO et. al., 1991, p. 87).

O campo-cerrado é uma formação associada ou mista, composta de cerrado com ocorrência expressiva de espécies de campo. No campo-cerrado e no campo sujo, em geral, há, além de menor adensamento dos elementos arbóreos, uma diminuição no seu porte. Seu rendimento em lenha é em torno de 25 estéreos por hectare (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1985, p. 34).

Esse subgrupo aparece como manchas geométricas que tangenciam com as formações Cerrado Gramíneo-Lenhoso, Cerrado Parque, Cerrado Florestado com áreas de agricultura e pastagem.

4.4.4 Cerrado Parque

A formação savânica do cerrado *stritu sensu* – Cerrado Parque, possui uma complexidade de fatores condicionantes como disponibilidade de água, solos e relevo que originam subdivisões fisionômicas na estrutura, distribuição espacial das árvores e na composição florística (SANO; ALMEIDA, 1998).

Para Ferri (1977), o cerrado, no sentido restrito, caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas. Essas árvores, por possuírem raízes profundas, sofrem menos restrição hídrica no período da seca.

Essa fitofisionomia ocupa uma área de 1920,50 km² (17,94%) de João Pinheiro e está distribuída de forma esparsa por todo o município, com exceção nas regiões nordeste e noroeste, onde se visualiza uma maior segmentação espacial da vegetação.

Os solos que sustentam essa vegetação são predominantemente os latossolos, mas também é encontrada em áreas de cambissolos e neossolos que são mais suscetíveis à erosão quando é retirada a vegetação, principalmente em locais com declividade acentuada.

A distribuição dessa fitofisionomia no município sucumbiu aos novos padrões espaciais das monoculturas extensivas instaladas para atender ao crescente mercado consumidor da soja, do eucalipto e da cana de açúcar, – destinada principalmente para a geração de biocombustíveis –, constituindo-se assim como novos elementos econômicos importantes na região.

O cerrado parque pode ser considerado uma vegetação residual, pois ocupa uma área de 1920,50 km² (17,94%) comparativamente com a agricultura e pastagem que perfazem 5375,45 km² (50,2%) do território. No município de João Pinheiro, o cerrado transformou-se numa ínfima mata de galeria das monoculturas extensivas.

Essa observação sustenta-se na proximidade ou adjacência do cerrado s.s. com cultivos e pastagens observados no mapa de vegetação de João Pinheiro que denota essa configuração de uso do solo. Há que se levar em conta que o fogo é um elemento natural de destruição do cerrado, entretanto, nota-se a incorporação das atividades agropecuárias tangenciando com a vegetação nativa que ocasiona um novo padrão de ocupação das terras.

4.4.5 Vereda

Um dos maiores problemas do cerrado diz respeito ao déficit hídrico que inviabiliza algumas atividades econômicas como a agricultura. A vereda é uma importante ambiência do cerrado por constituir-se de mananciais permanentes de água causados pelo afloramento do lençol freático. Esses mananciais, de acordo com Sano; Almeida (1998, p. 129), “são decorrentes de áreas de permeabilidade diferentes em áreas sedimentares do Cretáceo e Triássico” localizadas em áreas mais deprimidas da paisagem tendo como principal elemento florístico a palmeira arbórea – *Mauritia flexuosa* – o buriti.

As veredas são ambientes pontuais quase sempre circundadas pelo campo cerrado que oferece proteção aos solos ante o escoamento superficial que é diminuído, favorecendo a infiltração e a criação de condições ideais para o surgimento desse ecossistema.

Os modelados desenvolvidos nos cerrados claros, profundos e porosos dos topos aplainados são levemente sulcados pelo escoamento superficial originando pequenas depressões onde se depositam colúvios e matéria orgânica. Nessas depressões observa-se hidromorfismo durante a estação das chuvas, de que se aproveitam as palmeiras. Mais desenvolvidas, as depressões alojam a drenagem concentrada que vai dar origem às veredas (IBGE, 1977, p. 38).

Em João Pinheiro, essa fitofisionomia distribui-se por 94,86 km² (0,88%), próxima aos cursos d’água e predominantemente nas áreas de vegetação de campo cerrado que oferecem cobertura herbácea-arbustiva capaz de oferecer uma proteção eficiente aos solos quando preservada.

As veredas são fitofisionomias inerentes ao cerrado, mas nem toda área do cerrado possui veredas. As veredas, nos planaltos residuais do noroeste mineiro, região expressiva do bioma do Cerrado, são ecossistemas exclusivos daqueles esculpidos nos arenitos Cretáceos sobrepostos às rochas do Grupo Bambuí (MELO, 2008).

No município de João Pinheiro, as veredas podem ser definidas geomorfologicamente como vales rasos a pouco profundos, alongados, de fundo plano e saturados de água dentro das chapadas. Nelas há a presença predominante de fileiras da palmeira buriti em meio a um campo denso de gramíneas as quais se desenvolve em condições de umidade permanente sustentadas provavelmente com Organossolos (MELO; ESPÍNDOLA, 2006).

As veredas são formas ligeiramente deprimidas dentro das chapadas, ocupadas principalmente por nascentes de pequenos cursos d’água. [...] Durante o período chuvoso, essas veredas podem ficar muito pantanosas e no inverno reduzem-se as fontes, mas sempre há água. É a presença de água que modifica as condições ecológicas e permite o

aparecimento da palmeira buriti (*Mauritia vinifera*) em meio a uma cobertura de gramíneas baixas. (BARBOSA, 1967, *apud* MELO, 2008, p. 54).

No noroeste mineiro, os espaços inundados ou de várzeas foram drenados para a incorporação e expansão agrícolas, o que possivelmente envolveu a destruição das veredas, fitofisionomias características de áreas onde há o afloramento do lençol freático. A meta prevista no projeto Planoroeste II cujos detalhes são apresentados a seguir, é de 28.700 ha de abertura de novas áreas sob vegetação de cerrados e de várzeas inundadas nos talvegues.

Área inundada ou várzea alagada.

A abertura de uma nova área que se encontra inundada, consiste em sua drenagem que é o abaixamento do lençol freático com a abertura de drenos em sistema que permita o seu uso agrícola com culturas de cereais ou forrageiras.

O sistema consiste na abertura de drenos de encosta rasas com uma profundidade média de 0,80m associados a uma malha de drenos superficiais abertos com valetadeiras com profundidade de até 0,50m (COMPANHIA AGRÍCOLA DE MINAS GERAIS, 1980, p. 10).

As modificações impostas a esse ecossistema, principalmente pelo reflorestamento de eucaliptais sob o manejo inadequado, criaram condições para intensificar a erosão nas encostas das chapadas e nas veredas, transformando a dinâmica ambiental, acentuando os processos erosivos e assoreando parcial ou totalmente os fundos de vale. A funcionalidade e estrutura morfológica da vereda são comprometidas, muitas das vezes rompendo o limiar de recuperação dessa fitofisionomia.

O buriti é uma árvore de grande importância socioeconômica para as populações tradicionais do cerrado por causadas suas várias utilidades como do fruto na fabricação de óleo e doces, das folhas para recobrimento do telhado das residências e na fabricação de outros utensílios domésticos como peneiras e artesanatos (RIGONATO, 2005). Dessa forma, funciona como um elemento gerador de receita para os habitantes desse bioma.

O ambiente sempre úmido das veredas encerra um importante significado ecológico na manutenção da fauna terrestre e aquática do Cerrado, agindo como refúgio, abrigo, fonte de alimento e local de reprodução das espécies nativas (SANO; ALMEIDA, 1998, p. 129). Essa ambiência possui uma fragilidade ambiental e necessita de proteção para a manutenção da perenização das suas águas. As veredas são áreas de preservação permanente (APPs), protegidas pelas Leis Estaduais 9.375 (1986) e 9.682 (MINAS GERAIS, 1988).

4.4.6 Cerrado Florestado

Das formações florestais do cerrado existentes em João Pinheiro, o Cerrado Florestado perfaz uma área de 444,55 km² (4,15%) e ocupa preferencialmente áreas com altitudes superiores a 750 m e encontra-se quase sempre sem contiguidade espacial consorciada com cultivos ou solo exposto.

Na região noroeste, encontra-se a maior expressão contínua dessa vegetação associada ao Latossolo vermelho (LVd2) e Latossolo vermelho amarelo (LVAd13). As terras férteis foram um atrativo muito forte para o avanço da agropecuária sobre o cerrado florestado e isso é perceptível nas áreas contíguas que outrora, provavelmente, fora ocupada por essa formação.

Observados de forma comparativa os mapas de relevo e vegetação, vê-se como o relevo teve um papel significativo nas transformações da cobertura vegetal. O cerrado florestado está presente no domínio das Chapadas, Baixos Platôs, Colinas Amplas e Suaves com vales encaixados, Morros e Serras Baixas e Tabuleiros em faixas menos expressivas associadas às encostas escarpadas em que a declividade acentuada tem dificultado a incorporação das terras pelas atividades econômicas agropecuárias.

Essa formação também existe na região norte e nordeste no limite do município com Brasilândia de Minas. Atualmente é encontrada apenas como ilhas ou corredores ao longo de algumas drenagens e, especialmente, na região das baixas altitudes, 600-650 m, baixa declividade, < 5%, como as do rio Paracatu no limite norte e nordeste do município. É provável que essa preservação esteja ligada às faixas de inundação do rio Paracatu.

4.4.7 Coberturas antropizadas

- Pinus

Dentro das áreas cultivadas no município, a silvicultura de Pinus ocupa um perímetro de 12,03 km² (0,11%) e está localizada na região leste, no limite com o município de Buritizeiro, na região es-nordeste do município.

Esse cultivo destaca-se por ser pontual no município e insere-se na macroforma Chapada e sobre uma pequena área de Latossolos vermelho amarelo cuja cota altimétrica atinge 900m.

- Eucalipto

O eucalipto é o cultivo predominante no município e ocupa uma área de 952,09 km² (8,89%) do território nas regiões nordeste, norte, noroeste, sudoeste, leste e sudeste de João Pinheiro, além de estar distribuído pontualmente ao longo da bacia do rio do Sono.

A cultura do eucalipto no município iniciou-se na década de 70 para atender a indústria siderúrgica que prosperava em Minas Gerais e tinha o carvão como principal matriz energética. A expansão da atividade para reflorestamento de áreas degradadas ocorreu por causa dos incentivos fiscais e subsídios oferecidos pelo governo federal.

O cerrado tem na lenha seu maior potencial. Em Minas Gerais por exemplo, essa formação contribui com mais de 60% do carvão vegetal consumido no parque siderúrgico e cimenteiro do Estado. Além dessa fonte de recursos, ocorrem espécies de grande valor econômico que são utilizados na indústria madeireira (ex. sucupira, jacarandá, peroba e etc.), na alimentação (pequi, manga, etc.), na indústria de couro (espécies como taníferas e como o barbatimão), além de espécies com aplicação na indústria farmacêutica e na indústria de corantes, etc. (CETEC, 1985, p. 34-35).

O plantio em grandes extensões de terras a preços relativamente baixos, condições naturais favoráveis para o rápido crescimento do eucalipto e abundância de mão-de-obra barata encontrou o cenário propício para a produção florestal direto para a indústria.

O setor de siderurgia, mais especificamente as indústrias de ferro gusa, utiliza o carvão vegetal como parte de sua matriz de termo-redução. Os pólos guseiros experimentaram, nos últimos 10 anos, um aumento de mais de 50% no consumo do carvão vegetal, sendo que deste acréscimo apenas metade é produzido com base em florestas plantadas. (...) Diante da oferta de carvão vegetal, as indústrias de ferro gusa ainda não têm investido em florestas plantadas o suficiente para atender as suas necessidades, alegando o custo elevado se comparado ao daquele de origem nativa, seja ele legal (oriundo de supressão autorizada) ou ilegal (MMA, 2011 p. 54)

Dentre as principais empresas reflorestadoras que se instalaram em João Pinheiro, destacam-se a White Martins, Companhia Mineira de Metais, ARG Mandacaru, Bandeirantes e Plantar. Todas elas com uma extensão plantada inferior a 15 000 ha. Soma-se a elas a V & M Florestal (antiga Mannesmann Agro Florestal), que possui a maioria das terras cultivadas.

- Agricultura e pastagem

O mapa de vegetação de João Pinheiro, além de informar a distribuição da vegetação existente, permite um bom entendimento de como está organizado o uso do solo no município que não difere, em termos gerais, da ocupação do cerrado no restante do país. Isso se dá, principalmente por conter áreas de relevo menos movimentado que admite a

mecanização das lavouras, uma das atividades que mais contribuíram para a degradação da vegetação nativa na região.

A implantação da agricultura extensiva, da silvicultura do eucalipto e da pecuária devem ser consideradas como as principais atividades que contribuíram para a destruição e a degradação das fitofisionomias originais do cerrado em João Pinheiro. Esse novo padrão de uso e ocupação do solo alicerçou-se nas políticas públicas primeiramente e na ação da iniciativa privada motivadas por algumas características geoambientais como clima, relevo e solos, além da disponibilidade de água.

Esse contexto permitiu o desbaste quase total do cerrado e das florestas estacionais para o cultivo das lavouras e a formação de pastagens que se reflete na utilização das terras que ocupam a maior área do município envolvendo 7295,95 km² (68,14%) do território. A área de pastagens desse município abriga e alimenta um significativo armento de bois que, na década de 1970 (1974-1979) representava um plantel de 1.221,331 cabeças. A atividade de criação bovina se caracterizava pela exploração tradicional de caráter extensivo e de baixo nível tecnológico, segundo dados do IBGE (1977).

Entre as décadas de 80, 90 e 2000, o rebanho de corte teve um crescimento no número de cabeças de 2.100,572 - 2.184,106 - 2.470,131, retrospectivamente, (IBGE, 2013). Essa atividade está em expansão e tem mostrado significativa melhoria das técnicas de criação e produtividade dos rebanhos.

Paralelamente à atividade de criação bovina, os municípios de João Pinheiro e Paracatu são apontados pelo Programa 2º Plano Integral do Desenvolvimento do Noroeste Mineiro – PLANOROESTE II – vol. VIII como os maiores potenciais de lenha na região noroeste de Minas Gerais, o que provavelmente motivou a retirada do cerrado na região dada a necessidade do mercado. Com relação a essa atividade observa-se ainda que,

A vegetação nativa nas áreas de atuação do POLOCENTRO em Minas Gerais é composta, predominantemente, pelo cerrado e o campo-cerrado. Sob o ponto de vista de potencial de lenha, as áreas de atuação do Programa possuem baixo rendimento em m²/ha. No Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o máximo encontrado é de 45 m² /ha, enquanto que, na região de João Pinheiro-Paracatu, este varia de 75-10 m²/ha e, em torno de Três Marias, varia de 45-10 m²/há (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1980, 12).

Na década de 1970, os incentivos para a ocupação das extensões do cerrado promoveram a expansão da área de pastos plantados e foram “um aspecto caracterizador da

evolução agrária, estando muito associada à forma de crescimento da agricultura definida pela incorporação de novos espaços à produção” (IBGE, 1995, p.110).

Segundo o IBGE (1995), a região noroeste de Minas, na qual se insere o município de João Pinheiro, possui um dos maiores plantéis. Nela, a variação absoluta da área de pastos plantados entre 1970/80 foi de 100.453 ha para 483.906 ha, evidenciando um crescimento expressivo para o setor pecuário nesse período.

Sobre a situação do Cerrado, destacamos que

Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana. Com a crescente pressão para a abertura de novas áreas, visando incrementar a produção de carne e grãos para exportação, tem havido um progressivo esgotamento dos recursos naturais da região. Nas três últimas décadas, o Cerrado vem sendo degradado pela expansão da fronteira agrícola brasileira. Além disso, o bioma Cerrado é palco de uma exploração extremamente predatória de seu material lenhoso para produção de carvão (MMA, 2013).

Os grandes projetos agrícolas para produção de grãos, principalmente, milho, soja, cana de açúcar e algodão como também a silvicultura do eucalipto e do pinus, esse com menor expressão, incorporaram novos espaços e novos usos da terra. Entretanto, algumas atividades como o cultivo do algodão sempre foram praticadas no município ou pelo menos em parte dele.

O algodão figura como uma importante cultura em Minas Gerais por ser a matéria-prima da importante cadeia da indústria têxtil. Na década de 1970, esse cultivo concentrava-se praticamente “nas regiões do Triângulo Mineiro, e Alto Paranaíba (VI) e Noroeste de Minas (VI), que respondem por 96% da área cultivada e da produção no Estado” (PLANOROESTE, 1976).

A região noroeste de Minas e o município de João Pinheiro destacaram-se positivamente para a produção do algodão muito devido ao clima e ao regime de chuvas, com pequena ressalva. Tal situação é explicitada abaixo:

A análise da Região Noroeste mostra que ela possui na maior parte, condições hídricas e térmicas satisfatórias para a cultura, sendo considerada como apta a região compreendida pelos municípios de João Pinheiro (Parte) Pirapora, Montes Claros, São Francisco, Arinos, Buritis e outros.

A região de Vazante, Paracatu, parte de João Pinheiro e Unai, apresenta-se na faixa climática de apta com restrições devido ao excedente hídrico na fase vegetativa e a Região de Janaúba, Janaúria e Manga, também é considerada apta com restrições devido à deficiência hídrica, por vezes. Em contraposição, a

região favorece a obtenção de fibra de alta qualidade. (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1976).

Na agricultura, relevo e solos são fatores muito importantes na orientação dos cultivos que são explorados, pois definem qual o tipo de lavouras e a extensão que podem abranger limitadas por esses elementos fisiográficos. Ainda sobre o cultivo do algodão, o plano diretor PLANOROESTE II (1976) anuncia que os solos e o relevo da região noroeste são propícios a esse cultivo extensivo e a sua mecanização.

Na Região, além dos Latossolos a cultura ocupa também os Podzólicos e os Cambissolos, ambos Eutróficos que, embora não apresentem as condições físicas excelentes dos Latossolos, são compensados pela boa fertilidade e baixa acidez, dispensando maiores cuidados quanto a esses problemas durante os primeiros anos de exploração. Ademais, nesta região, estes solos apresentam-se com relevo menos movimentado, permitindo quase sempre, a mecanização das lavouras (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1976).

O cultivo do milho também se destaca na região noroeste de Minas com destaque para o município de João Pinheiro que encabeça a lista como um dos maiores produtores dessa atividade agrícola na década de 1970.

O milho é a cultura mais difundida em todo o Estado de Minas Gerais. (...) A safra de 1977 ocupou uma área de 1.795.197 com uma produção de 2.735.372 t, com rendimento médio de 1.524 kg/ha. A Região Noroeste contribui com cerca de 10% da produção mineira, sendo os principais municípios da região, com produção acima de 10.000 toneladas os seguintes: João Pinheiro, Paracatu, Unaí, Presidente Olegário e São Francisco. Basicamente a cultura nas regiões IV, V e VI (Noroeste) caracteriza-se como atividade comercial enquanto que, nas demais regiões o principal objetivo é de subsistência e atendimento a mercados regionais (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1976, p. 20).

Estão sendo desenvolvidos na região alguns estudos sobre o comportamento e consequências da substituição do cerrado pelos cultivos extensivos e, principalmente pela silvicultura do eucalipto. A conclusão de um desses trabalhos, do qual destacamos um trecho abaixo, revelou que o estoque de carbono no solo da vegetação nativa do cerrado em relação ao eucalipto consorciado com o arroz ainda é maior. A análise é parcial e leva em consideração apenas um único sistema agropastoril, mas aponta a superioridade da vegetação nativa na retenção do CO² no solo comparativamente ao eucalipto.

Houve diferença significativa no estoque de carbono dos sistemas avaliados em relação ao cerrado nativo. O sistema agrossilvopastoril está desempenhando um papel de emissor de C-CO₂, quando comparado com o CN. Do cerrado nativo para o eucalipto em consórcio com o arroz (EA), o estoque de carbono sofreu uma considerável redução. Entretanto, com a evolução do sistema agrossilvopastoril, houve uma tendência de recuperação do estoque de carbono original (NEVES et al., 2004, p.1045).

A modificação do uso do solo acarreta transformações não só na paisagem como também na sociedade por causa do aumento da população urbana e da desestruturação da agricultura familiar. Tanto a cana de açúcar quanto a soja são monoculturas extensivas que desorganizam a estrutura rural e a agricultura familiar na região.

Em termos sociais, a produção de soja e cana reforça a concentração fundiária e de renda. A soja mecanizada em grande escala expulsa os pequenos produtores. Por causa da migração masculina, dos impactos na saúde e das mudanças nos hábitos e costumes, entre outros efeitos, a semi-proletarização precária no corte manual da cana desestrutura a agricultura familiar que produz a maior parte dos alimentos consumidos no Brasil e garante a multifuncionalidade de paisagens produtivas (SAWYER, 2009, p. 154).

4.4.8 Área urbana

A dinâmica urbana da cidade de João Pinheiro relaciona-se com dois importantes elementos de localização: o sítio e a posição. O sítio urbano de João Pinheiro insere-se na macroforma Morros e serras baixas numa altitude entre 800-850 m e possui uma forma geométrica singular.

No tocante a algumas características de posição geográfica, o município de João Pinheiro possui uma área de 10707, 205 km², mas somente 5,60 km² (0,05%) é urbanizada. A sede municipal localiza-se na região oeste e é cortada pela BR 040 no sentido oeste/leste até a cidade de João Pinheiro, convergindo depois para o sudeste, até o distrito de Luizlândia, na divisa com o município de Buritizeiro. Essa rodovia é uma importante via de tráfego entre as regiões sudeste e centro-oeste do país, o que conduz a justificativa do valor da posição dessa cidade.

A rede viária ainda possui duas outras importantes rodovias que bifurcam com a BR 040: a BR 365, no distrito de Luizlândia e a MG 181, próxima à sede municipal. Essas BRs fazem a ligação do município com seus distritos, outros municípios e com outras partes do país, entretanto, o município é desprovido de um sistema de transporte intermunicipal que atenda satisfatoriamente à população.

Da população total de 45.260 habitantes, vivem atualmente no distrito-sede, cuja densidade demográfica é de 4,22 hab/km², 36.168 pessoas que trabalham nos setores primário e

terciário (IBGE, 2013). A latifundialização empresarial das terras juntamente com a monocultura mecanizada favorecem o fluxo migratório e o incremento populacional na cidade. O distrito de Brasilândia emancipou-se de João Pinheiro no ano 1995, acarretando uma perda significativa da população no município entre os censos de 1996 e de 2000 (Tabela 8).

Além disso, o crescimento populacional nas cidades produz o agravamento dos problemas ambientais como o comprometimento da qualidade da água por causam da contaminação dos lençóis freáticos e dos aquíferos, do lançamento “in natura” nos corpos d’água e aumento na produção de lixo.

Tabela 8: Relação ano e população no município de João Pinheiro-MG.

Ano	População
1991	49.956
1996	49.217
2000	41.368
2007	43.229
2010	45.260

Fonte: IBGE, 2010.

Em contrapartida, a extensão territorial do município e as distâncias entre seus distritos e comunidades rurais desprovidas de conexões viárias regulares são condicionantes para um certo isolamento da população rural e a diminuição ou estagnação do fluxo de pessoas e serviços.

4.5 Relevo

O estudo da morfologia de uma região apresenta tanto a descrição qualitativa das formas de relevo quanto as suas variáveis quantitativas ou aspectos descritivos e conduz a uma interpretação da superfície terrestre ou de um fragmento dela.

As formas de relevo são consideradas importantes variáveis na definição da ocupação do espaço, pois suas características podem condicionar o tipo de atividade econômica que será implementado numa região, bem como o traçado de estradas, implantação de cidades e distritos industriais.

O município de João Pinheiro insere-se na Depressão Sanfranciscana, mais precisamente numa depressão interplanáltica onde as formas de aplainamento, superfícies

levemente onduladas, pedimentos ravinados e extensas planícies ao longo dos principais cursos de água, destacam-se na paisagem regional (IBGE, 1995).

A plataforma do São Francisco, que se estende desde o norte de Minas Gerais e avança pelo centro da Bahia, é a área cratônica de mais difícil delimitação, pois uma parte encontra-se parcialmente encoberta por sedimentação antiga e as extremidades confundem-se com as áreas dos cinturões orogênicos que a margeiam. Suas terras são preferencialmente baixas, representadas pela superfície aplanada da depressão Sertaneja e do São Francisco (ROSS, 2009, p. 71).

O relevo do município de João Pinheiro possui características particulares e foi classificado em seis unidades distintas – Chapadas, Baixos Platôs, Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados, Morros e Serras Baixas, Tabuleiros e Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres (Figura 19).

A unidade das Chapadas se constitui de extensas superfícies tabulares estruturais caracterizadas por topos planos e regulares com escarpas festonadas localizadas nas porções sul, leste e nordeste do município. Situadas em níveis altimétricos superiores a 900 m, possuem declives inferiores a 5 %, entretanto, na porção sul, são recortadas ao norte e principalmente a nordeste por rebordos erosivos com expressiva declividade > 45%.

Essas Chapadas são consideradas feições relictuais da Superfície Sul-Americana, que segundo Braun (1971), seria a responsável por toda a esculturação do relevo atual do Brasil “da qual subsistem amplos testemunhos” (BRAUN, 1971, p. 9). Os solos das extensas planícies sul-americanas permaneceram por um longo período com a drenagem estagnada e sujeitos às oscilações do nível freático e sofreram uma profunda e contínua lixiviação e laterização (PONÇANO et al., 1993).

A morfografia dos relevos tabulares constitui-se basicamente de coberturas lateríticas responsáveis pela manutenção das escarpas que, juntamente com a natureza das rochas e o ritmo climático, condicionam a evolução do modelado conforme destaca Bigarella et al. (1996), as espessuras costumam ser menores nos centros das chapadas e maiores nas margens das mesmas.

De um modo geral, alternância umidade-período seco que guia o escoamento, a lavagem e a concentração dos óxidos de ferro, de manganês e de alumina que vão cimentar areias e depósitos detríticos com crostas ferruginosas. Por sua vez, estas vão exercer papel protetor sobre os relevos, conservando-os aplainados (IBGE, 1977, p. 38).

Município de João Pinheiro - MG - Relevo

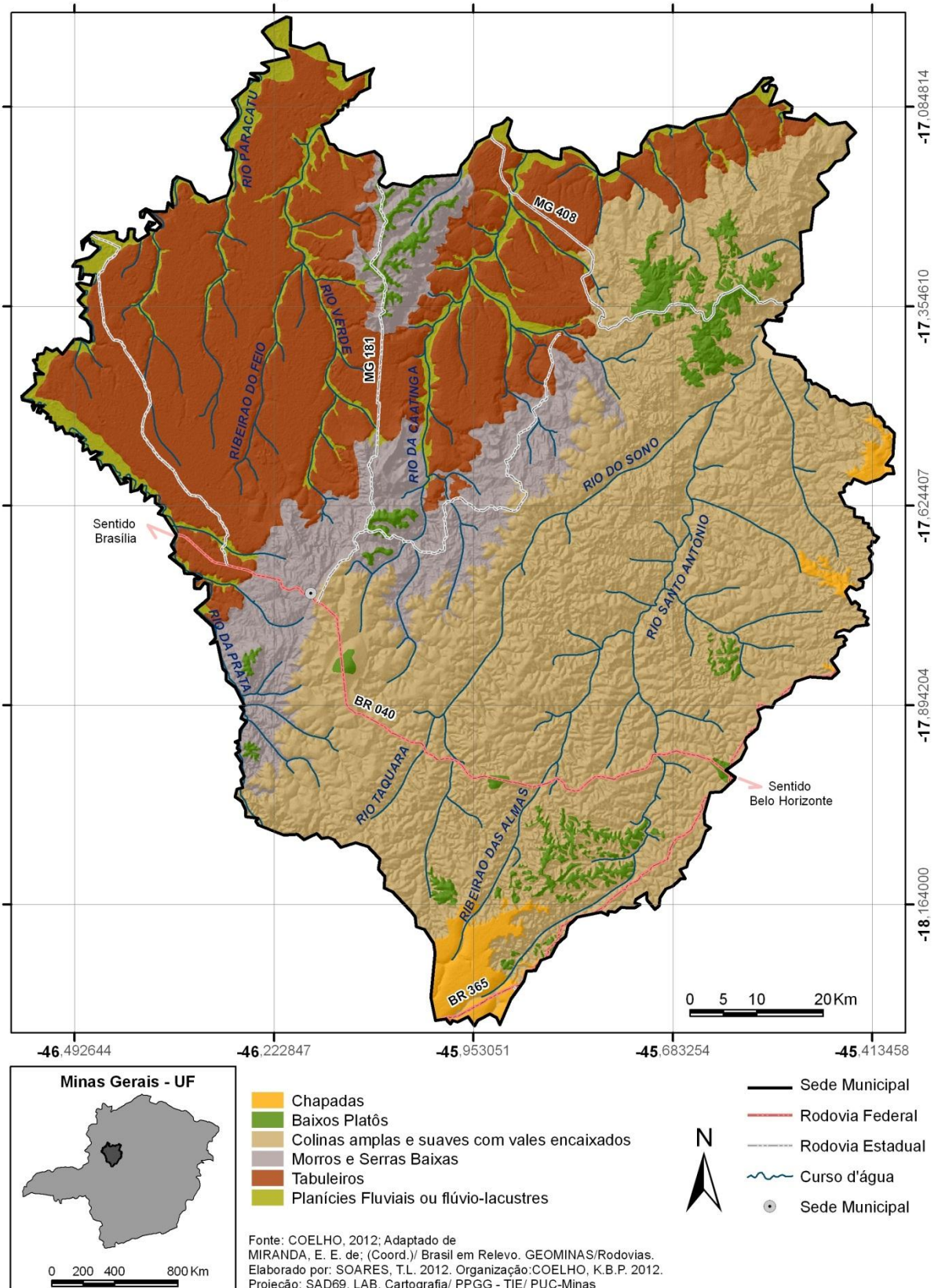


Figura 19: Mapa de Relevo do município de João Pinheiro - MG.

Essas coberturas são muito comuns no cerrado que oferecem ambiência propícia ao seu desenvolvimento, pois as áreas florestadas não apresentam condições para a formação de lateritas, pois o endurecimento do solo ocorre após o desaparecimento da cobertura vegetal, por isso, seriam as savanas, os ambientes propícios para o endurecimento dos materiais ferruginosos (BIGARELLA et al., 1996).

Dessa forma, as cangas do planalto central se formaram entre o Cretáceo Médio no qual predominou a formação das grandes bacias sedimentares, o Paleoceno, período onde ocorreu uma relativa estabilidade, seguida de fase de denudação e pediplanação com a formação das chapadas e mesas com altitudes atuais de 1000 a 1300 m, finalizando no Mioceno, com a fase de denudação seguida pela etapa de pediplanação. Em todas as fases que caracterizam a formação dessas cangas o clima presumível era de savana (Quadro 4).

Quadro 4: Principais características das superfícies aplainadas mapeadas no norte de Minas e leste de Goiás.

Idade estimada	Evento Geomorfológico	Caracterização da superfície	Clima presumível	Depósitos minerais
Paleoceno a Mioceno	Fase de denudação seguida por fase de pediplanação (agradção). Dá-se o mais extenso aplainamento brasileiro.	Superfície Sul-americana de King. No planalto central altitudes de 800 a 1000 metros.	Savana	Canga do planalto central.
Cretáceo Médio-Superior a Paleoceno	Estabilidade relativa. Fase de denudação seguida por fase de pediplanação (agradção).	Pediplanação geral. Superfície Pós-Gondwana de King. Chapadas, chapadões e mesas no planalto central. Altitudes atuais de 1000 a 1300 metros.	Savana	Canga do planalto central.
Cretáceo Inferior a Médio	Formação de grandes bacias sedimentares. O continente manteve-se emerso, porém extensamente aplainado.	Agradção geral. Superfície Gondwana de King. Altitudes atuais de mais de 1300 metros.	Savanas (Tropical continental com aguaceiros de verão)	Canga no planalto central.

Fonte: LANZA, (2012), adaptado de BARBOSA (1965) e BRAUN (1971).

O uso do solo nesse compartimento destina-se aos cultivos extensivos de eucalipto, algodão, café e milho, representados pela presença de grandes estruturas de irrigação que são facilmente manejadas em função da forma plana do relevo e da declividade inferior a 5%.

A imagem de satélite Landsat 5 TM de João Pinheiro, ano 2012, revela na parte sul do município a área ocupada pela agricultura mecanizada evidenciada pela geometria retangular e circular desses cultivos que utilizam pivôs centrais na irrigação nesse compartimento (Figura 20).

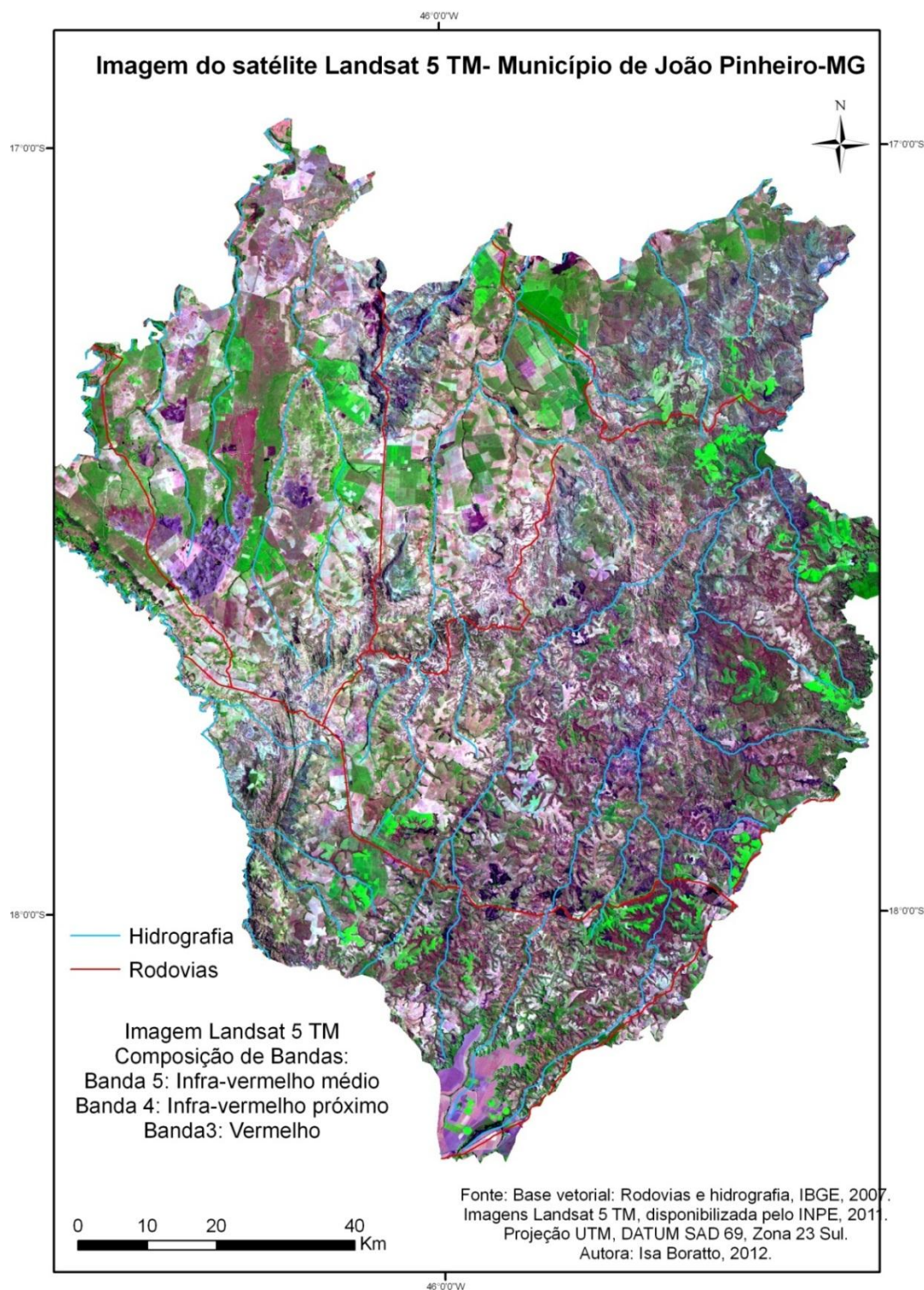


Figura 20: Carta Imagem TM Landsat 5TM. Composição de bandas:(Infra-vermelho médio), 4 (Infra-vermelho próximo) e 3 (vermelho). Obtida em 9 de outubro de 2011.

A vegetação do cerrado nessa unidade encontra-se segmentada entre cultivos ou inexistente. As veredas são resquícios pontuais nas partes mais baixas da paisagem e o solo exposto existente está quase sempre sendo preparado para algum cultivo extensivo.

O compartimento Baixos Platôs distribui-se por todo o município sem contiguidade e com pequena abrangência espacial e representa as áreas elevadas do relevo com topos planos. Estão inseridos entre as classes altimétricas de 701-750 m e 850-900 m, portanto, inferiores ao compartimento das chapadas.

A declividade varia de 5,1-10 a 16-30% dependendo da área, o que evidencia ora vertentes mais acentuadas e processos erosivos mais dinâmicos, ora a configuração oposta. Nessa unidade, percebe-se a presença de remanescentes da vegetação do cerrado e o cultivo do eucalipto, principalmente, nas áreas cortadas pela BR 040.

A mais extensa unidade do município apresenta uma morfologia caracterizada por Colinas amplas e suaves com vales encaixados que abrange quase totalmente a área estudada no sentido sudoeste/nordeste. Nele predominam os topos arredondados, as vertentes convexas e os vales encaixados, principalmente ao longo dos canais fluviais.

As cotas altimétricas desse compartimento incluem todas as classes com exceção da mais elevada da escala 901-950 m. Essa unidade abarca uma grande superfície contígua com declividades que variam de < 5% a 16-30% e se caracteriza por intensa exploração agrícola e processos erosivos acentuados.

A unidade Morros e Serras Baixas dividem as duas maiores unidades do relevo do município – Tabuleiros e Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados e localiza-se nas porções sudoeste-nordeste e nor-noroeste de João Pinheiro. Possui continuidade espacial com exceção da parte nor-noroeste onde está situada a Serra das Maravilhas. Provavelmente essas porções do relevo se ligavam e, por vários mecanismos erosionais que atuaram em diferentes escalas temporais e espaciais, separaram-se.

Atualmente observa-se um processo de erosão remontante típico com as cabeceiras dos rios da Prata, Verde e Caatinga promovendo o recuo desse compartimento, principalmente no entorno da Serra das Maravilhas.

As cotas altimétricas incluem todas as classes da escala com exceção da mais elevada que alcança 901-950 m. Essa unidade abarca uma grande superfície areal contígua com declividades que variam de < 5% a > 45%, sendo esta declividade presente nas vertentes da Serra das Maravilhas e na encosta paralela ao segmento fluvial do rio Caatinga.

Esse compartimento comporta-se como uma transição entre as altitudes mais elevadas do compartimento Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados em relação a unidade dos Tabuleiros que possui menor altitude e declividade.

A unidade dos Tabuleiros abrange as porções norte, nordeste e noroeste do município e apresenta relevo plano de origem sedimentar com as menores classes altimétricas de João Pinheiro – 551-600 m e < 550 m –, principalmente, ao longo da rede fluvial.

Nessa macroforma como também na das Chapadas, os processos morfogenéticos atuantes na elaboração do modelado são predominantemente mecânicos e resultam em vertentes suaves com “*glacis*” e relevos residuais de “*inselberg*”. “Desmanteladas pela erosão, as escarpas fornecem fragmentos rochosos que são distribuídos nas bordas das mesmas. Assim, pelo escoamento superficial difuso, são elaborados os extensos *glacis* periférico às escarpas das chapadas” (IBGE, 1977, p. 43-44).

A serra das Maravilhas situa-se na parte central dessa unidade e comporta-se como um interflúvio entre as bacias hidrográficas dos rios Caatinga e Verde. As cabeceiras de drenagem desses rios envolvem a serra e provocam um processo de erosão remontante entulhando os vales.

As planícies Fluviais ou flúvio-lacustres são terrenos baixos e planos caracterizados como áreas de deposição de material. Essas planícies estão recobertas por sedimentos arenosos, argilo-arenosos e pontuadas por lagoas e dolinas no vale do rio Verde. Contornam o limite do município nos sentidos nordeste, norte, noroeste e oeste. A declividade desse compartimento é < 5% e a altitude < 550 m. O uso do solo desse compartimento refere-se à extração de areia no rio da Prata, à criação de gado e aos cultivos temporários.

4.6 Hipsometria

De maneira geral o relevo é expresso por unidades espaciais que correspondem ao domínio geomorfológico, aos tipos e sistemas de relevo que podem deduzir a tipologia e a intensidade dos processos erosivos e deposicionais de uma região.

No mapa hipsométrico do município de João Pinheiro, percebe-se nitidamente a presença de dois grandes compartimentos contínuos e distintos: o primeiro, que está localizado no sentido sudoeste/noroeste, com exceção da Serra das Maravilhas, envolve as menores classes altimétricas com variação de 500-550 até 600-650 m; o segundo compartimento, que engloba as cotas 650-700 m até 900-950 m, segue a mesma direção.

A amplitude das classes altimétricas no município totaliza 400 m e a alternância das cotas são condicionadas pela intensidade da dissecação do relevo orientado pela ação das variáveis morfométricas como densidade de drenagem, frequência dos rios e a amplitude interfluvial. Percebe-se claramente no mapa hipsométrico a diminuição da altitude no sentido sudoeste para o noroeste do município (Figura 21).

O município possui um gradiente altimétrico cujas classes variam de < 550 a 950 metros distribuídas de maneira irregular. As cotas mais altas, entre 901-950 m, estão relacionadas com as áreas de platôs espaçados localizados nas porções sudoeste/nordeste; no leste, nas áreas limítrofes com os municípios de São Gonçalo do Abaeté e Buritizeiro e, no sul, que expressa a maior uniformidade e dimensão areal. As cabeceiras do Ribeirão das Almas e algumas do Rio Santo Antônio estão inseridas nessas cotas.

As cotas 951-900 m – que representam 201 km², o que corresponde a 1,88% – e as cotas 801-850 m – que abarcam 1906 Km² e representam 17, 8% do território do município – concentram-se na porção central do mapa do município com ramificações intercaladas nos sentidos norte, noroeste e nordeste.

No sentido nor-noroeste situa-se a Serra das Maravilhas também inserida nessas cotas altimétricas. No tocante à rede de drenagem, algumas nascentes dos rios da Prata, Caatinga, Taquara e do Sono estão representadas nessas classes altimétricas. De abrangência muito maior, as cotas 751-800 m e 701-750 m correspondem a 3043 km² (28,42%) da área do município e estão distribuídas no baixo curso dos afluentes e dos rios Santo Antônio, Sono, Taquara além do ribeirão das Almas. Na parte nordeste do município, uma mancha significativa dessas classes destaca-se no mapa, como também bordejam os recortes das porções noroeste, norte e nordeste das cotas anteriormente citadas.

As classes altimétricas 651-700 m e 601-650 m sobressaem nas nascentes dos rios Feio, Verde e Caatinga e nos vales dessas redes hidrográficas. Destacam-se também nos vales encaixados dos rios Santo Antônio, Taquara, Sono e do Ribeirão das Almas e no entorno da mancha que abrange as cotas 751-800 m e 701-750 m na parte nordeste do mapa.

As partes mais baixas do mapa compreendem as classes 551-600 m e < 550 m e alcançam quase todo o segmento fluvial do rio Caatinga e dos tributários que deságuam no rio Paracatu que faz o limite na parte norte e nordeste com os municípios de Brasilândia de Minas e Buritizeiro.

Município de João Pinheiro - MG - Hipsometria

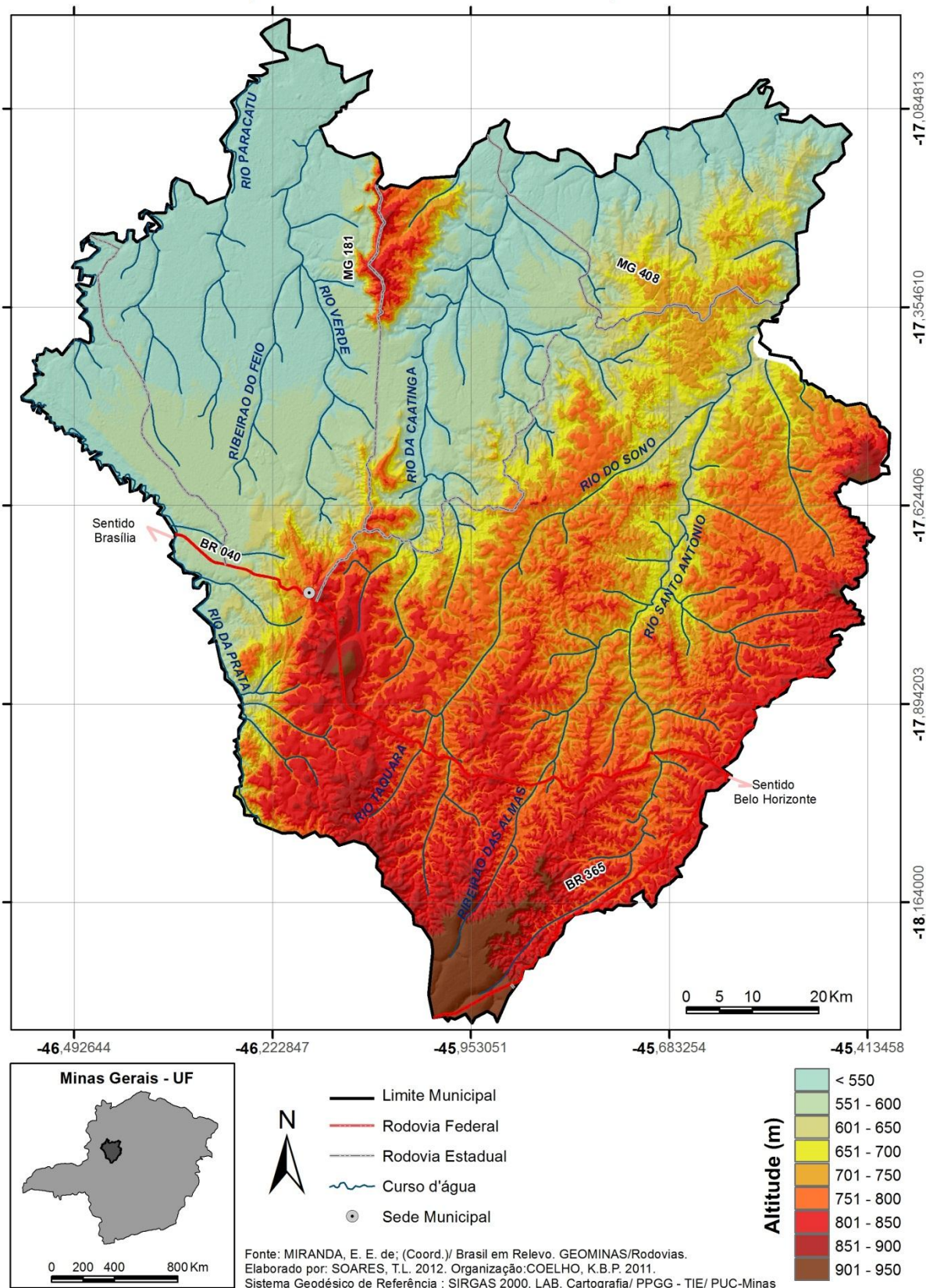


Figura 21: Mapa hipsométrico do município de João Pinheiro – MG.

A contiguidade espacial dessas classes nas porções noroeste, norte e nordeste é interrompida pela presença da Serra das Maravilhas que atua como um interflúvio entre as bacias do Rio Caaatinga e Verde. O rio da Prata, que limita parte dos municípios de João Pinheiro e Paracatu, situa significativa área do seu curso nessa classe altimétrica.

4.7 Declividade

A declividade de uma região é uma importante variável morfométrica muito utilizada em estudos ambientais e nos planejamentos regionais, urbanos e agrários, pois expressa o equilíbrio entre o escoamento superficial e a infiltração da água no solo (FLORENZANO, 2008). O mapa de declividade do município de João Pinheiro revela classes de declive inseridas entre as porcentagens de 0 a 5% até acima de 45% (Figura 22).

As classes de declividade juntamente com outros parâmetros como cobertura vegetal ou sua ausência, indicam a capacidade de uso das terras, potencialidades para o uso agrícola, restrições para ocupação urbana, manejos e práticas conservacionistas (SANTOS, 2004) (Tabela 9).

Tabela 9: Classes de declividade e seus valores em % e km² no município de João Pinheiro-MG.

DECLIVIDADE (%)	Km²	% do Território
0 a 5	6624,55	61,87
5 a 10	2903,79	27,12
11 a 15	877,99	8,2
16 a 20	270,89	2,53
31 a 45	24,63	0,23
Acima de 45	6,10	0,057

Fonte: Miranda, E. E. Brasil em Relevo. 2010.

A classe de declividade preponderante no município é de 0–5 (%), que corresponde a 6624,55 km², e, em termos percentuais, a 61,87% do território. Concentra-se nas porções norte, noroeste e sul do município. Essa classe é propícia ao emprego de mecanização agrícola, segundo o Código Florestal Brasileiro, que fixa limites associados ao uso e ocupação do solo. (DE BIASI, 1992, p. 47).

Município de João Pinheiro - MG - Declividade

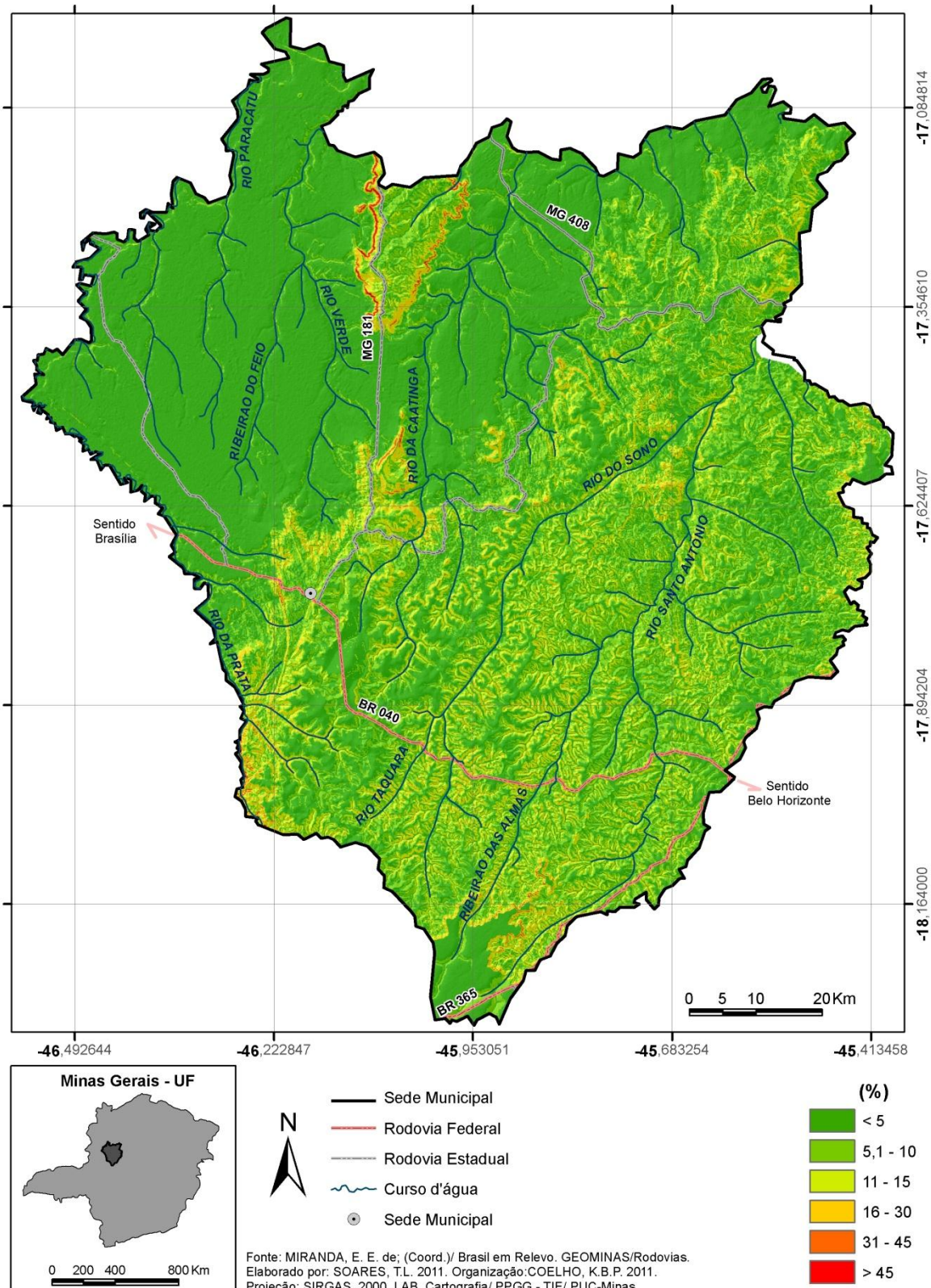


Figura 22: Mapa de declividade do município de João Pinheiro - MG.

Esse declive indica um gradiente nulo ou quase nulo, o que implica numa grande área de aporte de sedimentos referendada pelos mapas geológicos que identificam as unidades Terraços Aluviais e Coberturas elúvio-coluviais nas folhas Bocaina SE-23-V-D-I, Canabrava SE-23-V-D-II, Serra do Jatobá SE-23-V-D-III e João Pinheiro SE-23-V-DI-V (CODEMIG, 2011) e também pelo mapa geológico do município.

A classe 5 a 10 % é a segunda maior em distribuição areal e representa 2903,79 km² ou 27,12 % da área do município. Está distribuída por quase todo o município e também se aplica como propícia ao emprego da mecanização agrícola, segundo o Código Florestal Brasileiro que estabelece como limite máximo para esse uso as classes entre 5 a 12%.

Com uma representatividade menor, as classes de declive 11 a 15% e 16 a 30% possuem, respectivamente, 877,99 km² ou 8,2% e 270,89 km² ou 2,53 % de área e estão distribuídas uniformemente em todo o município com exceção das porções norte, noroeste, nordeste e sul, onde predominam as classes 0 a 5% já descritas acima.

Com pequena expressão areal, mas com significativa expressão degradacional as classes de declive entre 31 a 45% representam 24,63 km² e 0,23% do território de João Pinheiro e são encontradas principalmente nas bordas das chapadas. No tocante ao uso do solo nessas classes, o Código Florestal preconiza serem ocupadas como “limite de corte raso, a partir do qual a exploração somente será permitida se sustentada por cobertura de floresta” (DE BIASI, 1992, p. 47).

A maior classe de declividade do município, > 45%, aparece de forma pontual e perfaz uma área de 6,10 km² que corresponde a 0,057 % do território de João Pinheiro. Localiza-se principalmente nos rebordos da Serra da Maravilha e da chapada ao sul cortada pela BR 365. Também no sentido sudoeste, no limite com o município de Presidente Olegário, essas classes estão presentes.

4.8 Bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários. A bacia se constitui numa importante unidade de estudo para análise da dinâmica ambiental de uma região, pois a forma e o padrão dos canais fluviais demonstram o ajuste ao arcabouço estrutural, à litologia e a hidrologia da bacia de drenagem, como também evidenciam as formas de relevo elaboradas a partir do escoamento concentrado da água em canais fluviais.

O município de João Pinheiro possui quatro bacias hidrográficas – Caatinga, Rio Verde, Rio da Prata e Rio do Sono que deságuam no rio do Paracatu que por sua vez deságua na grande bacia do Rio São Francisco, que abrange 36,8% dos municípios mineiros (MMA, 2011) (Figura 23).

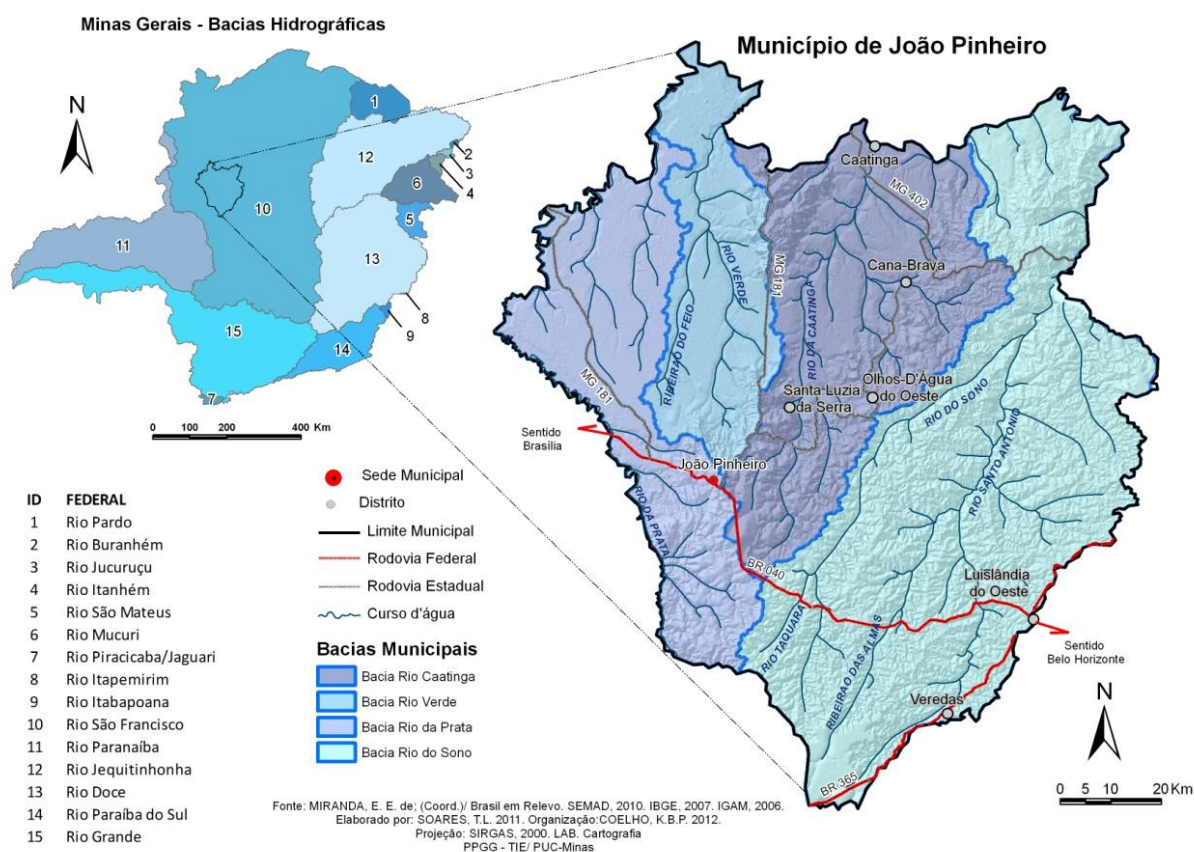


Figura 23: Localização do município de João Pinheiro dentro das bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais e localização das bacias hidrográficas do município de João Pinheiro.

As bacias hidrográficas de João Pinheiro são divididas por interflúvios de topos planos e arredondados e possuem altitudes que variam de 600 a 950 m. A declividade, de forma geral, diminui do sentido sul para o norte até a região central do município e de sudeste para noroeste na área nordeste do território.

Do ponto de vista ambiental, esses rios encontram-se bastante assoreados e a qualidade das suas águas comprometida por causa do lançamento *in natura* de todo esgotamento urbano e rural. Tal situação é responsável pela provável poluição difusa engendrada pelo uso intensivo de insumos químicos na agricultura, já que inexistente Estação de Tratamento de Água - ETA, e a Estação de Tratamento de Efluentes - ETE importantes no processo de recuperação da qualidade das águas para reúso urbano ou agrícola não potável.

A bacia hidrográfica do Rio do Sono perfaz uma área de 4861,50 km², o que corresponde a 45,40% do território e se constitui na maior bacia do município. Suas nascentes concentram-se na região sul e sudoeste do município e estão contidas em parte das folhas Presidente Olegário – SE-23-Y-B-I e Serra das Almas – SE-23-Y-B-II, que fazem parte do mosaico que compõe o município de João Pinheiro.

O Rio do Sono recebe vários tributários, sendo os mais importantes o Ribeirão Taquara, cujo curso é identificado nas folhas Rio do Sono SE-23-V-D-V, Canabrava SE-23-V-D-II e João Pinheiro SE-23-V-DI-V e o Ribeirão das Almas, que deságua no Rio Santo Antônio. Tanto o rio Santo Antônio como o Ribeirão das Almas apresentam cursos paralelos aos rios Taquara e Sono até a confluência na região nordeste do município, identificados nas folhas Rio do Sono SE-23-V-D-V e Canabrava SE-23-V-D-II. O segmento fluvial do rio do Sono é interrompido no mapa em função do limite com o município de Buritizeiro.

A rede fluvial da bacia do Rio do Sono, que consiste no rio base, é caracterizada pelo padrão de drenagem dentrítica, também designada arborescente. Na confluência do rio do Sono com o rio Santo Antônio, observa-se o vale escavado por esses rios os quais gerou significativa amplitude interfluvial. O Rio do Sono deságua nas águas do rio Paracatu no limite do município com Brasilândia de Minas.

No município de João Pinheiro, a declividade da área na bacia do Rio do Sono corresponde às cotas < 5%, no sentido sul, e entre 5,1-10, 11-15%, no sentido sudoeste – nordeste, sendo as áreas de maior declividade relacionadas às áreas de nascentes dos afluentes.

A bacia do Rio Caratinga é a segunda maior em área no município 2592,20 km² (24,20%) e está localizada na região centro-norte do município. Suas nascentes são encontradas nas proximidades da cidade de João Pinheiro e estão inseridas nas folhas João Pinheiro SE-23-V-DI-V e Rio do Sono SE-23-V-D-V.

O ribeirão Canabrava é o principal afluente e localiza-se na margem esquerda, próximo ao distrito de Canabrava. A rede de drenagem também possui padrão dentrítico e a desembocadura do Rio Caatinga no rio Paracatu acontece na região do distrito de Caatinga.

A declividade da bacia insere-se nas cotas 5,1-10 e 11-15 % nas áreas de nascentes e ao longo do segmento fluvial; no sentido norte, insere-se, predominantemente, na cota < 5 %, onde o rio assume totalmente o padrão anastomosado.

A bacia do Rio Verde corresponde à de menor abrangência areal – 1322,00 km² (12,34%) – e localiza-se na região centro, nor-noroeste do município de João Pinheiro. Tem suas nascentes e todo o seu curso inseridos nas folhas João Pinheiro SE-23-V-DI-V e Bocaina SE-23-V-D-I. O principal afluente da margem esquerda é o Ribeirão do Feio que possui parte de suas nascentes na área das numerosas lagoas. Na bacia do Rio Verde, existe grande incidência de uma rocha sedimentar denominada espongilito e que vem despertando grande interesse econômico na indústria de materiais refratários e cerâmicos (ALMEIDA, et al., 2009).

A região de estudo compreende uma área de aproximadamente 45 km² situada no município de João Pinheiro, na porção noroeste do Estado de Minas Gerais, a cerca de 400 km de Belo Horizonte. Nessa região são encontradas mais de 80 lagoas de formas circulares a alongadas, onde ocorrem depósitos de espongilito, perfazendo uma reserva total de aproximadamente 5,8 milhões de toneladas (ALMEIDA et al., 2009, p. 124).

A rede de drenagem obedece ao padrão dentrítico que entalha as coberturas elúvio-coluviais e terraços coluviais até a desembocadura no rio Paracatu. A declividade da bacia insere-se predominantemente na classe < 5%.

A bacia do Rio da Prata é uma das mais importantes redes de drenagem da região noroeste de Minas. No município de João Pinheiro, corresponde a uma área de 1931,50 km² (18,03%). Localiza-se na porção oeste do município e faz o limite de João Pinheiro com Lagoa Grande e Presidente Olegário.

A rede de drenagem localiza-se no sentido oés-sudoeste a partir da cidade de João Pinheiro e encontra-se na folha João Pinheiro SE-23-V-DI-V e Bocaina SE-23-V-D-I. A rede de drenagem também obedece ao padrão dentrítico sobre coberturas elúvio-coluviais e terraços coluviais e a declividade insere-se na cota < 5%.

4.9 Organização espacial de João Pinheiro

O processo de ocupação da região hoje ocupada pelo município de João Pinheiro iniciou-se na metade do século XVIII com o movimento das entradas e bandeiras rumo às terras de Paracatu e das Gerais em busca de ouro e das pedras preciosas.

As terras da região eram ocupadas por nativos da tribo Cataguá e por negros fugidos das minas de Paracatu e de Goiás. Por volta de 1818, nas proximidades das margens da Vereda da Extrema, estabeleceu-se um lugar de pouso para os bandeirantes e tropeiros que viajavam por aquelas paragens (IBGE, 2010).

A descoberta de diamantes no rio Santo Antônio atraiu aventureiros e garimpeiros que se fixaram nessa região e fundaram um arraial denominado Santana dos Alegres, pertencente ao bispado de Pernambuco. Também a criação de gado emergiu como uma alternativa econômica para aventureiros egressos das minas de Paracatu e Goiás. Em 1873, a vila de Santana dos Alegres foi elevada a município e, em 30 de agosto de 1911, recebeu o nome de João Pinheiro em homenagem ao ex-presidente do Brasil. Em 1925, foram-lhe concedidos foros de cidade e sede de município (IBGE, 2010).

A pecuária em João Pinheiro foi a primeira atividade econômica extensiva e demonstra crescimento efetivo da década de 70 a década de 2000. Nos anos (1974-1979) o município possuía um plantel de 1.221,331 cabeças que se caracterizavam pela exploração tradicional de caráter extensivo e baixo nível tecnológico (IBGE, 1977). Entre as décadas de 80, 90 e 2000 o rebanho de corte teve um crescimento no número de cabeças de 2.100,572 - 2.184,106 - 2.470,131, retrospectivamente (IBGE, 2013).

A segunda atividade econômica extensiva estabelecida no município foi a agricultura. A retirada maciça da cobertura vegetal original obedeceu a políticas públicas que num momento aparece como indutora da modernização agrícola regional e no outro como responsável pela degradação fitofisionômica do cerrado na região. A agricultura e a pastagem figuram como atividades econômicas de maior abrangência areal no município envolvendo 7295,95 km² (68,14%) do território atualmente.

4.10 O espaço urbano

As pesquisas acerca dos estudos sobre as cidades médias iniciam-se a partir dos anos 1950 e 1960, na Europa Ocidental, especialmente na França. Segundo Lajugie (1974 p. 12), uma cidade média típica é assim definida: “De modo mais preciso, diremos que cidade média se define, acima de tudo, por suas funções, pela posição que ela ocupa entre a metrópole com vocação regional e os pequenos centros urbanos, com influências puramente locais”.

As primeiras classificações hierárquicas das cidades médias feitas na França, país pioneiro nesses estudos, eram fundamentadas no tamanho demográfico. Pierre George (1952, p.73) ressalta a existência de uma rede bastante densa de pequenas e médias cidades, considerando como pertencentes a estes níveis hierárquicos aquelas cujas populações estivessem entre 10.000 e 1000.000 habitantes.

Segundo Amorim Filho (1982), o critério de classificação dessas cidades, baseado no tamanho demográfico “é capaz apenas de identificar o grupo ou a faixa que pode conter as

cidades médias”. Sendo assim, é insuficiente para defini-las, o que o levou à proposição de alguns atributos necessários para qualificá-las como:

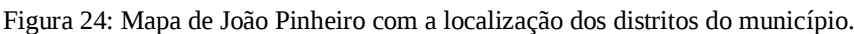
- Relações constantes e duradouras tanto com seu espaço regional, quanto com aglomerações urbanas de hierarquia superior;
- Tamanho demográfico e funcional suficientes para oferecer um leque bastante largo de bens e serviços ao espaço regional a elas ligado;
- Capacidade de receber e fixar os migrantes de cidades menores ou da zona rural, através do oferecimento de oportunidades de trabalho, funcionando assim, como pontos de interrupção do movimento migratório em direção às grandes cidades, já saturadas;
- Condições necessárias ao estabelecimento de relações de dinamização com o espaço rural microrregional que as envolve;
- Diferenciação do espaço intraurbano, com um centro funcional já bem individualizado e uma periferia dinâmica, evoluindo segundo um modelo parecido com o das grandes cidades, isto é, através da multiplicação de novos núcleos habitacionais periféricos;
- Diferenciação socioeconômica já bastante avançada da população dessas cidades.

Segundo a classificação hierárquica das cidades médias dos anos de 1982, 1999 e 2006 de Amorim Filho et al. (2007) João Pinheiro é um Centro Urbano Emergente, nível 4, quando se trata do tamanho demográfico, da hierarquia e das funções urbanas.

De acordo com esses autores,

Centros urbanos emergentes: este nível hierárquico é formado por cidades que se encontram na faixa transicional entre as pequenas cidades e as cidades médias propriamente ditas. Em termos demográficos, normalmente os centros emergentes não chegam a 50.000 habitantes na sede municipal. A economia desses municípios em geral se encontra em fase de estruturação, podendo portanto apresentar desequilíbrios intersetoriais. Em muitos desses centros emergentes, observam-se importantes ligações com o mundo rural que os envolve: “para esses espaços rurais, os centros urbanos emergentes representam a primeira válvula de abertura em relação ao mundo exterior” (AMORIM FILHO; TAITSON BUENO; ABREU, 1982, p. 44).

A sede administrativa de João Pinheiro está localizada nos pares de coordenadas 17°44'35"S e 46°10'23"W e é transposta pela rodovia BR – 040 de grande importância estratégica por movimentar a economia local e regional. Nessa rodovia acontece um intenso fluxo do transporte de produtos e mercadorias que dinamiza a economia do município, principalmente a pecuária, desde a década de 1970 (Figura 24).



O município possui uma população total de 45.260 habitantes e uma densidade demográfica de 4,21 hab/km considerada baixa se comparada à média do Estado, cerca de seis vezes maior. O município é composto pelo distrito-sede – que é a cidade de João Pinheiro (36.168 hab.) – e por mais outros seis distritos: Caatinga (758 hab.), Canabrava (3.107 hab.), Luizlândia do Oeste (3.017 hab.), Olhos d'água do Oeste (853 hab.), Santa Luzia da Serra (552 hab.) e Veredas (805 hab.), além da presença das vilas Almas, Olaria, Ranchinho, São Joaquim e Imbiriçu (IBGE, 2013) (Figura 25).

Os distritos são partes do município e possuem como sede, a vila, que é um povoado com maior concentração de pessoas e que tem o mesmo nome do distrito. As vilas se formam, na maioria das vezes, para atender os moradores de lugares distantes do distrito-sede, possuem um pequeno comércio de produtos básicos como de alimentos, por exemplo, e alguns serviços públicos como escolas, postos de saúde e de correios (Figura 26).



Figura 25: Vila Olaria cortada pela BR 040, próxima à cidade de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Os atuais distritos de João Pinheiro não têm uma estrutura (comércio, hospitais, bancos, órgãos públicos) como a do distrito-sede, por isso, existe uma relação de dependência entre eles (Figura 27).

Município de João Pinheiro - Minas Gerais (UF) - Brasil

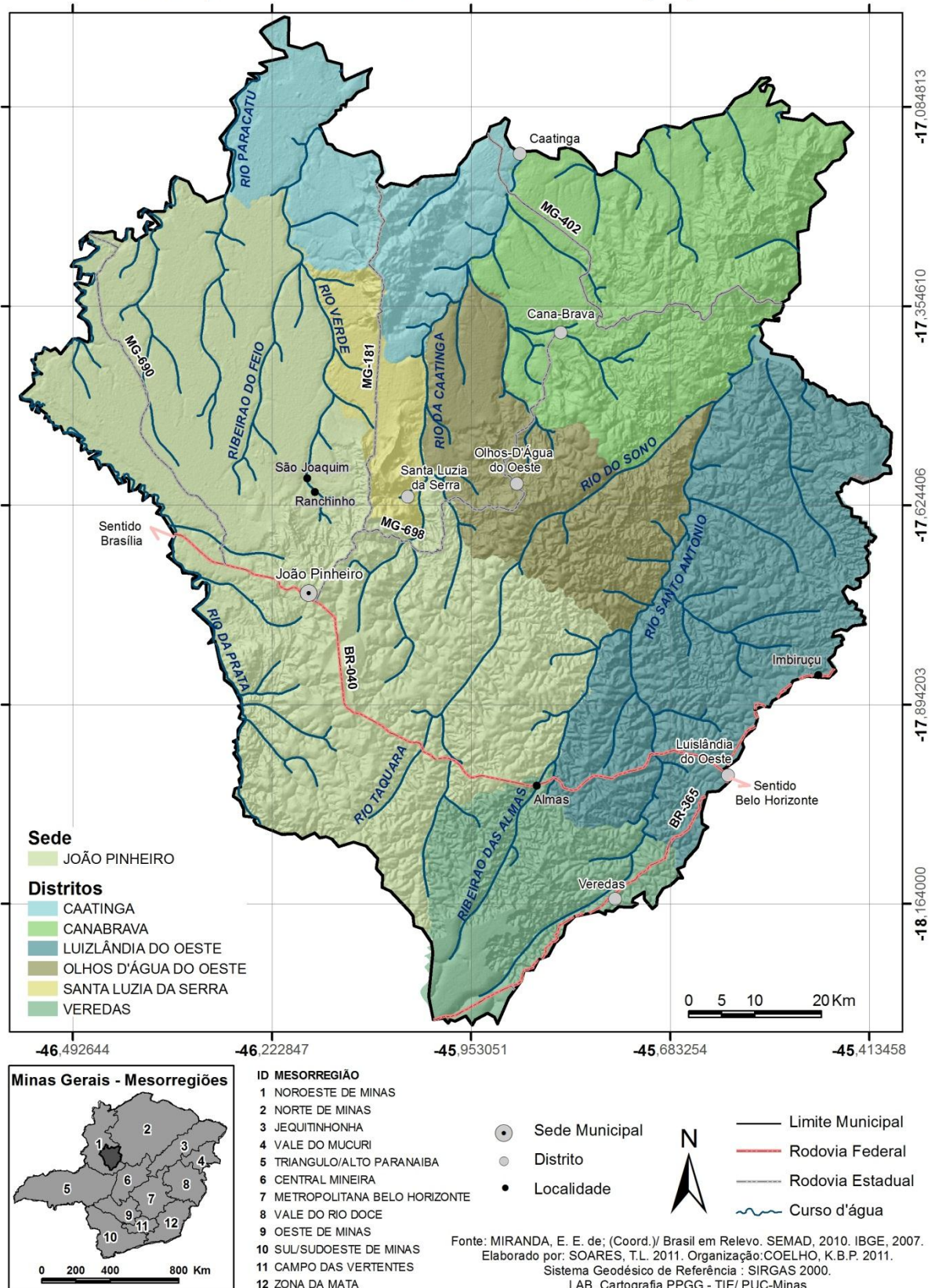


Figura 26: Mapa de João Pinheiro com a localização dos distritos do município.



Figura 27: Distrito de Luizlândia do Oeste no entroncamento das BR 040 e 365 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Em meio aos vários critérios para a classificação das cidades médias, a função, que possui uma relação direta com a posição geográfica, é o mais importante deles. As vias de comunicação que se estabelecem na cidade e em seu entorno condicionam trocas de informações e produtos que dinamizam o sistema econômico e social local, no caso de João Pinheiro, as BR 040 e 365 e a MG 181.

Essas conexões viárias mantêm relações importantes e constantes com centros maiores e menores e com o espaço microrregional a elas ligado. “É essa função de ligação entre o espaço rural e as pequenas cidades microrregionais, de uma parte, e os centros urbanos mais importantes, de outra, que constitui a própria essência dessa noção de cidade média, tão bem identificada nesse grupo de cidades” (AMORIM FILHO et al., 1982, p. 43).

Pode-se considerar como função aquelas atividades que justificam a existência de uma cidade, destacando-se, assim três categorias principais de funções: industriais, comerciais e de serviços (BEAUJEU-GARNIER; CHABOT, 1975). Pode-se, então, compreender que o que define uma cidade é a sua função. Na cidade de João Pinheiro, destaca-se atualmente como principal função o setor de serviços seguido pelo setor primário.

Assim sendo, a caracterização e distribuição dos aspectos físicos e a organização espacial do município se constituem em elementos para a análise temática, base para a análise integrada e um dos escopos desse trabalho.

5. ANÁLISE TEMÁTICA DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO

A análise espacial é um caminho pertinente para o entendimento da integração de temas que compõe o estudo de um território. Nesse método, os produtos são apresentados por documentação cartográfica e a abordagem é predominantemente qualitativa, entretanto, o uso da análise quantitativa contribui na elaboração das informações do espaço estudado.

O mapeamento geoecológico se constitui numa estratégia que visa retratar padrões espaciais resultantes de interações espaciais e ecológicas entre os elementos da área estudada, representados em mapa como unidades hierárquicas.

Nessa concepção, o todo deve ser composto de sistemas estratificados em vários níveis, nos quais cada nível superior é composto de níveis inferiores, organizados hierarquicamente. A hierarquia entre os níveis se expressa em subsistemas; uma estrutura englobando subestruturas; um processo que ativa subprocessos, e assim por diante (SANTOS, 2004, p. 136).

Nesse tipo de procedimento os resultados podem ser considerados estáticos, mas é preciso ressaltar que a análise numérica é um caminho que facilita a interpretação dos dados ambientais e evidenciam as relações existentes entre as condições que cercam as observações geoecológicas e seus resultados.

5.1 Mapa de compartimentos de paisagem do município de João Pinheiro

A análise dos compartimentos de uma paisagem implica no entendimento dos atributos de cada unidade individualizada em si, como também dos vínculos dinâmicos que se articulam entre essas unidades que integram e conectam o conjunto desses compartimentos.

Essa análise envolve o entendimento da interdependência dos elementos da paisagem e seus sistemas complexos que são mutantes e progressivos. “O meio não é um quadro estável, mas um lugar de surgimento de acontecimentos” (MORIN, 1998, p. 238).

A complexidade dessa análise remete a estudos descritivos, quantitativos e perceptivos da ambiência e necessitam de abordagem integrada que gere interpretações pertinentes num espaço de tempo. A interpretação da paisagem é passível de ser feita dentro de um viés geográfico de descrição e análise unificada, pois “qualquer que seja a natureza dos fenômenos analisados, o geógrafo adota o procedimento de decompor o seu domínio em conjuntos homogêneos por sua fisionomia ou suas funções” (DOLLFUS, 1973, p. 32).

O mapa de compartimentação da paisagem do município de João Pinheiro foi elaborado utilizando como ponto de partida o mapa geológico. As informações temáticas dos mapas de geologia, tipos litológicos, bacias hidrográficas, relevo, solos, cobertura vegetal e uso da terra foram interpretadas e agrupadas gerando seis compartimentos de paisagem. Por ordem altimétrica: Chapadas, Baixos Platôs, Colinas amplas e suaves com vales encaixados, Morros e serras baixas, Tabuleiros e Planícies fluviais ou flúvio-lacustres. A principal orientação metodológica baseou-se no princípio da conexão entre os temas apontados (Figura 28).

5.1.1 Compartimento das Chapadas

O primeiro e menor compartimento de paisagem de João Pinheiro refere-se à macroforma – Chapadas e possui 214,81 km², classes altimétricas que variam de 800 a 950m, as mais elevadas do município, e contém três unidades individualizadas, situadas nas regiões sul, leste e és-nordeste do município. Essa unidade de paisagem está inteiramente contida na bacia do rio do Sono, a maior do município, que apresenta um padrão dendrítico. Nas bordas da Chapada da unidade sul estão as nascentes do ribeirão das Almas e do rio Santo Antônio principal afluente do rio do Sono. O curso obedece ao sentido sudoeste-nordeste até o limite com o município de Buritizeiro.

Das rochas do Grupo Mata da Corda – arenito, tufos lapilítico, lavas afaníticas, argilito e arcóseo – desenvolveram-se duas principais classes de solos que se distribuem no município e predominantemente nesse compartimento. O Latossolo vermelho distrófico – LVd2 (textura média e fase floresta caducifólia) se encontra na unidade da Chapada ao sul do município. O LVd3 (textura argilosa e fase cerrado), também um Latossolo vermelho distrófico, está localizado na unidade es-nordeste.

O Latossolo vermelho que predomina nas Chapadas está localizado nas áreas de topos até o terço médio das encostas. Esses solos são bastante intemperizados e apesar de se originarem de rochas ricas em materiais ferromagnesianos, são distróficos e álicos, resultado do longo tempo de lixiviação e condicionaram o surgimento da vegetação do cerrado florestado. Esses mesmos solos porosos, profundos e bem drenados, protegidos pela cobertura do cerrado florestado, em relevo plano, recebem e armazenam nos níveis freáticos as águas das chuvas e alimentam as cabeceiras de drenagem.

Dessa forma, a associação desse tipo de vegetação com as características dos latossolos de textura média e nos argilosos que apresenta estrutura granular cujo comportamento hídrico é semelhante à areia favorecem a infiltração e condicionam o equilíbrio desse sistema.

Município de João Pinheiro - MG - COMPARTIMENTOS DE PAISAGEM

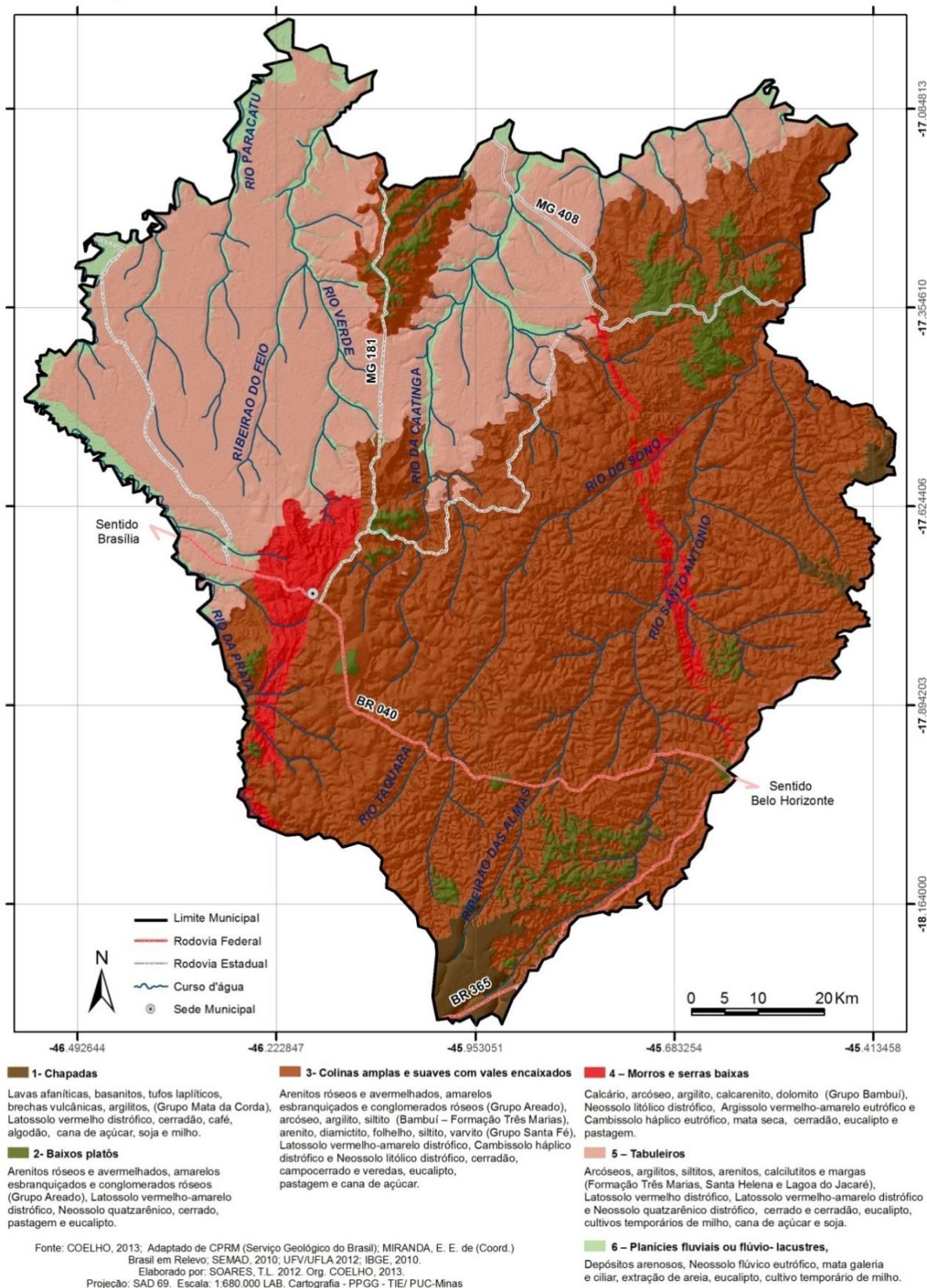


Figura 28: Mapa de compartimentos de paisagem de João Pinheiro – MG.

Além disso, a presença de crostas ferruginosas e lateríticas nos topos e bordas das chapadas contribuem para a manutenção de suas formas de relevo. Hoje esses materiais endurecidos são tidos como feições relictuais responsáveis pela manutenção dessa morfografia, desenvolvidas entre o Cretácio Médio e o Paleoceno, período no qual ocorreu uma relativa estabilidade da superfície Sul-americana, seguida das fases de denudação e pediplanação e que se relaciona com a formação das chapadas e mesas na região (LANZA, 2012).

O clima do cerrado é um importante condicionador nesse processo de formação de crostas lateríticas, já que ele promove a “alternância umidade-período seco que guia o escoamento, a lavagem e a concentração dos óxidos de ferro, de manganês e de alumina que vão cimentar areias e depósitos detríticos com crostas ferruginosas” (IBGE, 1977, p. 38) (Figura 29).



Figura 29: Crostas ferruginosas no topo do compartimento Chapadas no município de João Pinheiro – MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

As características desses solos, com excelente aptidão física para a agricultura, aliadas ao relevo plano, tornaram propensa a substituição da cobertura vegetal nativa pela implantação das grandes monoculturas comerciais de café, algodão, soja e milho, alimentados por intensa irrigação proveniente de açudes que armazenam grandes volumes drenados dos cursos de água, dos lençóis freáticos e da acumulação das águas das chuvas na região (Figura 30 e 31).



Figura 30: Represa e cultivos de café e milho no compartimento das Chapadas ao sul do município de João Pinheiro – MG.
 Fonte: Arquivo da autora, 2012.



Figura 31: Cultivo de algodão no compartimento das Chapadas na porção Nordeste do município de João Pinheiro – MG.
 Fonte: Arquivo da autora, 2012.

A agricultura moderna avançou em técnicas que permite o estabelecimento de comparações objetivas entre alternativas de uso, por isso, as ações da agricultura pressupõem acompanhar a evolução tecnológica e a dinâmica das alterações relativas ao uso e manejo das

terras em função de suas possibilidades de aproveitamento racional. A noção clara dos limites da dependência dos componentes naturais e dos limites de inserção dos seres humanos na natureza necessita de melhor dimensionamento e esclarecimento, pois somente assim se tornam possíveis a adoção de práticas conservacionistas e de políticas de recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável (ROSS, 2009, p. 53-54).

Os latossolos são os solos mais intensamente utilizados no compartimento por responderem bem à calagem e adubação aliadas à facilidade com que podem ser mecanizados. Em função de sua potencialidade, a necessidade de preservação desse recurso sob o enfoque da produtividade se faz necessário especialmente nas bordas de maior declividade onde os processos erosivos são mais atuantes (Figura 32).

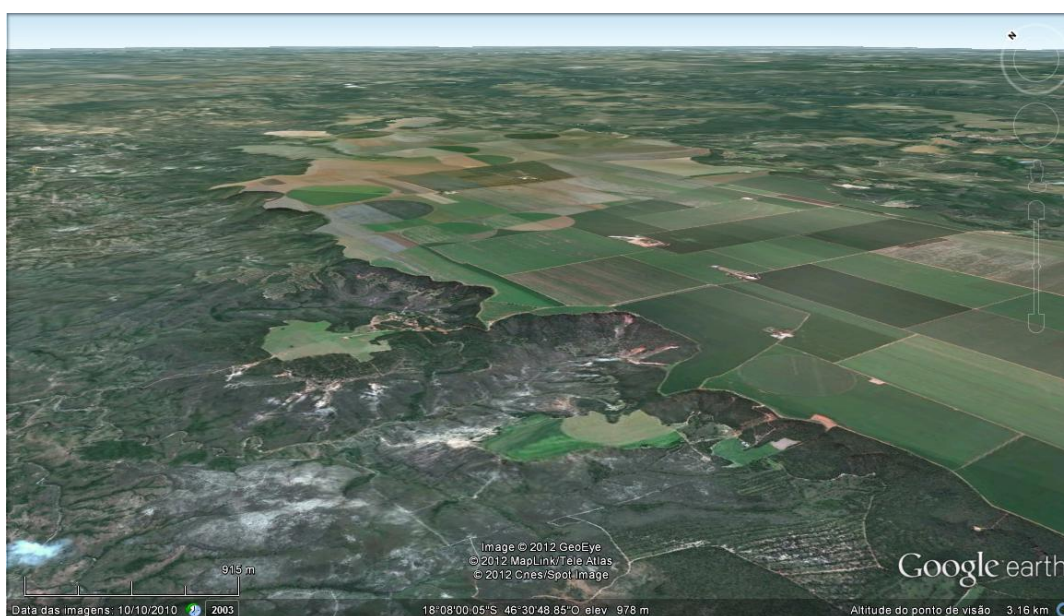


Figura 32: Uso do solo no compartimento das Chapadas no município de João Pinheiro – MG.
Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

A dinâmica hídrica condiciona a intensidade da relação das variáveis morfométricas hipsometria e declividade quanto ao desgaste das encostas pelo processo erosivo, acentuado pela retirada da vegetação natural, nas bordas da Chapada no sul do município o que reitera a preponderância. O desmatamento nessas áreas pode contribuir na diminuição da vazão ou mesmo na extinção dessas nascentes e nas vertentes de maior declividade, no carreamento de material particulado para o leito dos rios, claramente percebido pela turbidez da água.

O intenso uso do solo desse compartimento parece confirmar a grande potencialidade agrícola ligada às características de estrutura, profundidade e friabilidade dos latossolos. A

baixa declividade que figura numa classe menor que 5% permite a ampla mecanização e irrigação por pivôs centrais dos cultivos extensivos (Figura 33).



Figura 33: Uso do solo no compartimento das Chapadas no sul do município de João Pinheiro – MG atravessado pela BR 365.
Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

Todo compartimento das Chapadas é atravessado pela rodovia BR 365 que possui direção sudoeste/nordeste por onde é feito o escoamento dos cultivos extensivos produzidos na área. Essa rodovia federal entrecruza-se com a BR 040 no distrito de Luizlândia do Oeste, de grande importância regional, cujo fluxo de bens e mercadorias é intenso. O fluxo de mercadorias no município é totalmente feito pelo transporte rodoviário.

5.1.2 Baixos Platôs

O compartimento dos Baixos platôs perfaz uma área de 387,69 km², distribuídos de maneira não segmentada nas porções sul, leste, nordeste, nor-noroeste e oeste no município. A altitude varia entre as classes 700-750 m nas áreas mais rebaixadas a 850-900 m nos topos dos platôs cuja declividade varia da menor classe < 5% à mais elevada > 45%, nas suas encostas. Contudo, as cotas entre 5,1-10% e 16-30% são predominantes. O embasamento geológico contém os litotipos arenitos róseos e avermelhados, conglomerados róseos, folhelho, e siltito do Grupo Areado.

O relevo desse compartimento apresenta um modelado proveniente de superfícies residuais não erodidas pelo entalhamento da drenagem. Essas macroformas parecem ser, do ponto de vista morfogenético, remanescentes de um segundo nível de aplanamento, em altitude inferior à do nível das Chapadas. A ampla discussão sobre o tema superfícies de aplainamento no meio acadêmico se refere aos processos atuantes, bem como a gênese e formas resultantes e foram desenvolvidos nos trabalhos De Martonne, (1943); Moraes Rego, (1946); Freitas, (1951); Ab'Sáber, (1955); King, (1956); Almeida, (1964) e Ponçano (1993).

A presença dessas formas remanescentes neste estudo, denominadas de Baixos Platôs, parece reproduzir o processo geoquímico análogo ao das Chapadas. Uma diferença perceptível está na estrutura geológica e nos litotipos dos dois compartimentos. As rochas da unidade Baixos Platôs, por serem mais vulneráveis aos processos erosivos quando intemperizadas são mais facilmente destruídas pela dinâmica da drenagem, que abre os vales inseridos nas bacias dos rios Caatinga, da Prata e do Sono, que possuem um padrão dendrítico e que banham as terras desse compartimento.

O solo predominante dessa paisagem é o Latossolo vermelho-amarelo distrófico – LVAd12, localizado nos topos planos dessa macroforma, caracterizado por uma menor coesão de sua estrutura por derivar dos arenitos e argilitos do Grupo Bambuí e pela grande lixiviação no perfil, que diminui a resistência ao processo erosivo nas vertentes não protegidas por cobertura vegetal.

O uso do solo varia entre extração de areia, pastagens nas áreas de relevo menos movimentado e de solos mais pobres e o cultivo do eucalipto nas classes altimétricas mais elevadas de 800 a 950 m demonstrando claramente a associação do uso agrícola com as áreas de latossolos nos topos aplainados dos platôs cuja declividade nas bordas situa-se entre < 5,1-10%, e contribui para a mecanização do cultivo principalmente nas regiões sudeste e noroeste do município (Figura 34).

Os Neossolos quartzarênicos aparecem ao lado dos latossolos, nos topos planos do compartimento de Baixos platôs, em relevo suave ondulado sobre rochas do tipo arenito. Esses solos são gerados por longos períodos de intemperismo dessas rochas com alto teor de quartzo, gerando perfis de solos muito espessos, arenosos, muito porosos e bem drenados. Por essa razão os topos planos desses baixos platôs constituem também áreas importantes de recarga dos níveis freáticos, que vão alimentar as cabeceiras de drenagem que nascem nas bordas dessa unidade de relevo.



Figura 34: Compartimento dos Baixos Platôs próximo ao distrito de Luizlândia do Oeste com resquícios da fitofisionomia do cerrado bastante degradado e ao fundo cultivo do eucalipto.
Fonte: BUENO, 2012.

Esses solos são, também, de baixa fertilidade, não apenas devido às características do material de origem (arenitos), mas também porque foram muito lixiviados. Disso resulta uma cobertura vegetal natural pouco densa e de menor porte (cerrado s.s.). Essa cobertura vem sendo retirada para implantação de pastagens naturais e para a silvicultura do eucalipto. Não há, apesar do relevo plano favorável, implantação significativa de outros tipos de cultivo mais exigentes ou de uma agricultura mecanizada. Isso se explica em parte pela baixa fertilidade do solo (Figura 35).

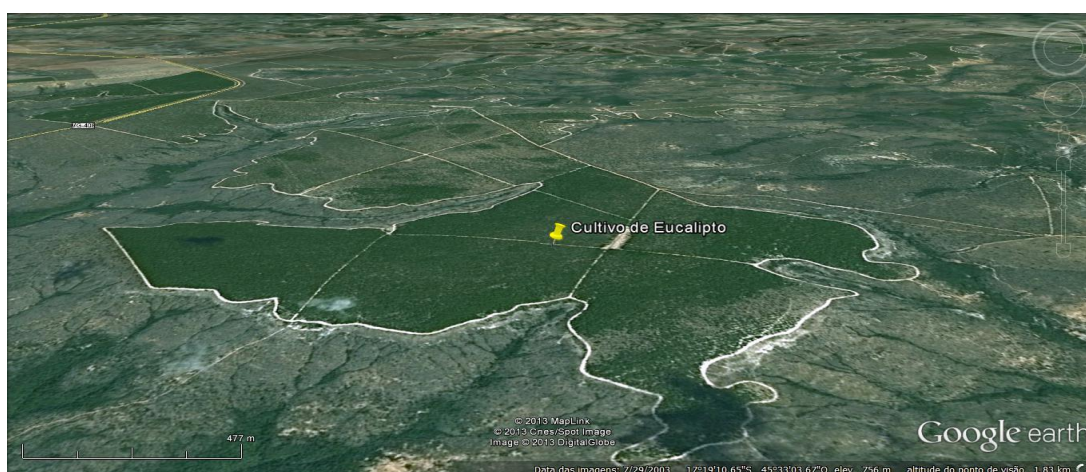


Figura 35: Cultivo do eucalipto na região nordeste do compartimento Baixos Platôs no município de João Pinheiro – MG.
Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

Por apresentar solos de baixa coesão – estrutura em grão soltos ou maciça, muito espessos, e devido às características da cobertura vegetal e ao seu baixo poder de regeneração, essa unidade de relevo apresenta baixa resistência quando exposta aos processos erosivos, o que ocorre nas bordas desses platôs e em algumas vertentes de declividade um pouco maior. Nesse caso o material arenoso é removido pelos processos erosivos e vai contribuir para o assoreamento dos cursos d'água menores e para a carga de leito arenosa dos rios da região.

5.1.3 Colinas amplas e suaves com vales encaixados

O maior compartimento de paisagem do município perfaz uma área de 6043,04 km² e engloba as áreas central, leste e nordeste além de fazer limite com todas as outras unidades de paisagem do município.

Os processos denudacionais sobre as rochas de diferente permeabilidade dos Grupos Areado, Bambuí e Santa Fé modelaram o relevo de Colinas com vertentes suaves e vales encaixados inserido na bacia hidrográfica do rio do Sono que exhibe padrão de drenagem dendrítico condicionante na organização do relevo colinoso, e em parte das bacias dos rios Caatinga e da Prata que apresenta padrão paralelo.

As colinas são morfoesculturas desenvolvidas por processos de dissecação cujas formas côncava-convexa são elaboradas por escoamento superficial concentrado e movimentos de massa lentos, do tipo “*creep*” (JATOBÁ et al., 1998, p. 137). Na área de estudo as colinas apresentam predominantemente vertentes convexas, terminando nos vales encaixados.

Esse compartimento resulta da dissecação da superfície aplainada dos Baixos platôs, promovida pela incisão da rede de drenagem dos rios Santo Antônio, do Sono, Ribeirão das Almas, Taquara e Caatinga. Essa configuração, como as demais apresentadas nos compartimentos do município, converge para a proposta de Ross (1992, 1996), que versa sobre o mapeamento do relevo brasileiro organizada em seis níveis taxonômicos e faz uma análise integrada aplicada ao planejamento do território que se funda na integração ecogeográfica e nas potencialidades e fragilidades ambientais com a finalidade de promover o desenvolvimento econômico e social em bases sustentáveis explanado na obra Ecogeografia do Brasil (ROSS, 2009).

A grande extensão da área engloba três tipos de solos que se distribuem no compartimento em diferentes altitudes que variam entre as classes 900 a 600 m diminuindo gradativamente na direção norte do município e em direção aos vales dos rios. O Latossolos

vermelho-amarelo situa-se nos topos do compartimento onde as declividades são mais suaves, o Cambissolo háplico e o Neossolo litólico ocorrem nas partes mais íngremes das vertentes.

O Latossolo vermelho-amarelo se situa nos topos das Colinas amplas, com declividades não muito acentuadas entre 11-15% sobre as rochas dos Grupos Areado, Bambuí e Santa Fé. São solos bastante intemperizados, profundos, porosos e bem drenados e por isso apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade comprovada pela cobertura vegetal original do cerrado florestado. Essa cobertura vem sendo retirada para a implantação de pastagens e silvicultura do eucalipto. Apesar da aptidão agrícola desses solos, o relevo mais movimentado inibe a mecanização e a ocorrência de cultivos extensivos como praticados em área de relevo plano (Figura 36).

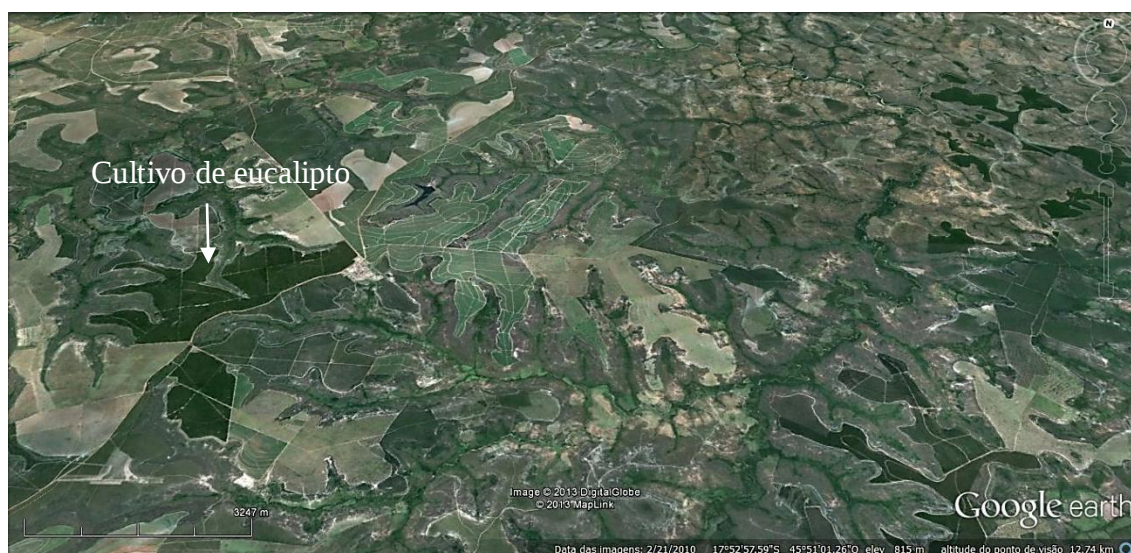


Figura 36: Cultivo de eucalipto compartimento Colinas amplas e suaves com vales encaixado no município de João Pinheiro – MG.
Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

Nas vertentes ao longo dos vales encaixados se encontra o Cambissolo háplico, desenvolvido nas partes de maior declividade. Esse solo, raso, que varia de raso de imperfeitamente a bem drenado, dependendo da localização da qual deriva, implica no nível de suscetibilidade aos processos erosivos. Esses fatores condicionam a existência da vegetação original do campo-cerrado, que vem sendo trocada pelas pastagens, silvicultura do eucalipto e cultivo da cana de açúcar, sendo esse mais restrito em função do relevo movimentado que apresenta fortes limitações para o uso agrícola relacionado à mecanização.

Considerado inapto para a agricultura por ser um solo muito raso associado a afloramentos de rochas e localizado em áreas bastante acidentadas, o Neossolo litólico apresenta uma relação direta com a natureza do material de origem das rochas. Assim sendo,

esses solos de baixa fertilidade dão origem a cobertura vegetal predominante dos cerrados arborizados, com distribuição pouco densa e de menor porte já que esse solo apresenta séria limitação à penetração do sistema radicular das plantas e à percolação da água no perfil, pois ao atingir a rocha menos intemperizada, tem seu fluxo interrompido ou diminuído.

Dessa forma, a fragilidade natural resultante das características pedológicas (solo raso), da forte declividade e da cobertura vegetal pouco densa, somada à atividade da pecuária extensiva e ao uso do solo feito sem planejamento, promoveram a diminuição da cobertura vegetal e a compactação das camadas superficiais do solo pelo pisoteio do gado (Figura 37).



Figura 37: Pastagem no compartimento Colinas amplas e suaves com vales encaixados no município de João Pinheiro – MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

De grande importância para o equilíbrio sistêmico do cerrado, as veredas são fitofisionomias relacionadas à organização do relevo. A origem e a evolução das veredas representariam uma etapa da evolução da paisagem e do relevo regional partir da “superfície de erosão pós-cretácea (ALMEIDA, 1964,; AB'SABER, 1973) ou Sul-americana (Terciária) de King, que configura um nível hoje testemunhado pelo topo dos chapadões” (LIMA E QUEIROZ NETO, 1996, p. 6).

As veredas são vales resultantes da incisão geoquímica e representam os estágios iniciais de formação dos vales encaixados, isto é, representam o estágio inicial da instalação

da rede de drenagem na antiga superfície dos Baixos platôs, que gerou o relevo de colinas. Assim, se observa que as veredas situam-se quase apenas nas cabeceiras dos canais, já que mais a jusante o canal já encaixou e não há mais o ambiente hidromórfico adequado para a existência da vereda. “Com a intensificação da pedogênese, relacionada às transformações por hidromorfismo, a topografia se inclina por abatimento e promove a incisão do vale, que não é fluvial e sim geoquímico” (LIMA; QUEIROZ NETO, 1996, p. 6) (Figura 38).



Figura 38: Vereda no compartimento das Colinas Amplas e suaves com vales encaixados no município de João Pinheiro – MG. As veredas ocupam as cabeceiras dos vales fluviais.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

O ambiente permanente ou periodicamente saturado de água condiciona o surgimento dos Gleissolos, que se caracterizam pela forte gleização, que implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à redução e solubilização do ferro em decorrência do regime de umidade redutor. São eventualmente formados em áreas abaciadas sob influência do afloramento de água subterrânea, sob a vegetação das veredas (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010).

Grande parte das fitofisionomias da vegetação do município de João Pinheiro se encontram nesse compartimento. No entanto, elas não possuem continuidade espacial significativa, pois intercalam-se entre si, entre o uso agropecuário e a silvicultura demonstrando a substituição da vegetação original por cultivos extensivos principalmente

pela silvicultura do eucalipto, que ocupa 952,09 km² (8,89%) da área do município, e considerável extensão dessa atividade nesse compartimento.

5.1.4 Morros e serras baixas

O compartimento Morros e Serras Baixas apresenta elementos geológicos, litológicos e de solos distintos e singulares numa área de 392,17 km². O compartimento possui duas unidades aproximadamente paralelas: uma na região oeste e outra na leste do município. Ambas possuem um direcionamento sul-norte sendo que a unidade oeste apresenta continuidade espacial e maior largura e a unidade leste apesar de fragmentada, possui maior comprimento.

As formações Lagoa do Jacaré e Serra de Santa Helena, do Grupo Bambuí, formam o embasamento do compartimento que na unidade oeste é cortado pela falha geológica denominada no município de Falha de João Pinheiro e possui diferentes abordagens quanto à classificação da sua tipologia. O trabalho de Pinho; Dardenne, (1994) indica se tratar de uma falha transcorrente; o de Bacelar (1989) sugere uma falha inversa de alto ângulo e o de Fragoso et al., (2011) indica uma descontinuidade de alto ângulo de origem compressiva e direção aproximada NW-SE.

Na unidade oeste, o relevo destaca-se pela textura mais rugosa do que seu entorno, mais liso e uniforme, por onde sobressai a Falha de João Pinheiro, uma consequência direta da estrutura. Essa falha obedece direção sul/norte até a cidade de João Pinheiro, convergindo depois para nordeste. “Na parte em que aflora, a sua presença é caracterizada pelo alinhamento de cristas de pequenos morros, delineados inclusive em mapas topográficos” (PINHO; DARDENNE, 1994) (Figura 39).



Figura 39: Alinhamento de cristas de pequenos morros destacados pela textura rugosa no Compartimento Morros e serras baixas no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

Esse falhamento que corta os litotipos do calcário e dolomito condiciona a sobreposição da rede de drenagem que obedece a um padrão paralelo cuja bacia de textura grossa remete a um maior espaçamento entre os tributários nos vales dos quais se inserem os Cambissolos háplicos e os Neossolos litólicos. Esses solos se caracterizam por ser pouco profundos e, em geral, cascalhentos.

O Neossolo litólico é um solo jovem que possui minerais primários e altos teores de silte até mesmo nos horizontes superficiais, o que, aliado à pouca profundidade, faz com que esse solo tenha permeabilidade muito baixa (UFL, 2010). Apesar da pouca profundidade, esse solo se desenvolve nas áreas deprimidas dos afloramentos de calcários que acumulam água e nutrientes e, por isso, condiciona o ambiente propício para o desenvolvimento da Mata Seca.

Apesar do solo raso, o sistema radicular das espécies arbóreas da Mata Seca penetra nos interstícios da rocha, no caso do calcário com alta porosidade, para a obtenção de água, sendo capaz de extrair a água necessária à sua sobrevivência durante a estação seca. Dessa forma, a Mata Seca, cujo estrato arbóreo superior atinge 15-20 metros, não possui associação com cursos d'água e está cercada pelas fitofisionomias do cerrado s. s. e cerrado quando conservada sua ocupação original (RIZZINI, 1997.)

Em função da composição florística, do tipo de solo e, em consequência da queda de folhas no período seco, a Mata Seca pode ser classificada em três subtipos: Mata Seca Decídua, Mata Seca Sempre-Verde, Mata Seca Semidecídua (SANO,; ALMEIDA, 1998) (Figura 40).



Figura 40: Neossolo com vegetação de Mata Seca no compartimento Morros e Serras baixas no município de João Pinheiro – MG
Fonte: Bueno, 2012

A vulnerabilidade à erosão nesse domínio não deve ser alta devido à pouca expressividade dos regolitos em geral, composto de solos rasos e presença de afloramentos rochosos, além de contar com a proteção da vegetação de mata. Dessa forma, o uso do solo ainda é pouco representativo nessa área, sobretudo por causa dos relevos de declividade geralmente elevada e dos solos rasos, apesar de eutróficos. Isso explica, possivelmente, a relativa preservação da cobertura vegetal florestal.

É preciso ressaltar que, no mapa de relevo, há correspondência entre todas as unidades de macroformas com as de compartimentos da paisagem com exceção deste compartimento oriundo da importância estrutural e que se distribui em duas áreas distintas, circundadas por todas as outras unidades de paisagem.

5.1.5 Tabuleiros

O compartimento dos Tabuleiros situa-se na região norte, noroeste e parte da nordeste no município e possui 3.105,47 km² de área. A base geológica é formada pelos litotipos arcóseos, argilitos e siltitos nos quais se instalou a rede de drenagem das quatro bacias do município que percorrem essa unidade de paisagem. No sentido norte, afluem os rios Verde e Ribeirão do Feio, que estão contidos na bacia do rio Verde. O Caatinga afluí para o mesmo sentido dos anteriores, ou seja, para o norte, porém na bacia do rio Caatinga. Já os afluentes do rio da Prata se localizam a sul-sudoeste do compartimento e todos os rios descritos deságuam no rio Paracatu.

O rio Paracatu representa o nível de base local e condiciona toda a dinâmica hídrica. As cabeceiras de drenagem desprotegidas são áreas particularmente suscetíveis à erosão que as escavam e destrói as vertentes das bordas do compartimento Colinas Amplas e suaves com vales encaixados num claro processo de erosão remontante, que resulta no entulhamento dos vales e rios dessa unidade (Figura 41).

A baixa declividade do relevo na direção sul/norte é condicionante favorável ao desenvolvimento dos Latossolos vermelho-amarelos e Neossolos quartzarênicos sobre rochas do compartimento e originaram solos muito espessos e bem drenados. Nas margens das lagoas encontram-se Gleissolos. Os Neossolos quartzarênicos, amarelados ou empalidecidos, ocupam uma faixa de transição dos Latossolos para os Gleissolos. Apesar da baixa fertilidade, os Latossolos e os Neossolos quartzarênicos amparam uma cobertura vegetal natural de maior porte - cerrado s.s. e cerrado florestado, com maior extensão areal contígua comparativamente

aos outros compartimentos. Nas margens das lagoas predomina vegetação de cerrado parque e cerrado arborizado.

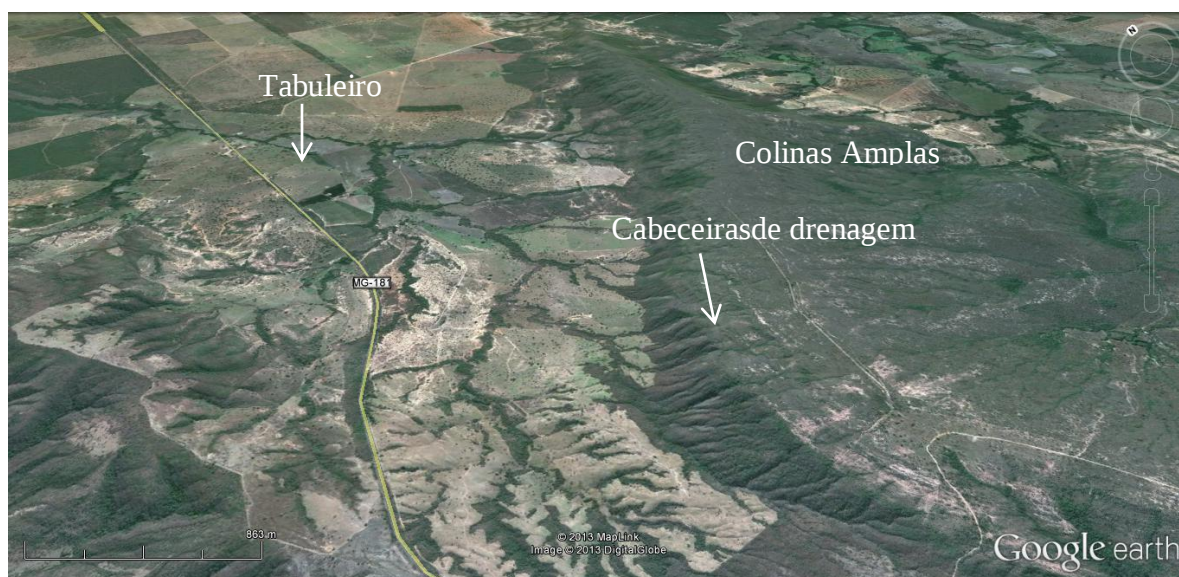


Figura 41: Erosão remontante nas cabeceiras de drenagem no compartimento Colinas Amplas e suaves com vales encaixados e deposição de sedimentos no vale do compartimento dos Tabuleiros.
Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

Uma possível explicação para essa configuração de preservação da vegetação na área nordeste do compartimento, remete a essas fitofisionomias estarem assentadas sobre o Neossolo quartzarênico, solo mais pobres que requer manejo adequado para evitar a baixa produtividade e cuidados intensivos no controle da erosão. Apesar disso, essas coberturas estão sendo removidas para implantação de cultivos mecanizados, o que confirma o padrão de uso do solo em áreas planas no município.

A configuração geomorfológica da unidade Tabuleiros demonstra interflúvios bastante rebaixados e amplos vales. Esses vales estão sendo entulhados pelo aporte de sedimentos provenientes das unidades limítrofes – Colinas Amplas e Morros e Serras Baixas. No extenso vale entre o ribeirão do Feio e o Rio Verde, as culturas extensivas e irrigadas de milho e soja configuradas pelas formas geométricas, confirmam o uso intensivo pela agricultura e que também é percebido devido à enorme área com solo exposto, possivelmente já semeado (Figura 42).



Figura 42: Uso do solo entre o vale do ribeirão do Feio e do rio Verde no compartimento Tabuleiros no município de João Pinheiro – MG.
Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

As unidades Colinas amplas e suaves com vales encaixados e Tabuleiros, representadas na imagem abaixo pelas texturas lisa e rugosa e que denotam relevos menos e mais movimentados respectivamente, são expressões morfológicas da paisagem que indicam a atuação de processos de degradação e agração entre esses compartimentos (Figura 43).

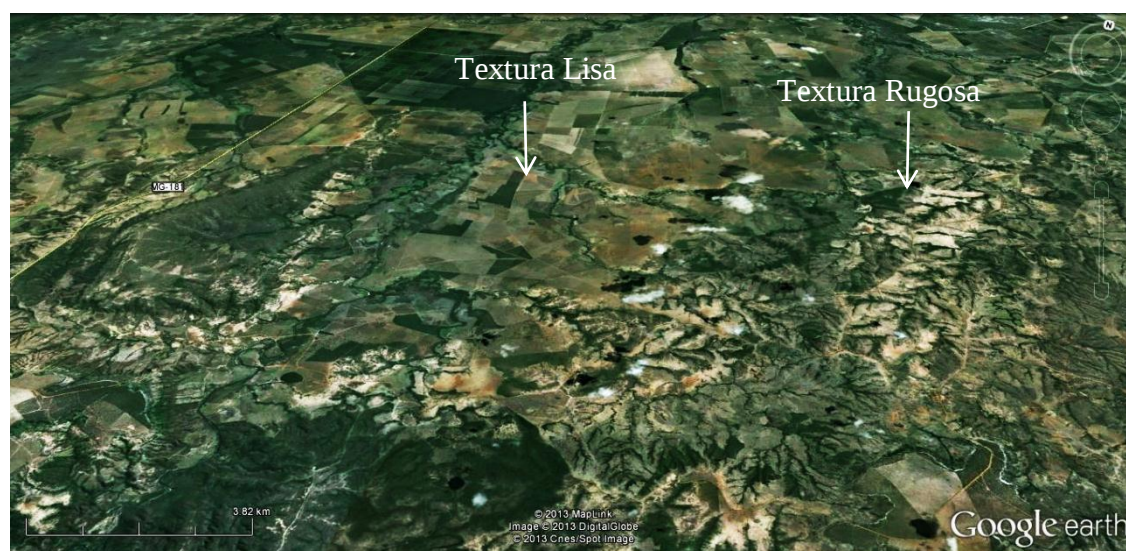


Figura 43: Compartimentos limítrofes - Colinas Amplas e Suaves e Tabuleiros distinguidos pela diferença de textura entre as unidades.
Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

O compartimento possui uma grande quantidade de lagoas, onde existe uma importante rocha sedimentar denominada espongilito que tem despertado crescente interesse

econômico na indústria de materiais refratários e cerâmicos, dada sua necessidade e utilidade para o mercado. Os espongilitos são depositados em lagoas rasas e constituídos de espículas silicosas, que em função de sua distribuição na rocha denotam ambientes e processos singulares de deposição, o que conduz a interpretações paleoambientais específicas (ALMEIDA et. al., 2009, p. 124) (Figura 44).



Figura 44: Lagoas no compartimento dos Tabuleiros no município de João Pinheiro – MG.
Fonte: CNES/SPOT IMAGE, 2010.

5.1.6 Planícies Aluviais ou flúvio-lacustre

As Planícies aluviais ocupam uma área de 564,86 km² e estão acompanhando a rede hidrográfica dos rios Verde, Caatinga, Prata, do ribeirão do Feio e do rio Paracatu que perfaz todo o limite norte, nordeste e noroeste do município. A altitude e a declividade concentram-se nas menores classes do município, 500-550 m e menor que 5%, respectivamente. Por isso, os rios ao longo dos quais se encontra essa unidade são rios meandrantess, com vales abertos e largos, com padrão de drenagem paralela e rede hídrica de textura média a grossa. Os solos são de alta permeabilidade como o Neossolo flúvico derivado de sedimentos aluviais recentes constituídos de camadas estratificadas sem relações pedogenéticas entre os estratos.

Apesar de pouco evoluídos, são solos de grande potencialidade agrícola em função da posição que ocupam na paisagem, ou seja, áreas de várzea, pouco ou não sujeitas à erosão. São, ainda, solos menos pobres, condição que vem promovendo a substituição da cobertura vegetal da mata de galeria pela mecanização agrícola dos cultivos temporários praticada intensivamente. O uso do solo também está ligado à extração de areia, pastagens, silvicultura do eucalipto cuja classe de declive de 5% insere-se na orientação estabelecida pelo código

florestal brasileiro que fixa os limites associados ao uso e ocupação do solo para o emprego de mecanização (DE BIASI, 1992, p. 47).

Os fragmentos da cobertura original da mata de galeria que recobrem esses solos quase sempre são circundados por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens, e em geral ocorre uma transição brusca com as formações campestres que se distribuem ao longo do rio Paracatu e seus afluentes diretos e em toda a rede hidrográfica já citada. Atualmente essas formações estão bastante degradadas.

5.2 Perfis geoecológicos – BR 040

Os perfis geoecológicos são importantes técnicas de estudos ambientais por demonstrarem a leitura, tanto horizontal quanto vertical, da relação entre os elementos naturais e a ação antrópica de uma região e, também, por contribuírem na avaliação das condições ambientais da área investigada.

A interpretação da paisagem de uma determinada faixa territorial, por meio de perfis geoecológicos, trabalha abordagens quantitativas e qualitativas, correlacionando os elementos pesquisados, a fim de compreender os processos e a dinâmica da paisagem.

Os processos e fenômenos da paisagem não possuem técnicas de quantificação padronizadas, por isso são revelados pela caracterização verbal e descritiva do cenário vigente, analisado em função do contato, da união, do desagrupamento, do parcelamento, da ausência e da intersecção entre seus elementos. Essa análise demonstra cenários de pressão impressos sobre a paisagem e sua capacidade de suporte, evidenciados, principalmente, pelas fitofisionomias remanescentes.

Os perfis geoecológicos de João Pinheiro foram elaborados ao longo de duas rodovias federais que atravessam o município; as BRs 040 e 365 e a rodovia estadual MG-181. A rede viária do município possui trama bastante aberta, com poucas estradas secundárias, em estado precário de conservação. As rodovias que a compõem se distribuem e atravessam espaços com condições ambientais diferenciadas e interferências antrópicas significativas na paisagem.

Os impactos decorrentes das vias de acesso em geral, responde pela redução da cobertura vegetal, dispersão de espécies, redução da biota no solo, transferência de sedimentos e outros materiais para os corpos d'água e geração de barreiras para a fauna. Além disso, mudanças nas atividades humanas pela agricultura, construção de habitações, desenvolvimento comercial e industrial por facilitar o acesso e escoamento de bens e

mercadorias. Dessa forma, sua observação em campo possibilita construir bons indícios da qualidade ambiental do meio estudado.

A rodovia federal BR 040 é uma importante via de interconexão regional que atravessa o município por 110 km. O perfil se inicia no limite no rio da Prata para a direção ONO/ESE, até pouco depois da sede municipal, convergindo para o sul até o km 45 e, para ESSE, até o distrito de Luizlândia do Oeste na fronteira com o município de Buritizeiro.

O perfil altimétrico da BR 040 adquire a macroforma de um extenso planalto com altitudes variando entre 580 a 830 metros. Nessas terras altas, coexistem platôs, colinas, morros e serras baixas e superfícies aplainadas que caracterizam o relevo dessa faixa do território de João Pinheiro bastante antropizada (Figura 45).

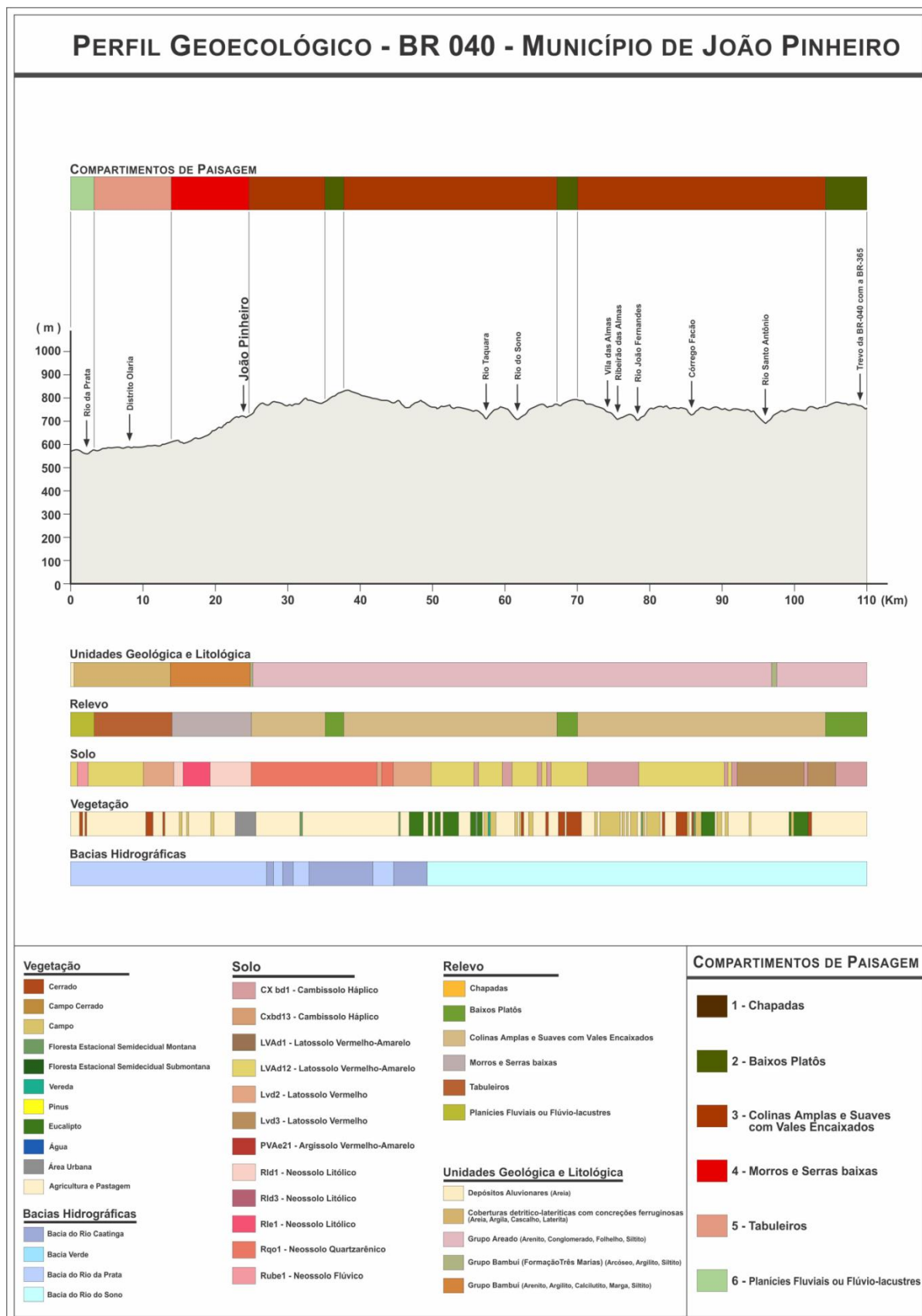


Figura 45: Perfil geoeológico da BR 040 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: A autora, 2012.

5.2.1 Planícies fluviais

O primeiro compartimento atravessado pela BR 040 no sentido ONO/ESSE é o Planícies Fluviais que se inicia na margem direita do rio da Prata, estendendo-se por 3 km da estrada na direção da sede municipal.

Essa unidade é caracterizada por um relevo predominantemente plano, com solos jovens provenientes de depósitos predominantemente arenosos e de cascalho grosso inconsolidados que sustentam um estrato arbustivo-herbáceo mais destacado, típico do cerrado gramíneo-lemhoso. As formações florestais do cerrado também aparecem, mas já próximas do limite com a unidade Tabuleiros onde os solos são mais profundos (Figura 46).



Figura 46: Rio da Prata com margem assoreada e mata ciliar no compartimento das Planícies Fluviais próximo a BR 040 no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: Bueno, 2012.

Outra fitofisionomia comum nesse compartimento é a mata ciliar já bastante degradada pela diminuição da densidade de árvores devido à influência antrópica. A configuração desses solos pode apresentar aptidão para a agricultura dependendo do manejo. Entretanto, na área observada, o que se destaca são o pastoreio e a extração de areia, atividade de baixo custo de implantação, porém de alto custo ambiental, pois modifica a dinâmica do rio a partir da alteração do seu assentamento ao seu primitivo canal, dependendo da intensidade da retirada do material (Figura 47).



Figura 47: Extração de areia no rio da Prata no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

5.2.2 Tabuleiros

Na sequência do perfil, do km 3 ao km 14, adentramos no compartimento Tabuleiros que mantém um relevo plano, com grande incidência de lagoas e depressões em forma de dolinas. Muitas dessas lagoas são temporárias, com nível do espelho d'água flutuando sazonalmente, em função dos níveis freáticos da região e do ritmo das precipitações pluviométricas.

Os solos variam dos neossolos rasos com pequena extensão areal, aos latossolos, mais profundos e que predominam na região devido ao relevo plano com baixa declividade, um fator importante da sua formação. A configuração desse ambiente imperfeitamente drenado também é propícia ao surgimento de solos hidromórficos, com horizonte glei escuro e acinzentado, resultado de modificações sofridas pelo processo de redução dos óxidos de ferro existentes no solo em condições de encharcamento durante o ano todo ou parte dele, condicionados pela baixa declividade (Figura 48).



Figura 48: Lagoa, vegetação de campo-cerrado e hidromorfia no compartimento Planícies fluviais no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: Arquivo da autora, 2012.

A vegetação engloba as fitofisionomias cerrado gramíneo-lenhoso, cerrado arborizado e algumas manchas com cerrado parque, este já bastante degradado. Acompanhando a rede de drenagem se conserva uma estreita faixa vegetação mais arbórea associada com solo exposto e somente essa se constitui na expressão continua de uma fitofisionomia na região.

O manejo para agricultura das pequenas áreas alagadas envolve a necessidade de drenagem que não se observa nesse compartimento, o que reflete, do ponto de vista econômico, o desinteresse por essa atividade primária de forma efetiva. Os ambientes onde se encontram esses solos devem ser mantidos com o mínimo de interferência antrópica, como área de preservação, uma vez que neles se concentram as reservas hídricas desse compartimento em João Pinheiro. Além disso, esses ambientes associados às lagoas temporárias ou não representam ecossistemas bastante especiais, com uma fauna e uma flora muito específicas.

5.2.3 Morros e serras baixas

No contato entre os compartimentos Tabuleiros e Morros e Serras Baixas que está contido entre o km 14 e o km 26, inicia-se num aclave com um desnível de 100m caracterizado por vertentes com declividades muito elevadas, formando escarpas, localmente,

nos solos rasos e eutróficos provenientes das rochas calcárias do Grupo Bambuí. A paisagem se modifica, a vegetação se torna mais arbórea com cobertura mais densa, os estratos arbustivos e herbáceos são mais ralos devido ao sombreamento resultante da maior densidade das árvores (Figura 49).



Figura 49: Contato entre os compartimentos Tabuleiros e Morros e Serras Baixas com pastagem e vegetação de porte arbóreo, respectivamente.
Fonte: Bueno, 2012

A faixa territorial dessa unidade está contida na bacia do rio da Prata. A sede municipal situa-se num pequeno platô que faz o contato entre os compartimentos Morros e serras baixas e Colinas Amplas com vales encaixados atravessados pela BR 040.

A grande incidência de fitofisionomias arbóreas nesse compartimento indica uma maior preservação muito relacionada à topografia acidentada e a presença de solos rasos, menos utilizados pela agricultura. A vulnerabilidade ao processo erosivo tende a ser alta devido à declividade forte, mas há de modo geral, pouco material a ser transportado, pois estão protegidos pela vegetação (Figura 50).



Figura 50: Neossolo proveniente de siltitos intercalados com rochas calcárias com vegetação arbórea no compartimento Morros e serras baixas no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Bueno, 2012

5.2.4 Colinas amplas e suaves com vales encaixados

O maior compartimento do perfil geoecológico é o das Colinas amplas e suaves com vales encaixados, resultado do entalhamento da rede fluvial no grande planalto constituído pelo compartimento Baixos Platôs, dividida em três seções: a primeira se inicia no km 26 até o km 35, a segunda do km 38 até o km 67, e por fim, a terceira, do km 70 até o km 97. A primeira delas, marcada por colinas suaves, solos rasos e fitofisionomias de estratos variados dos campos a florestal, possui pequena expressão areal. A agricultura e o pastoreio são atividades intensas nessa unidade.

A vegetação nas partes mais elevadas e com maior declividade se apresenta como um tipo campestre. Nas encostas de algumas colinas existem pequenas cicatrizes que demonstra a intensificação do processo erosivo na vertente devido, provavelmente, à ausência da cobertura vegetal.

À medida que se aproxima do talvegue aparecem formações florestais e veredas condicionadas pelo afloramento do lençol freático. Nessa unidade, a cobertura vegetal dos

interflúvios está bastante degradada, o que conduz ao processo de erosão em lençol e ao maior aporte de material nos fundos dos vales (Figura 51).



Figura 51: Fitofisionomias diversas do cerrado e processos de erosão em lençol no compartimento Colinas amplas e suaves com vales encaixados.

Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Na segunda seção do compartimento identificam-se os vales encaixados do ribeirão Taquara, principal afluente do rio do Sono, no km 58, e o vale do rio do Sono, que atravessa a BR 040, no km 62, e se constitui no curso principal da maior bacia hidrográfica do município. Nesse ponto, sob a estrada, observa-se o leito parcialmente assoreado, a presença da mata ciliar e a turbidez da água evidenciando a enorme quantidade de carga em suspensão proveniente das áreas à montante (Figura 52).

Nessa seção está contida a maior heterogeneidade de elementos comparativamente às outras do perfil. São três bacias hidrográficas, quatro classes de solos e quatro tipos fisionômicos naturais, quase todos entrecortados pela agricultura e pela pastagem. As terras dessa seção são banhadas pelas bacias do rio da Prata, do rio Caatinga e do rio do Sono. Os solos variam dos antigos Latossolos sem impedimentos de drenagem localizados no topo, a Cambissolos mais rasos e de baixa permeabilidade nas vertentes suaves. No interflúvio que congrega as vertentes por onde se distribuem as nascentes dos canais de drenagem, o cultivo do eucalipto é dominante. Esse cultivo está instalado em todas as cotas altimétricas dessas colinas demonstrando a ocupação maciça da silvicultura (Figura 53).



Figura 52: Rio do Sono com leito parcialmente assoreado com carga em suspensão e mata ciliar na BR 040 no compartimento Colinas amplas com vales encaixados.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.



Figura 53: Cultivo de eucalipto nas colinas próximas à BR 040 no compartimento Colinas amplas com vales encaixados.
Fonte: Bueno, 2012.

Não se observa, entretanto, um desequilíbrio latente em relação ao cultivo do eucalipto e aos processos erosivos responsáveis pela transformação das formas de relevo. O cultivo do eucalipto não está associado, nessa área, à ocorrência de ravinas e voçorocas, mas sim ao escoamento superficial.

A terceira seção do compartimento Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados destaca-se pelo maior número de vales onde se encaixam rios e córregos. Essa seção é claramente dividida em pequenas unidades repartidas por interflúvios angulares, arredondados e tabulares. Na primeira unidade, limitada pelo ribeirão das Almas, numa encosta próxima à BR 040, foi descrito e amostrado o Latossolo vermelho-amarelo que ilustra o perfil 3, plotado no mapa de solos e de relevo entre as coordenadas 17°48'39" S e 46°07'26" W.

O Latossolo vermelho-amarelo é oriundo das rochas arenito do Grupo Areado, o qual sustenta uma formação vegetacional de porte arbóreo já bastante degradada. Esse solo possui três horizontes com profundidades e cores diferentes; o horizonte C (abaixo de 83 cm) com cor Vermelho-amarelo (5YR-4/6), o B (43 a 83 cm), com cor Vermelho-amarelo (5YR-4/6), e o A (0 a 43 cm) com cor Bruno-avermelhado (5YR-4/4). A textura, a estrutura (tipo, tamanho e desenvolvimento) e a consistência molhada dos três horizontes são areno-argilosa, blocos subangulares, média, fraca, ligeiramente plástica, não pegajosa, respectivamente. A consistência seca no horizonte C é ligeiramente dura, no B, dura e, no A, ligeiramente dura. Já a consistência úmida é muito friável no horizonte C e friável no B e no A (Figura 54).



Figura 54: Latossolos vermelho-amarelo localizado próximo à BR 040 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Os resultados analíticos do nível de saturação de bases desse solo demonstra um aumento da base do perfil com 1,18 cm de 2% para 4% na superfície. Esse crescimento quase verticalizado releva uma mudança no horizonte C de 2% para 3% por volta da espessura de 1 metro. A próxima inflexão acontece no horizonte B, em torno de 62 cm, quando esses teores alcançam 3,5%. Desse ponto até a profundidade de 22 cm, já dentro do horizonte A, os teores atingem 4%. A amostra do horizonte A abrange 43 cm de profundidade, muito profunda para um horizonte superficial, o que conduz à hipótese da vegetação original ter sido bastante espessa, provavelmente pelas fitofisionomias arbóreas do cerrado (Gráfico 8).

No tocante ao teor de matéria orgânica, os teores são muito baixos e aumentam em direção ao horizonte A, o que permite a hipótese de que os nutrientes estão armazenados principalmente nas moléculas orgânicas. No horizonte C, o nível de matéria orgânica da profundidade de 1,20 cm é de 0,8%, aumentando para 1% no limite com o horizonte B. Em todo o horizonte B, que varia de 83 para 43 cm, há um crescente desse teor, entretanto, aos 64 cm, acontece uma inflexão para 1,3% e, desse ponto, um novo crescimento que atinge o teor máximo de 1,4% na profundidade de 22 cm (Gráfico 9).

Gráfico 8: Perfil 3 – Porcentagem da saturação por bases do Latossolo vermelho-amarelo.

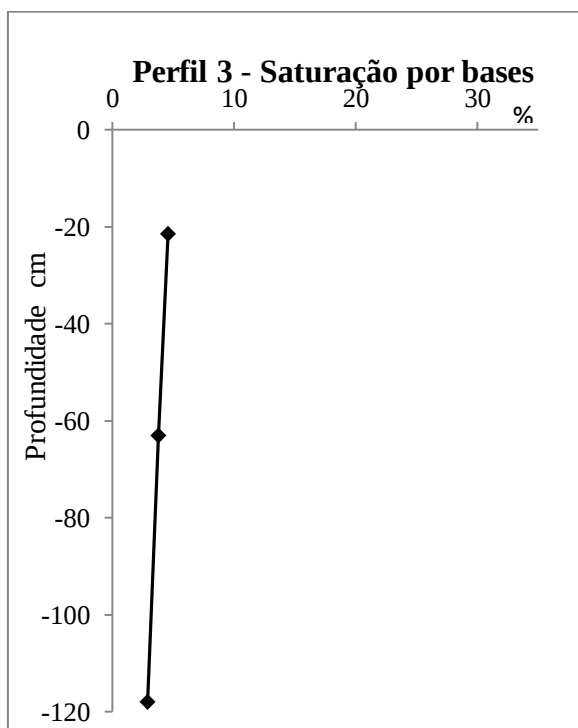
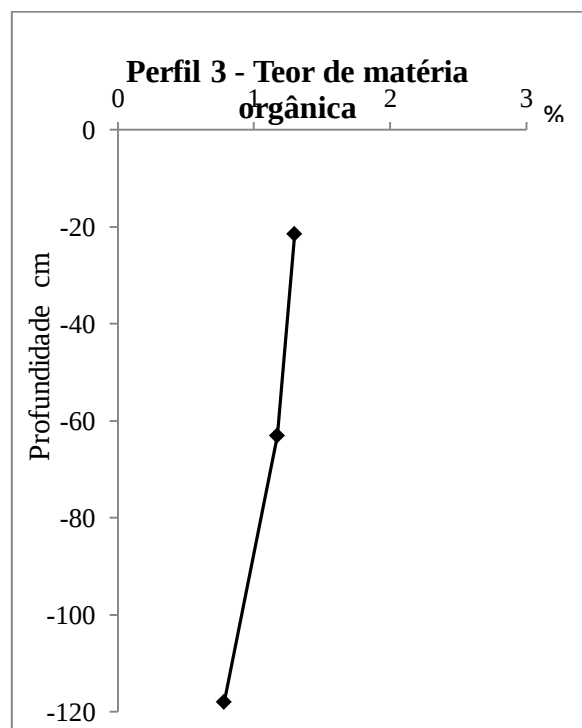


Gráfico 9: Perfil 3 – Porcentagem do teor de matéria orgânica no Latossolo vermelho-amarelo



A paisagem entre os rio João Fernandes e o córrego do Facão retrata as amplas colinas recobertas pelo cerrado arborizado já bastante degradado e as veredas localizadas em espaços diferenciados. Essa configuração conserva vestígios da organização original, pois o buriti está sempre associado a um ambiente de áreas mais depressivas acompanhando linhas de drenagem. A presença desse pequeno grupo de palmeiras numa área de maior declividade implica, provavelmente, serem elas, os resquícios da antiga superfície dos Baixos Platôs que se estendia por toda essa área. (Figura 55).



Figura 55: Fitofisionomias do cerrado: no primeiro plano, espécies de palmeiras arbóreas; no fundo do vale, as veredas e, na linha do horizonte, cultivos extensivos.
Fonte: Bueno, 2012.

As veredas são fitofisionomias autóctones das superfícies de platôs e chapadas devido ao baixo gradiente altimétrico e aos solos hidromórficos que criam o ambiente ideal e condicionam o equilíbrio dessas formações. O desequilíbrio desse sistema acontece quando os platôs começam a ser dissecados, dando origem a novas macroformas, as colinas. As vertentes aumentam de declividade, os canais se encaixam, a drenagem anteriormente precária se abre e os solos hidromórficos desaparecem. Esse novo ambiente não está mais adequado à permanência das veredas, que vão cedendo lugar, progressivamente, à mata galeria ao longo dos talvegues.

Portanto, o desequilíbrio do sistema ambiental que sustentava as veredas, alterou toda a organização dos elementos e dos processos que equilibravam o compartimento Baixos Platôs. As Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados derivam dessa antiga e plana

superfície, ou seja, a conexão genética entre esses dois compartimentos teve como fio condutor a desorganização do ecossistema das veredas.

A agricultura e a pastagem intercalam-se com as fitofisionomias do cerrado e com a silvicultura comprovando serem as atividades econômicas responsáveis pela desorganização geoecológica desse compartimento.

No espaço entre o córrego do Facão e a fronteira com o compartimento Baixos Platôs, a paisagem demonstra um retalhamento paralelo da vegetação tanto natural, representada pelos campos e veredas, quanto com o reflorestamento do eucalipto. Essa fragmentação espacial das espécies recria um novo padrão fitofisionômico com risco de romper o limiar de recuperação do sistema, tendo como consequência a perda de diversidade e do equilíbrio ambiental da área. As espécies arbustivo-herbáceas que envolvem as veredas se destacam no primeiro plano da imagem pela ausência das palmeiras. A vereda ocupa grande parte do vale e termina numa espécie de recuo que impede o seu contato com a monocultura do eucalipto (Figura 56).



Figura 56: Paisagem com sucessão de espécies arbustivo-herbáceas, veredas e cultivo do eucalipto no contato entre os compartimentos Colinas Amplas e Baixos Platôs na BR 040.

Fonte: Bueno, 2012.

Nas áreas de topo e no terço médio das colinas, predominam os Latossolos bem drenados, profundos e ácidos que, apesar da baixa fertilidade, são consideradas áreas prioritárias para o cultivo do eucalipto. Aplicações adequadas de corretivos e fertilizantes corrigem essas deficiências e geram boa produtividade.

5.2.5 Baixos platôs

O compartimento Baixos Platôs, que está intercalado entre seções das Colinas amplas e suaves com vales encaixados e também está distribuído em três seções: a primeira se inicia no km 35 e se estende até o km 38, a segunda vai do km 67 até o km 70, e por fim, a terceira, que se estende do km 105 até o km 110. A primeira está localizada numa superfície aplainada próxima a cidade de João Pinheiro. Os solos predominantes nessa unidade são os neossolos quartzarênicos localizados entre as coordenadas geográficas 17°59'40.4"S – 45°53'46" W, representados como perfil 2 no mapa de relevo e solos do município (Figura 57).



Figura 57: Perfil 2 – Neossolo quartzarênico localizado no km 35 do perfil geocológico da BR 040, no compartimento Baixos Platôs no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Na análise morfológica desse solo proveniente dos arenitos do Grupo Areado, existem algumas características idênticas entre todos os horizontes: textura areno-argilosa, estrutura fraca, consistência seca – dura, úmida – muito friável e molhada – levemente pegajosa, não plástica. Em relação às cores, essas variam de Bruno-amarelado-claro (10YR-6/4), Bruno-amarelado-claro (10YR-6/4), Bruno-claro-acinzentado (10YR-6/3), Bruno (7.5YR-5/2) nos horizontes C, B1, B, A, retrospectivamente. O tipo de estrutura nesse solo é granular com exceção do horizonte B1, que apresenta blocos subangulares. Ainda em relação à estrutura, no

horizonte A, o elemento tamanho foi considerado pequeno e, nos horizontes B, B1 e C todos têm o tamanho médio.

Esses solos foram coletados no topo plano dos Baixos Platôs e, de forma geral, contêm um ganho de nutrientes em direção à superfície. A análise de saturação por bases indica um solo pobre apresentando teores na ordem de 3% entre a profundidade de 93 a 37 cm que engloba os horizontes C (142-74 cm), B1 (74-52 cm) e parte do B (52-13 cm). No horizonte B, por volta dos 37 cm em direção ao horizonte A (13 cm), acontece um aumento desses teores para a ordem de 4% até a profundidade de 13 cm, elevando-se para 5% em direção à superfície (Gráfico 10).

Em relação à matéria orgânica, há uma oscilação de teor de 0,4% no horizonte C, na profundidade de 90 cm, para 0,6% no horizonte B1, em torno de 73 cm; depois, de 0,9% na profundidade dos 30 cm do perfil, já no horizonte B, com uma inflexão para 1,2% até o limite com o horizonte A. A maior concentração de matéria orgânica, como é comum, acontece no horizonte A com um percentual de 1,3% na profundidade de 13 cm para 1,7 % até a superfície do perfil (Gráfico 11). Trata-se, assim, de um perfil de solo muito pobre em matéria orgânica.

Gráfico 10: Perfil 2 – Porcentagem de saturação por bases – Neossolo quartzarênico

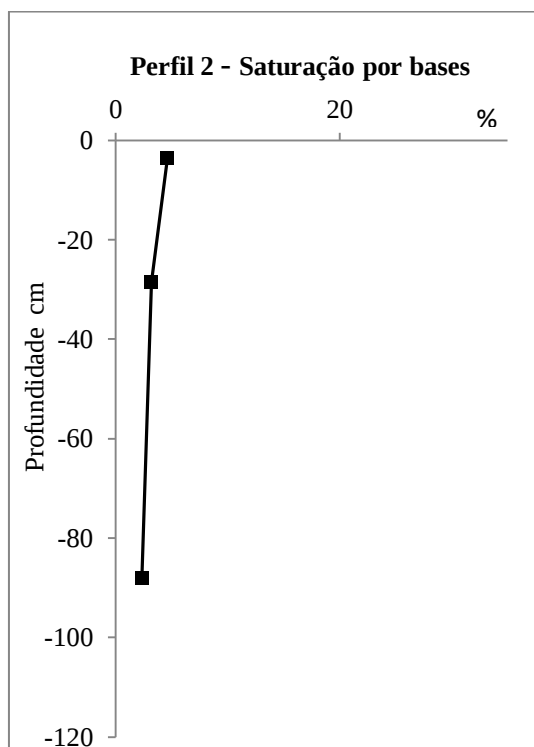
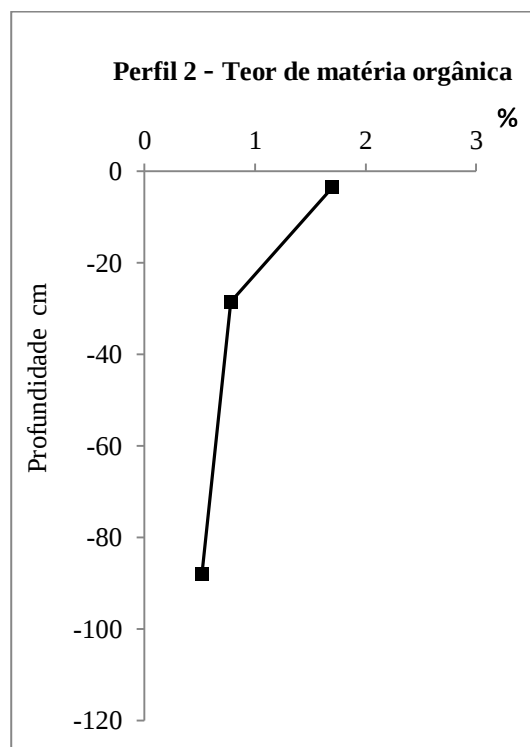


Gráfico 11: Perfil 2 – Teor de matéria orgânica – Neossolo quartzarênico



Da margem da estrada, a imagem observada enquadra a suavidade da encosta coberta por uma vegetação de cerrado arborizado com estratos diferenciados nas duas vertentes, típico dessa fitofisionomia. No fundo do vale, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécie arbustivo-herbácea, posiciona-se a vereda condicionada ao afloramento do lençol freático onde há ocorrência dos solos hidromórficos. No topo plano do platô, onde predominam o Neossolo quartzarênico e o Latossolo vermelho-amarelo, os cultivos temporários, condicionados pelo relevo e solos favoráveis à mecanização, são extensamente explorados (Figura 58).



Figura 58: Fitofisionomia do cerrado com estratos arbustivo-herbáceo, vereda e cultivos temporários no compartimento Baixos platôs na BR 040 no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: Bueno, 2012.

Nessa unidade, nas áreas mais elevadas, predominam espécies arbóreas com formação de dossel, principalmente, onde os solos são mais profundos e melhor drenados. O escoamento superficial é inibido pela própria dinâmica florestal, somente nas bordas dos platôs, onde há uma maior declividade, esse processo é intensificado. Essa configuração remete à importância da cobertura vegetal nos interflúvios, área de recarga por excelência, à preservação dos solos e a um ambiente menos vulnerável ao processo erosivo.

Nas margens da rodovia, em torno de 12 metros de largura, a vegetação do cerrado foi preservada, entretanto, ultrapassando essa faixa, principalmente da margem direita, as terras são amplamente utilizadas com cultivos temporários.

A segunda seção do compartimento Baixos Platôs se localiza num trecho mais elevado e o uso do solo difere do primeiro compartimento, que é quase totalmente utilizado pela agricultura e pastagem. Nessa segunda faixa do compartimento, a fitofisionomia do cerrado denso predomina mantida, aparentemente, como reserva para proteção da biodiversidade desses ambientes.

Nessa unidade existe uma maior preservação da vegetação herbácea-arbustiva no sopé dos platôs e das formações arbóreas localizadas nos topos sustentadas pelos Latossolo vermelho-amarelo. Essa organização do uso do solo em que as fitofisionomias características do cerrado superam em extensão areal as atividades agropecuárias é diferente se comparada à primeira unidade no perfil. Essa configuração pode estar relacionada a um solo proveniente de rochas areníticas, com textura mais arenosa e menor capacidade de armazenamento de água, portanto, com maior poder de erodibilidade. Provavelmente, a configuração descrita acima, justifique a escolha em utilizar manejos conservacionistas como cultivo mínimo e plantio direto.

A terceira e última unidade do compartimento Baixos Platôs, localizada entre os km 105 e 110, registra um cenário onde a vegetação original do cerrado foi substituída pelas monoculturas comerciais e pela silvicultura. Essa transformação revela a face de maior destaque na história das modificações do uso do solo no município.

As espécies pioneiras foram retiradas e trocadas pelos cultivos temporários extensivos e pela silvicultura. A paisagem se configura como uma área de “cerrado parque antropizada” devido ao espaçamento das espécies arbustivas em meio a um estrato herbáceo já bastante degradado e a cultivos temporários. A exposição dos Neossolos quartzarênicos e Latossolos provenientes dos arenitos do Grupo Areado demonstra o desequilíbrio provocado pela ausência da cobertura vegetal, que conduz ao processo de escoamento superficial na porção de terras próximas aos eucaliptos. A paisagem antrópica faz alusão ao tipo fisionômico do cerrado arborizado devido ao espaçamento das espécies arbustivas em meio a um estrato herbáceo, nesse caso, já bastante degradado (Figura 59).

5.3 BR 181

A característica mais marcante observada no perfil topográfico da MG 181 é um desnível altimétrico de 300 metros entre a parte mais alta do compartimento Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados e a unidade dos Tabuleiros. O perfil geocológico é composto por quatro compartimentos distintos: Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados,

Tabuleiros, Morros e Serras Baixas e Baixos Platôs que se intercalam com extensões diferenciadas.



Figura 59: Uso do solo com fitofisionomias do cerrado e de campos, cultivos temporários e do eucalipto no compartimento Baixos Platôs próximo ao distrito de Luizlândia do Oeste.
Fonte: Bueno, 2012.

5.3.1 Colinas amplas e suaves com vales encaixados

O perfil geocológico da MG 181 é marcado por uma depressão de mais ou menos 20 km de extensão que divide o compartimento das Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados em dois segmentos: o primeiro, que é maior, engloba a maior extensão do perfil com 32 km, e o segundo, que se constitui numa área relictual, denominado regionalmente como Serra das Maravilhas, totaliza 8 km. Essa serra se configura como um prolongamento desse compartimento, separado, provavelmente, por processos erosionais de origem fluvial (Figura 60).

O primeiro compartimento do perfil, Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados, é segmentado em oito partes ao longo da MG 181 com distâncias distintas. Começa no entroncamento dessa rodovia com a BR 040, próximo à cidade de João Pinheiro, vai até o km 32 e continua nesta sequência: do km 47 ao km 50, do km 51 ao km 51,5, do km 53 ao km 54, do km 56 ao km 56,5, do km 58 ao km 59, do km 63 ao km 64 e, por fim, do km 65 ao km 66.

A rodovia MG 181 atravessa basicamente o interflúvio das colinas que compõem esse compartimento no sentido S/N. Na primeira parte do compartimento que vai até o km 32, as colinas são suaves e os vales pouco profundos. Nas bordas do compartimento, tanto na margem direita quanto na esquerda da rodovia, as cabeceiras de drenagem dos rios Verde e Caatinga promovem o recuo das vertentes num claro processo de erosão regressiva e

PERFIL GEOECOLÓGICO - MG 181 - MUNICÍPIO DE JOÃO PINHEIRO

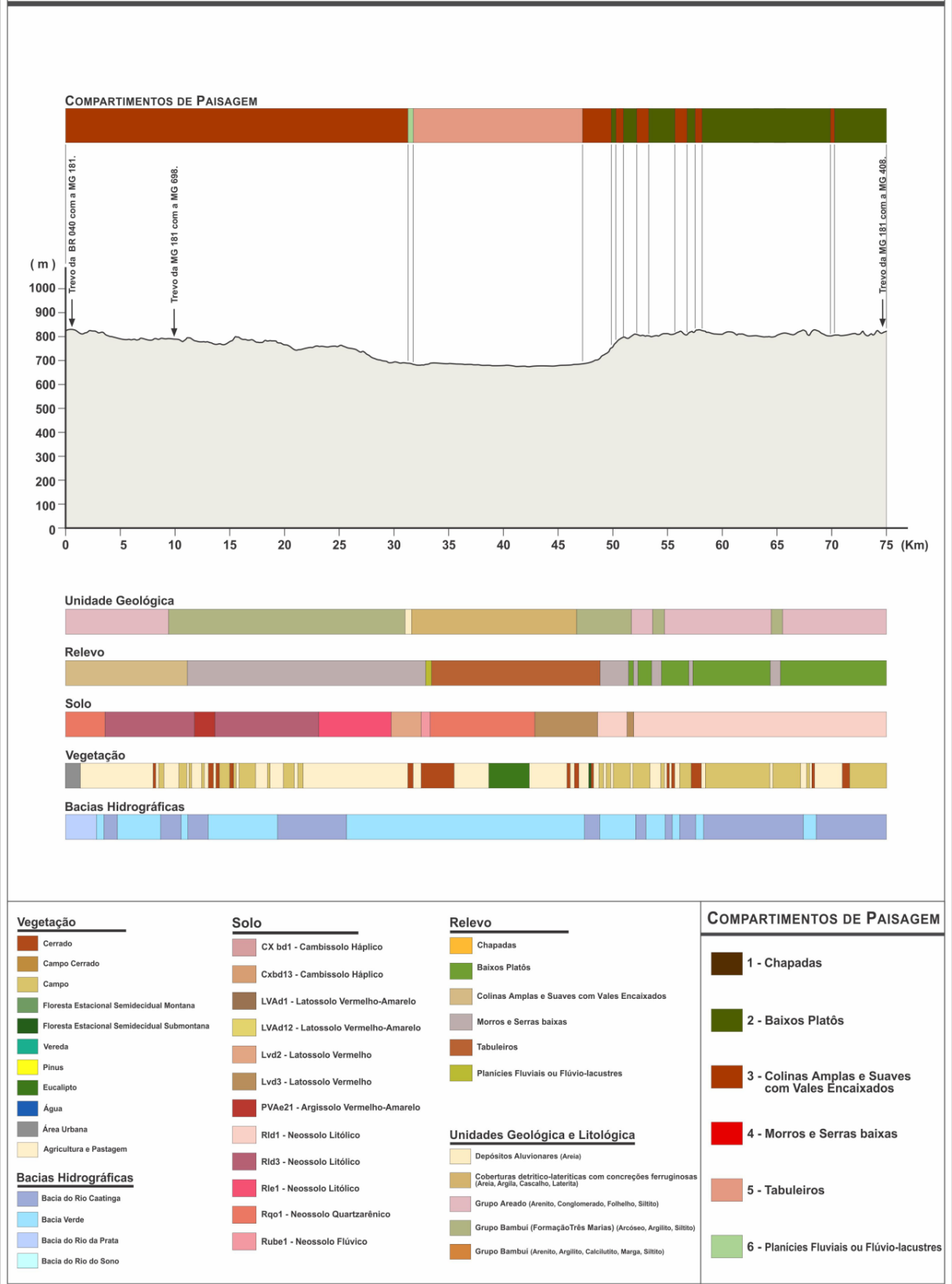


Figura 60: Perfil Geoecológico da BR 181 no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: A autora, 2012.

depositam o material nas áreas planas que constituem a unidade dos Tabuleiros intensamente utilizada pela agricultura (Figura 61).

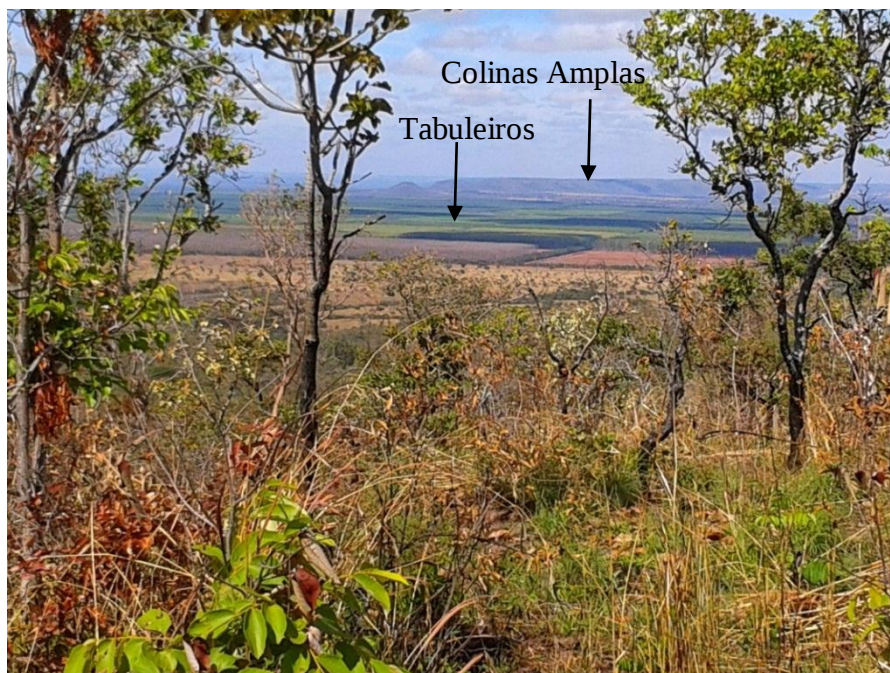


Figura 61: Visão do km 58 na MG 181 para o espigão no limite do compartimento Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados como unidade dos Tabuleiros com cultivos extensivos.

Fonte: Arquivo da autora, 2012.

A segunda parte do compartimento é um segmento da primeira separada pelo compartimento dos Tabuleiros. A estória evolutiva dessa separação aponta para a hipótese da dissecação dos interflúvios inteiriços de uma antiga superfície de erosão, provavelmente a dos Baixos Platôs. Com a incisão da drenagem, aprofundou-se a base da encosta sem uma forma definida, numa topografia pouco movimentada. As águas que escoam dos interflúvios em dois sentidos moldaram as colinas e alimentaram cursos d'água com níveis de base locais que poderiam estar desnivelados um em relação ao outro.

Com o recuo das cabeceiras de drenagens, o curso d'água que ocupa uma posição mais baixa é capturado pelo que está numa posição mais alta e as águas passam a fluir num só sentido, abrindo os vales e rebaixando as colinas que passam a guardar maior distância entre si (Figura 62).

As colinas individualizadas no vale do rio Verde se estabelecem como morfoesculturas desenvolvidas por processos de dissecação, especialmente fluvial, com formas côncavo-convexas elaboradas por escoamento superficial concentrado e movimentos de massa lentos. Entretanto essas colinas provenientes do compartimento das Colinas Amplas

agora se comportam como um relevo residual inserido no compartimento dos Tabuleiros e participam dos processos dinâmicos da transformação da paisagem que nele atua.



Figura 62: Colina individualizada pela abertura do vale do rio Verde no compartimento Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados na MG 181 em João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Os solos rasos oriundos das rochas do Grupo Arreado e da formação Três Marias sustentam remanescentes das fitofisionomias do cerrado parque, cerrado arborizado e cerrado gramíneo-lenhoso com estratos que variam do arbóreo nas margens dos cursos d'água, ao de campo bastante degradado, nos topos e encostas das colinas. A exposição dos solos no km 20 demonstra o processo erosivo com ravinas registrando a vulnerabilidade dessa área quando retirada a cobertura vegetal (Figura 63).



Figura 63: Solo exposto e ravinas no km 10 do compartimento Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados na rodovia MG 181.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Esse cenário se repete em todo o compartimento tendo as fitofisionomias arbóreas do cerrado figurando como leiras nos topos das colinas cujas vertentes estão revestidas com pastagens. A mata ciliar é a fitofisionomia mais preservada do compartimento e ocupa estreita faixa próxima aos cursos d'água e pode minimizar o aporte de material na calha dos rios já bastante assoreados.

Nas áreas mais planas, registram-se os cultivos temporários e, nas encostas das colinas, há predominância das pastagens. Nessa rodovia só se registra o entroncamento com a MG 689 no km 10, estrada sem pavimentação e algumas sedes de estabelecimentos rurais que denotam o vazio demográfico da região.

5.3.2 Tabuleiros

O compartimento dos Tabuleiros se inicia no km 32 e se estende até o km 47 da rodovia. Possui uma topografia plana e se constitui numa área de aporte de materiais provenientes do compartimento Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados que formam espessas coberturas detrito-lateríticas ferruginosas. A rede de drenagem dos rios Verde e Caatinga entalham essas coberturas pontilhadas por lagoas de diferentes diâmetros e profundidade. A mata ciliar que acompanha esses rios se destaca na paisagem por expressar a maior ocorrência de vegetação contínua na unidade.

O relevo plano, a baixa declividade e a existência de áreas com latossolo vermelho, que se estendem pelas duas margens da estrada, imprimem condições muito favoráveis para utilização da agricultura extensiva, mecanizada e irrigada. Aliás, esse cenário é recorrente no compartimento e está associado à presença desse solo, quase sempre, circundado pelos neossolos litólico e quatzarênico (Figura 64).

A vulnerabilidade desse ambiente está diretamente relacionada à retirada e à ausência da cobertura vegetal que expõe o solo ao escoamento superficial, mas que não registra formas erosivas mais agressivas como ravinas e voçorocas devido à baixa declividade. Esse ambiente registra o rompimento do limiar de recuperação do sistema vegetacional, pois as áreas com vegetação remanescente estão, quase sempre, tão distantes umas das outras, intercaladas pela agricultura, pastagem e silvicultura do eucalipto que alteraram toda a dinâmica das fitofisionomias típicas do cerrado.



Figura 64: Uso do solo com cultivos extensivos no compartimento dos Tabuleiros, próximo à MG 181, no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: Arquivo da autora, 2012.

5.3.3 Baixos Platôs

O compartimento dos Baixos Platôs está sobreposto ao das Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados em estreitas faixas que obedecem à seguinte sequência: do km 50 ao km 50,5 km, do km 52 ao km 53, do km 54 ao 56, do 58 km ao km 64, do km 64 ao km 65, do km 66 ao 71 e, por fim, do km 71,5 ao km 75.

Essa unidade remete à antiga superfície de erosão que, provavelmente, recobria a região e foi preservada no alto das colinas como áreas relictuais. São, em geral, áreas planas ocupadas com remanescentes do cerrado e, principalmente, de campos bastante degradadas com exposição dos solos nas vertentes (Figura 65).

O solo predominante nesse compartimento é o neossolo litólico, raso, pedregoso, de difícil manejo, proveniente das rochas do Grupo Areado e que sustenta uma vegetação rala de campo. No tocante ao uso do solo, as pastagens e o cultivo do eucalipto são os usos mais comuns nesse domínio (Figura 66 e 67).



Figura 65: Compartimento dos Baixos Platôs avistado do km 55 da MG 181 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.



Figura 66: Fitofisionomias de campo e campo-cerrado, em primeiro plano; ao fundo, na unidade Baixos Platôs, cultivo do eucalipto na rodovia MG 181 em João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.



Figura 67: Vegetação de campo na unidade dos Baixos Platôs na MG 181 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Entretanto foi encontrado na borda do platô, a 835 m de altitude, entre as coordenadas 17° 15'43,2" S e 46° 04'43,3" W, um perfil classificado como um plintossolo composto de cinco horizontes com profundidades diferentes: A (0-14 cm), B (14-20 cm), B1(20-26 cm), C (26-58 cm), C1 (58 a 104 cm). A característica marcante desse solo é a presença de plintita nos horizontes C1 e C que apresenta um arranjo de cores vermelhas e forma um padrão poligonal, no qual são abundantes os mosqueados de cores vermelho e vermelho-escuros envolvidos numa matriz esbranquiçada (Figura 68).

Os horizontes C1 e C são bastante parecidos, mas existem algumas variações nos elementos morfológicos. O horizonte C1 possui cor amarelo-avermelhado (5YR - 6/6) e o C, a cor amarelo-avermelhado (7.5YR - 7/7). No tocante à estrutura, os horizontes são compostos por blocos subangulares, grandes e o desenvolvimento é considerado levemente duro no horizonte C1, e moderado no horizonte C. A consistência úmida percebida é levemente pegajosa e ligeiramente plástica; seca – dura e molhada – pouco friável. A textura se apresenta silto-argilo-arenosa nos dois horizontes.

Os horizontes B e B1 também são quase idênticos quanto à análise morfológica. Possuem cor amarelo-claro-acinzentado 8/4 (2.5Y), estrutura do tipo blocos subangulares e desenvolvimento moderado, entretanto diferem no elemento tamanho do bloco, que no horizonte B1 é médio, e, no B, grande. A consistência molhada é levemente pegajosa e

plástica; seca – ligeiramente dura; e úmida- pouco friável. Quanto à textura no horizonte B1, é considerada silto-argilo-arenosa e, no B, argilo-arenosa.



Figura 68: Perfil 1 - Plintossolo no compartimento Baixos Platôs, próximo à MG 181 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

As análises químicas de saturação por bases e do teor de matéria orgânica desse perfil apontam, comparativamente, para um solo jovem, pois se verifica uma diminuição da fertilidade em relação aos horizontes superficiais, onde, em geral, pelo acúmulo de matéria orgânica, existe um maior teor de fertilidade. Provavelmente, a rocha ainda deve conter nutrientes que devem estar retidos nas partículas de argila, e, talvez, em minerais primários. Contudo, os nutrientes não têm correlação positiva com a matéria orgânica (Gráficos 12 e 13).

Gráfico 12: Perfil 1 – Porcentagem de saturação por bases – Plintossolo

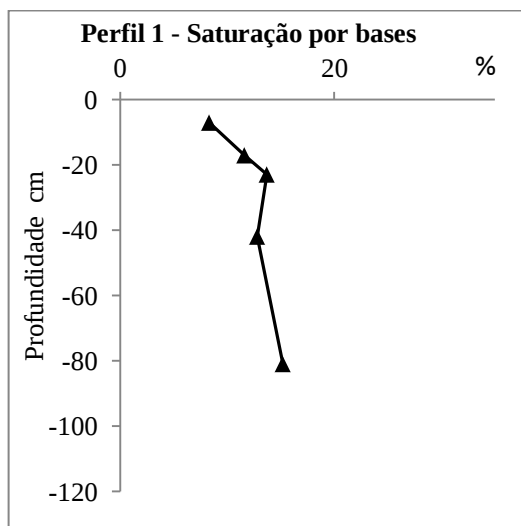
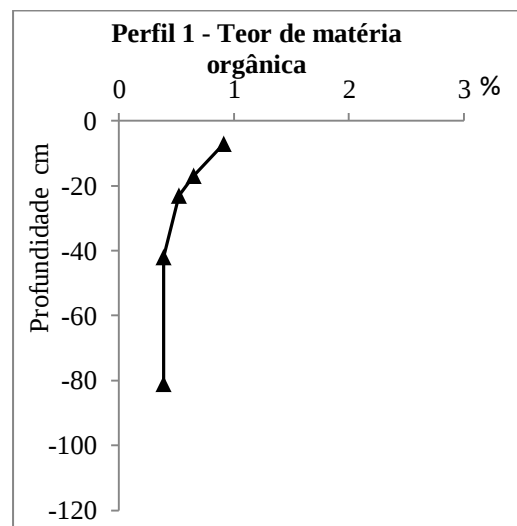


Gráfico 13: Perfil 1 – Teor da matéria orgânica – Plintossolo



5.4 BR 365

O perfil geoecológico que transpassa a BR 365 na direção nordeste de João Pinheiro é identificado como o mais utilizado pela agricultura comercial devido à topografia plana e ao geoelemento pedológico que, conjuntamente, condicionam a expansão dessa atividade. Neste perfil, que engloba em média as maiores cotas altimétricas do município, está contido três compartimentos: Chapadas, Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados e Baixos Platôs (Figura 69).

Essas macroformas possuem topos planos e arredondados com declividades bastante variadas. Os vales apresentam predominantemente, formas tabulares e angulares, os de fundo arredondado estão mais próximos dos afluentes da margem direita do rio Santo Antônio, importante curso da bacia do Rio do Sono que engloba esse perfil.

5.4.1 Compartimento das Chapadas

O compartimento das Chapadas se inicia no limite sul do município e prolonga-se até o km 24 entrecortado pelo compartimento das Colinas Amplas e Suaves com Vales Encaixados que ocupa em torno de 1,5 km de extensão. As Chapadas se caracterizam por topos planos, baixa declividade e bordas festonadas pelo processo de erosão remontante, uma característica peculiar dessa macroforma.

As encostas das bordas das chapadas possuem uma declividade mais elevada, inadequadas à mecanização e, provavelmente por isso, ainda ocupadas por fitofisionomias do cerrado de porte arbóreo mais preservado que ajudam a minimizar o processo erosivo. No fundo do vale angular, a presença das veredas indica a resurgência do lençol freático e da vegetação do cerrado com dossel mais denso, como também do cerrado arborizado, típico desse ambiente (Figura 70).

Nesse compartimento se concentra a extensão de terras mais aproveitada pela agricultura extensiva no município. Essa ampla utilização está ligada a predominância do latossolo vermelho que são solos profundos, bem drenados e que sustenta variados tipos de cultivos em grande escala como café, milho e soja, quase sempre mecanizados e irrigados por grandes pivôs centrais (Figura 71 e 72).

Essa atividade demanda uma grande quantidade de água e energia que produz uma pressão e necessita de indicadores que demonstre a capacidade de resposta do ambiente.

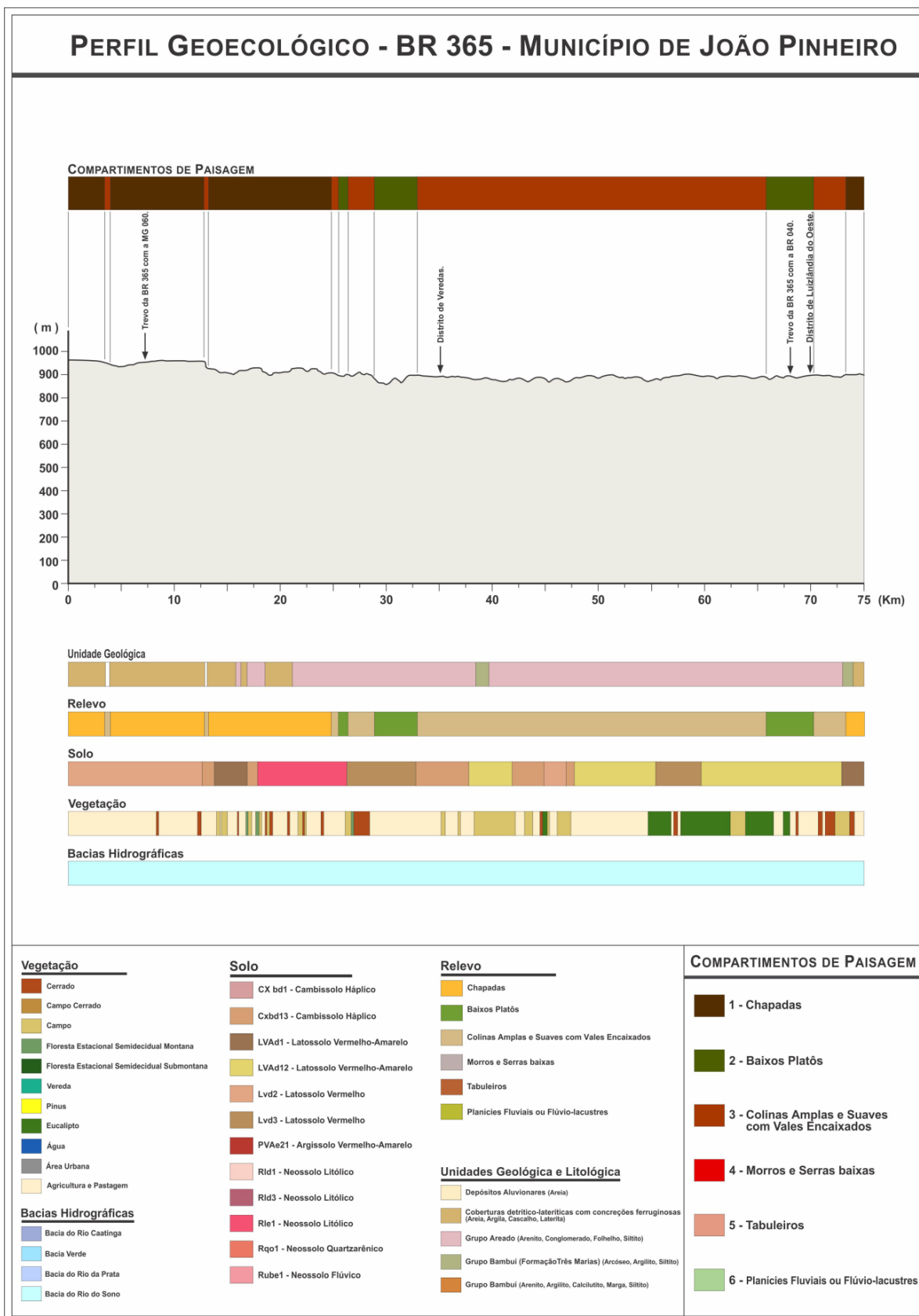


Figura 69: Perfil geoeológico da BR 365 no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: A autora



Figura 70: Borda da Chapada com fitofisionomias florestais do cerrado, solo exposto e cultivos temporários nas partes mais altas do compartimento.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.



Figura 71: Cultivo de café no primeiro plano da imagem, no segundo plano, solo exposto e resquícios da vegetação do cerrado nas margens da rodovia BR 365, no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.



Figura 72: Irrigação no cultivo da soja nas margens da rodovia BR 365 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

Entretanto nas margens das chapadas é comum a ocorrência de cambissolos como o encontrado entre as coordenadas geográficas $18^{\circ} 21'18,5''\text{S}$ e $46^{\circ}01'16,7''\text{W}$ contendo três horizontes com profundidades distintas: o horizonte A (7 cm), o B (43 cm) e o C (76 cm). No horizonte A, a cor é Bruno (10YR – 5/3), a estrutura granular, pequeno, fraca; a consistência é levemente pegajosa, não plástica; ligeiramente dura e friável. A textura é arenosa-argilosa e com poucas raízes.

O horizonte B possui cor Bruno-claro-acinzentado (5YR – 6/3), estrutura em bloco, grande e fraca; consistência levemente pegajosa, não plástica; ligeiramente dura e friável. A textura também é arenosa-argilosa e presença de muito poucas raízes. O horizonte C tem cor Bruno-claro-amarelado (5YR – 6/4), estrutura em bloco, médio, e fraca; a consistência é levemente pegajosa, não plástica; ligeiramente dura e friável. A textura também é arenosa-argilosa.

As análises químicas desse solo apresenta a maior porcentagem de nutrientes entre os solos analisados no município, mas essa taxa mais elevada – 32% estão presentes somente no horizonte A. Isso provavelmente está associado à presença de fertilizantes já que essa é uma área muito utilizada pela agricultura moderna (Grafico 14). O teor de matéria orgânica

também segue ao mesmo padrão, um teor que se eleva em direção ao horizonte superficial, aspecto comum nos solos orgânicos (Gráfico 15).

Gráfico 14: Perfil 4 – Porcentagem de saturação por bases – Cambissolo

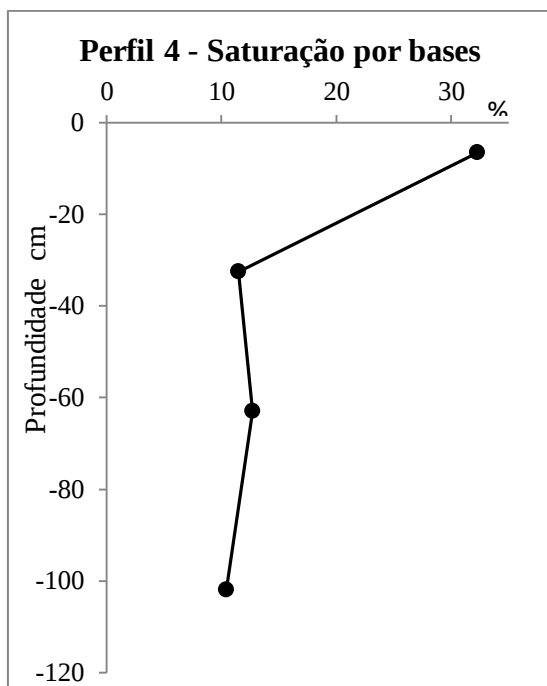
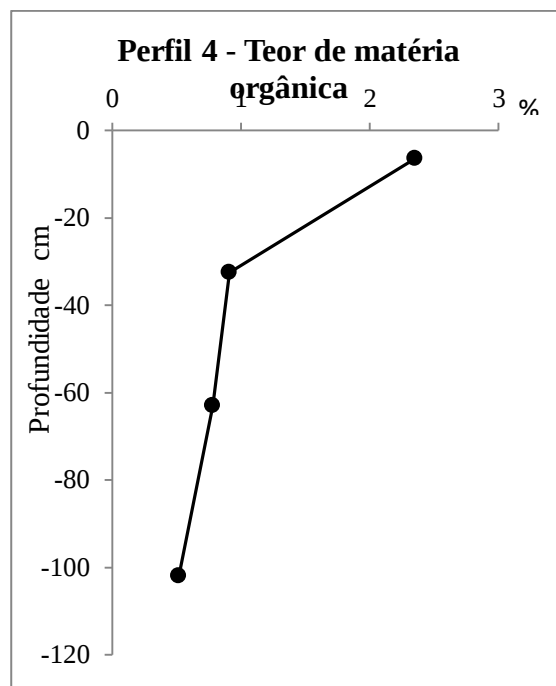


Gráfico 15: Perfil 4 – Porcentagem do teor de matéria orgânica – Cambissolo



A paisagem nesse compartimento tão plano, destaca diferentes usos que estão parcelados em três atividades diferentes: solo exposto, cultivos agrícolas e fitofisionomias arbóreas de remanescentes do cerrado localizadas numa área de maior declividade intercalada por lavouras temporárias de soja, que por sua vez funciona na contenção ao processo erosivo e na perda de solos (Figura 73).

Essa configuração reflete a intensidade do uso desses solos e demonstra um cuidado do ponto de vista da conservação ambiental, do controle de impactos e da aplicação de tecnologias adequadas. O potencial de uso da área para a agricultura é alto, por isso é necessário um rigoroso planejamento e manejo adequados.

O algodão é um cultivo praticado historicamente na região muito em função do clima propício. Atualmente as lavouras não ocupam grandes áreas no município.



Figura 73: Uso do solo com parcelamento em de cultivos temporários, solo exposto e fitofisionomias arbóreas do cerrado na margem direita da BR 365 no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: Arquivo da autora, 2012.

O algodão é um importante cultivo histórico nas áreas planas da chapada que se adapta bem ao clima mesotérmico acima dos 600 metros, com chuvas concentradas na estação do verão e no inverno ameno acontece a florada da lavoura ladeada por fitofisionomias do cerrado gramíneo-lenhosos e do cerrado arborizado (Figura 74).



Figura 74: Cultivo do algodão no compartimento das Chapadas na margem direita da rodovia BR 365 no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: Arquivo da autora, 2012.

5.4.2 Compartimento das Colinas amplas e suaves com vales encaixados

O compartimento das colinas se apresenta de forma fracionada e ocupa a maior extensão do perfil. Começa no km 3 até o km 4, do km 12 até o km 12,5, do km 27 ao km 29, do km 33 ao km 66, e por fim, do km 70 ao km 73.

Essa unidade possui um relevo mais movimentado com variados tipos de solos oriundos das rochas do Grupo Areado, predominantemente. Os neossolos e cambissolos são solos mais jovens, ocupam pequenos espaços no perfil e estão associados a áreas de pastagens e a vegetação dos campos. Os latossolos são predominantes e mais utilizados com cultivo temporários mecanizados e a silvicultura do eucalipto (Figura 75).

A pecuária extensiva é outro tipo de uso muito frequente nesse compartimento responsável pela ampliação da fronteira agropecuária em detrimento das fitofisionomias do cerrado, principalmente por acarretar a diminuição da biodiversidade na unidade.



Figura 75: Cultivo da soja com pivô central no compartimento das Colinas Suaves com Vales Encaixados no município de João Pinheiro-MG.

Fonte: Arquivo da autora, 2012.

5.4.3 Baixos Platôs

A unidade Baixos Platôs está segmentada em três pequenas faixas na extensão do perfil do km 25 até o km 26, do km 29 ao km 33, e por fim, do km 66 ao km 70. Nesse compartimento o relevo é plano e predominam os latossolos que também se constituem em mais um atrativo para os cultivos mecanizados.

As fitofisnomias do cerrado e do campo aparecem de forma pontual sempre ladeada pela presença da agricultura mecanizada, principalmente pelo cultivo do eucalipto (Figuras 76 e 77).

Não se observa nessa unidade processos erosivos mais intensos como ravinas e voçorocas muito em função do tipo de solo, da baixa declividade e do manejo aplicado. Assim, a vulnerabilidade ambiental desse compartimento é relativamente pequena quanto ao processo erosivo.



Figura 76: Silvicultura do eucalipto no compartimento Baixos Platôs na margem esquerda da rodovia BR 365 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.



Figura 77: Área de pastagens no primeiro plano e na linha do horizonte cultivo extensivo de eucalipto no compartimento Baixos Platôs nas margens da BR 365 no município de João Pinheiro-MG.
Fonte: Arquivo da autora, 2012.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi desenvolvido no município de João Pinheiro, reconhecido pela acelerada transformação que suas paisagens vêm atravessando nos últimos anos (MMA, 2011), que resultam em significativos impactos ambientais. Dessa forma, esse estudo procurou fornecer uma visão ambiental global e integrada para o município, trabalho ainda não realizado nessa área de estudos.

Foram identificados seis compartimentos de paisagem para a área do município: Chapadas, Baixos platôs, Tabuleiros, Colinas amplas e suaves com vales encaixados, Morros e serras baixas e Planícies aluviais ou flúvio-lacustres. Os três primeiros compartimentos de paisagem resultam da preservação de três níveis de aplanamento principais, escalonados; o quarto resulta da dissecação da unidade dos Baixos platôs pela rede de drenagem do Rio Paracatu, o quinto apresenta associação mais forte com a estrutura geológica e com a litologia (lineamentos estruturais em litologia predominantemente calcária ou dolomítica) e o último resulta dos processos aluviais mais recentes. Essas paisagens resultaram, portanto, da integração dos diversos componentes do meio natural, sobre diferentes substratos geológicos, mediante os climas atuais e pretéritos, e da implantação de diferentes tipos de uso do solo, em função das potencialidades econômicas de cada uma dessas unidades.

Nas unidades de relevo mais plano - correspondentes aos remanescentes dos níveis de aplainamento (Chapadas, Baixos platôs e Tabuleiros) - menores taxas de erosão permitiram a formação de solos espessos, distróficos, mais arenosos ou mais argilosos em função do substrato geológico, principalmente, mas também dos processos pedogenéticos. Sobre eles instalou-se uma cobertura do tipo cerrado florestado condicionado pelas características edáficas e pelo clima regional. Nas unidades de relevo mais movimentado encontram-se solos mais rasos cuja fertilidade e tipo e cobertura vegetal são fortemente condicionadas pelo substrato geológico: sobre os siltitos e argilitos (Colinas amplas e suaves com vales encaixados) encontram-se Neossolos e Cambissolos distróficos que sustentam coberturas abertas de cerrado s.s. e cerrado arborizado; sobre calcários e dolomitos (Morros e serras baixas) os Neossolos e Cambissolos são eutróficos e desenvolveram-se matas secas. Na unidade Planícies aluviais ou flúvio-lacustres solos são desenvolvidos sobre sedimentos. São jovens, eutróficos, e sustentam coberturas do tipo mata galeria.

A atividade econômica se superimpôs de diferentes formas a essas unidades, em função de suas potencialidades. No compartimentodas Chapadas, a presença do Latossolo vermelho herdado do intemperismo das rochas de origem vulcânica, profundo, poroso e bem

drenado, com baixa suscetibilidade à erosão, associada às extensas superfícies de relevo plano, favorável à mecanização, resulta nos grandes cultivos extensivos irrigados de soja, milho, café, algodão e cana de açúcar. A rodovia BR-365 apresenta-se como importante via para escoamento da produção. Trata-se do compartimento de paisagem de maior aptidão agrícola.

O compartimento dos Baixos Platôs também apresenta relevos de topos planos, favoráveis às grandes extensões cultivadas, entretanto, os solos (Neossolos quartzarênicos e Latossolos vermelho-amarelos) são quase sempre resultantes do intemperismo de rochas areníticas, originalmente mais arenosas e pobres em nutrientes. Nesses solos também profundos e bem drenados, há o predomínio da silvicultura do eucalipto e constituição de pastagens de baixa tecnologia.

Dois são os compartimentos de paisagem com relevo mais movimentado – Colinas amplas e suaves com vales encaixados e Morros e serras baixas. No primeiro, nas áreas de menor declividade das encostas (topos), sobre Latossolos vermelho-amarelos e Cambissolos encontra-se novamente a predominância da silvicultura do eucalipto, da cana de açúcar e de pastagens, enquanto nas áreas de maior declive (média e baixa vertentes), sobre Cambissolos e Neossolos, ocorre apenas a pecuária extensiva. Nas cabeceiras mal drenadas dos vales, em ambiente de vereda, existem açudes para irrigação. Na unidade de Morros e serras baixas, alguma atividade pecuária extensiva divide espaço com manchas da cobertura vegetal de mata seca. Essa vegetação é dominante nas áreas de afloramento calcário.

No compartimento dos Tabuleiros a mecanização é novamente favorecida pela baixa declividade e pelos solos: Latossolos vermelho-amarelos profundos e bem drenados. A isso se alia o alto potencial hídrico para irrigação pela presença de lagoas. Desenvolvem-se cultivos de milho, soja e cana de açúcar. No compartimento das Planícies aluviais ou flúvio-lacustres encontram-se cultivos temporários sobre os solos eutróficos (Neossolos flúvicos).

Os principais impactos e seus resultados observados nos compartimentos de paisagem de relevo mais plano e elevado - remanescentes dos níveis de aplanamento (Chapadas e Baixos platôs) - foram: retirada quase total das coberturas de cerrado florestado; introdução de amplas áreas de monoculturas; retirada de água para irrigação, com possível influência nos níveis freáticos e nas nascentes das bordas das chapadas e platôs; alagamento das veredas pela formação de açudes, interrompendo a continuidade daqueles ecossistemas; introdução de pesticidas; aceleração de processos erosivos nas áreas de maior declividade nas bordas das

chapadas e platôs promovendo a mobilização de seus solos espessos e o carreamento desse material para os canais fluviais.

Nas unidades de relevo mais movimentado - Colinas amplas e suaves com vales encaixados e Morros e serras baixas, as consequências são a retirada das coberturas originais de cerrado s.s., cerrado arborizado ou mata seca; introdução de pastagens resultando na exposição dos solos e em sua compactação em vertentes de maior declividade; desenvolvimento de processos erosivos acelerados, gerando amplas superfícies de solos estéreis e implicando no transporte de grandes volumes de solos e rocha intemperizada para os canais fluviais.

Nas unidades de menor altitude - Tabuleiros e Planícies aluviais ou flúvio-lacustres - são identificadas a retirada das coberturas de cerrado florestado e matas galeria; introdução de monoculturas; introdução de pesticidas; degradação pontual pela retirada de areia para construção ou argila para olaria.

Dessa forma, os estudos integrados da paisagem remetem à importância do uso de abordagens sistêmicas que procuram estabelecer relações entre temas e funções ocorrentes em um território. Os estudos sistêmicos promovem uma melhor compreensão dos efeitos sobre o ambiente e indicam as ações ou estratégias de manejo que podem ser orientadas pelos elementos descritores da paisagem. Dentro dessa perspectiva, a construção de um banco de dados através do levantamento e investigação de parâmetros indicadores da qualidade da água como temperatura, turbidez, sólidos totais, DBO e quantitativos, principalmente medidas de vazão e em diferentes períodos de retorno das águas nas bacias no município, proporcionaria mais elementos para a interpretação e análise geoecológica integrada.

Entretanto, um dos obstáculos existentes é a desconexão de dados entre os órgãos oficiais, no caso, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF, a Agência Nacional de Águas - ANA e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM que investigam e disponibilizam parâmetros que possam ser transformados em índices ou mesmo o próprio índice, mas que não podem ser comparados entre si seja porque são diferentes ou inexistem, especialmente em série histórica. Disso adveio a impossibilidade da obtenção desses dados para esse enfoque no presente trabalho, mas que poderá ser desenvolvida em estudos futuros que optem por realizar o levantamento de dados primários.

Sob o mesmo ponto de vista, outra questão importante diz respeito à obtenção de mais dados sobre o comportamento dos solos que poderão ser tipificados em função das suas potencialidades e fragilidades frente às atividades agropecuárias e às intempéries naturais no

município, já que os mesmos são compreendidos como o suporte dos ecossistemas, portanto seu estudo é imprescindível para o planejamento.

A recente descoberta e exploração de gás natural pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG em João Pinheiro, que faz parte de um dos quatro blocos exploratórios de gás da Bacia do São Francisco poderá, através da interiorização da indústria de gás natural, eliminar gargalos de infraestrutura e promover maior diversificação do setor econômico no município.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Contribuição a geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 3-48, 1955.
- AB'SÁBER, A. N. **A organização das paisagens inter e subtropicais brasileiras**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia. 1973 39p.
- ALMEIDA, Ariana Cristina Santos.; VOLKMER-RIBEIRO Cecília.; VARAJÃO Angelica Fortes Drummond Chicarino.; GOMES, Newton Souza.; VARAJÃO, César Augusto Chicarino. Espículas de esponjas continentais nos sedimentos cenozóicos do noroeste de Minas Gerais, como indicadores paleoambientais. **Revista Brasileira de Paleontologia**. 12(2):123-138, Maio/Agosto 2009.
- ALMEIDA, F. F. M de. **Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1964. 99 p. (Série Teses e Monografias).
- AMARAL, Antônio Carlos Victor. **Alguns aspectos do diálogo de Ludwig von Bertalanffy e Kenneth Ewart Boulding (1953-1972): A Teoria Geral de Sistemas nas organizações sociais**. 2012. 133 p. Tese (Doutorado)- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Departamento de História da Ciência. São Paulo.
- AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. **Processos e etapas na produção do conhecimento geográfico**. Notas de aula. 2008.
- AMORIM FILHO, O. B.; RIGOTTI, J. I. R; CAMPOS, J. **Os níveis hierárquicos das cidades médias de Minas Gerais**. Notas de aula. Geografia Urbana, PUC-TIE, 2007.
- AMORIM FILHO, O. B. A pluralidade da Geografia e a necessidade das abordagens culturais. **Caderno de Geografia**. PUC-MG, Belo Horizonte, v. 16, p. 35-58, 2006.
- AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. **A formação do conceito de paisagem geográfica: os fundamentos clássicos**. In: ENCONTRO INTERDISCIPLINAR SOBRE O ESTUDO DA PAISAGEM, 3, 1998, Rio Claro. Paisagem, paisagens... Rio Claro: UNESP, 1998.
- AMORIM FILHO, O. B.; BUENO, M. E. T; ABREU, J. F. Cidades de porte médio e o programa de ações sócio-educativo-culturais para as populações carentes do meio urbano em Minas Gerais. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro: AGETEO, v.12, n. 23/24, p. 33-46, 1982.
- BACELAR, L.A.P.. **Geologia estrutural do Supergrupo São Francisco ao longo da seção regional Coromandel -Três Marias - Conselheiro Mata, MG**. 1989. 132 f. Ouro Preto. Dissertação (Mestrado em Geologia) Universidade Federal de Ouro Preto.
- BANCO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Pesquisa e Estudo de Viabilidade PPP – Projeto Rodovia BR-040**. BNDES, 2007. 240 f. Disponível em: <http://3etapaconcessoes.antt.gov.br/upd_blob/0001/1213.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2013.

BAPTISTA, Marcos Cristóvão. **Estratigrafia e Evolução Geológica da Região de Lagoa Formosa**. 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BARBOSA, A. S. **Sistema Biogeográfico do Cerrado: alguns elementos para sua caracterização**. Goiânia: Editora UCG, 1996.

BARBOSA, O. Formação Areado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 19, 1965, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geografia, 1965, p. 98-106.

BARROS, Luciana Lira. Aplicações da geoecologia da paisagem no planejamento ambiental e territorial dos parques urbanos brasileiros. **Revista Geográfica de América Central**, Número Especial EGAL, Año 2011. Costa Rica, II Semestre 2011. p. 1-14.

BEAUJEU-GARNIER, Jacqueline; CHABOT, Georges. **Tratado de geografia urbana**. Barcelona: Editorial Vicens-Vives, 1975. 587 p.

BERRY, Brian J. L. **City and Systems within Systems of Cities**. In: FRIEDMANN, J & ALONSO, W. *Regional Development and Planning, a Reader*. Boston, MIT Press, 1964. P. 147-153.

BERTALANFY, L. V.. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1984.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale. **Revue Géographique des Pyrénées et Du Sud-Ouest**. Toulouse, v. 39, n.3, p. 249-272, 1968.

BERTRAND, George. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico** R. RA´E GA, Curitiba, Editora UFPR, n. 8, p. 141-152, 2004.

BERTRAND, George. La “science du paysage”, une “science diagonale”. **Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest**, v. 43, fasc. 2, p. 127-133, Toulouse, 1972a.

BERTRAND, George. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. In: **Cadernos de ciências da terra**. São Paulo, v. 13, p. 1-27, 1972b.

BERTRAND, George. Paysage entre nature et société. In: **Revue géographique des Pyrénées et du sud-ouest, Toulouse**. Presses Universitaires Le Mirail -, v. 49, fascicule 2. (avril 1978).

BERTRAND, George. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest**, v. 39, fasc. 3, p. 249-272, 1968.

BEZERRA DOS SANTOS, L. **Campo Cerrado**. In: *Tipos e aspectos do Brasil*. 10 ed. atualizada e ampliada – IBGE – Rio de Janeiro – 1975.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E.; HERMANN, M. L. P.; MENDONÇA, M.; SANTOS, G. F.; CARVALHO, S. M. C.; COITINHO, J. B. L. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Vol. II. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996.

BOLOS & CAPDEVILA, M. de. **Manual de ciência del paisaje**. Teoria, métodos e aplicaciones. Barcelona: Massom, 1992.

BRANCO, Samuel Murgel. **Ecossistêmica: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. São Paulo: Edgar Blucher, 1999. 202 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria n. 97**, de 22 de março 2012. Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/portaria_97___22032012_182.pdf. Acesso em julho de 2012.

BRAUN, O.P.G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 32, n. 3, 1971, p. 3-39.

BRESCIANI FILHO, E. **Organização Informal, Auto-Organização e Inovação**. In: Debrun, M., Gonzales, M.E.Q., Pessoa Jr, O. (Orgs.) Auto-organização: estudos interdisciplinares. Campinas: CLE/ UNI-CAMP, p. 365-380. (Coleção CLE, v. 18) 1996.

CAMARGO, Luis Henrique Ramos de. **A ruptura do meio ambiente: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 240 p.

CAMPOS, J.E.G.; DARDENNE, M.A.; GONZAGA, G. M. Sobre a idade cretácea inferior dos conglomerados diamantíferos da região de Canabrava - MG. In: CONOR. BRAS. GEOL., 37. São Paulo, 1992. **Boletim de Resumos Expandidos...** São Paulo, SBG.

CAMPOS, José Eloi Guimarães; DARDENNE, Marcel Auguste. Estratigrafia e sedimentação da bacia sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n.3, p. 269-282, set. 1997.

CAMPOS J.E.G.; DARDENNE M. A. A Glaciação Neopaleozóica na Porção Meridional da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**. Ano 1994 v. 24(2): p. 65-76, 1994.

CAPEL, Horacio. **La morfología de las ciudades**. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2002. 544p.

CASTRO, Iná Elias de. **O Problema da Escala**. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo César da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato. Geografia: Conceitos e Temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 117-140.

CAVALCANTI E RODRIGUES 1998. MATEO, J. M. La ciencia Del paisaje a la luz Del paradigma ambiental. **Cadernos de Geografia**. Belo Horizonte, v.8, n.10, 1998.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS – CETEC. **Os recursos naturais na área do POLOCENTRO**. In: Fundação João Pinheiro, 15 (5, 6). Belo Horizonte, maio-agosto/1985.

CHALMERS, A. F. **O que é a ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993. 225 p.

CHIAVEGATTO, J. R. S. **Análise estratigráfica das sequências tempestivas da Fm. Três Marias (Proterozóico Sup), na porção meridional da bacia do São Francisco.** 1992.196 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

CHISHOLM, N.D.I. **General Systems Theory and Geography.** Transactions of the Institute of British Geographers 42, Dec. 1967. p. 45-52.

CHRISTOFOLETTI, A. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Boletim de Geografia Teórica** 16-17 (31-34 e 119-128), Rio Claro, 1986-1987.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em geografia.** Hucitec, 1979. 106 p.

CÍCERO, Antônio. **O mundo desde o fim.** Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1995.

COMPANHIA AGRÍCOLA DE MINAS GERAIS. **Plano de desenvolvimento integrado do noroeste mineiro - Planoroeste II.** Plano Diretor. Belo Horizonte: CAMIG, vol VIII, 1980.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. **Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais – Projeto Alto Paranaíba** – Capítulo XII. Folha Serra das Almas: SE-23-Y-B-II (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. **Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais** – Projeto Alto Paranaíba –Folha Serra das Almas SE-23-Y-B-II (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. **Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais** – Projeto Alto Paranaíba – Folha Bocaina SE-23-V-D-I (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. **Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais** – Projeto Alto Paranaíba – Folha Canabrava SE-23-V-D-II(2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. **Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais** – Projeto Alto Paranaíba – Folha Serra do Jatobá SE-23-V-D-III (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. **Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais** – Projeto Alto Paranaíba – Folha João Pinheiro SE-23-V-D-IV (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. **Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais** – Projeto Alto Paranaíba –Folha Rio do Sono SE-23-V-D-V (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS.
Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais – Projeto Alto Paranaíba
– Folha Chapadão dos Gerais SE-23-V-D-VI (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS.
Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais – Projeto Alto Paranaíba
– Folha Presidente Olegário SE-23-Y-B- (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS.
Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais – Projeto Alto Paranaíba
– Folha Serra das Almas SE-23-Y-B-II (2011).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS.
Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais – Projeto Alto Paranaíba
–Folha Três Marias SE-23-Y-B-III (2011).

CNES/SPOT IMAGE. 10 de março de 2013. **Imagem US Geological Survey © 2013**
MapLink/ Tele Atlas.

COUTINHO, L.M. **O conceito de cerrado.** Revista de Botânica. v. 1, 1978, p. 17-23.

CULLING, W. E. H. **Multicyclic streams and the equilibrium theory of grade.** Jour.
Geology, v. 65 (3): 1957, 259-274 p.

DANCHIN, A. **“Entropie et Ordre Biologique”.** Recherche, v. 9, n. 92, p. 788-792,1978.

DARDENE M. A. Síntese sobre a Estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In:
Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife: **Anais, SBG**, v.2, 597-610. 1978

DE MARTONE, E. Problemas geomorfológicos do Brasil atlântico. **Revista Brasileira de**
Geografia. 5 (4):3-30. 1943a.

DE BIASI, Mario. A carta climográfica: os métodos de representação e sua confecção.
Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 6, p 45-60, 1992.

DIAS, Jailton. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica: o exemplo de**
Bonito, MS. 1998. 183 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual
Paulista, Presidente Prudente.

DIAS, Jailton. A região Carstica de Bonito, MS. Uma proposta de zoneamento geoecológico
a partir de unidades de paisagem. **Ensaio e Ciência.** Universidade para o desenvolvimento
do Estado e da região do Pantanal. Campo Grande, 2000, ano 4, n. 1, p. 9-43.

DIAS, Janice; SANTOS, Leonardo. **A paisagem e o geossistema como possibilidade de**
leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural. Confins. 2011. Disponível em:
<<http://confins.revues.org/10>; DOI : 10.4000/confins.10>. Acesso em: 23 de abril de 2012.

DICKINSON, R. E. **Kant e a Geografia: uma síntese.** In: The Makers of Modern
Geography. Tradução de Amorim Filho. London: Routledge and Kegan Paul, 1978.

DICKINSON, R. E. **Os continuadores de Humboldt e Ritter na escola Alemã de Geografia**: Ferdinand Von Richthofen (1833-1905). In: The Makers of Modern Geography. Tradução de Amorim Filho. London: Routledge and Kegan Paul, 1978.

DOLLFUS, Olivier. **O espaço geográfico**. Tradução Heloysa de Lima Dantas. Col. Saber Atual. São Paulo: Ed. DIFEL, 1972, 121p.

DOLLFUS, Olivier. **A análise geográfica**. São Paulo: Difusão Europeia do Livro. 1973. 130 p.

DREW, D. **Processo interativos homem-meio ambiente**. Tradução de João A. dos Santos. São Paulo: DIFEL, 1986.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FARIA, Ivani Ferreira de. **Ecoturismo indígena. Território, Sustentabilidade, Multiculturalismo: princípios para a autonomia**. 2008. 204 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, São Paulo.

FERRI, M. G. Ecologia dos cerrados. In: IV Simpósio sobre o cerrado – Bases para utilização agropecuária. 1976. Brasília, DF. **Anais**: Belo Horizonte. Itatiaia, São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1977, p. 15-36.

FERNANDES, A. G. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998. 339 p.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Geomorfologia: conceitos e técnicas atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

FRAGOSO, Daniel Galvão Carnier; UHLEIN, Alexandre.; SANGULARD, Júlio Carlos Destro; SUCKAU, Guilherme Labaki; GUERZONI, Henrique Trópia Granja; FARIA, Paulo Henrique. Geologia dos grupos Bambuí, Areado e Mata da Corda na folha Presidente Olegário (1:100.000), MG: registro deposicional do neoproterozóico ao neocretáceo da Bacia do São Francisco. **Geonomos**, UFMG, Belo Horizonte 19(1): 28 – 38, 2011.

FREITAS, Jeanne Marie Ferreira. **Paisagem urbana: uma abordagem geográfica contemporânea**. 2007. 364 f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Belo Horizonte.

FREITAS, R.O. Relevos policíclicos na tectônica do Escudo Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 7:3-19, 1951.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. **Os recursos naturais na área do Polocentro**. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte: 15 (5.6) maio, junho, julho, agosto/86.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria Técnica. **Geografia do Brasil – Região Sudeste**. Rio de Janeiro, SERGRAF, 1977. 667 p.

GLEICK, J. **Caos, a criação de uma nova ciência**. Rio de Janeiro, Campus, 1991.

GOODLAND, R. J. A. **Plants of the cerrado vegetation of Brazil**. Phytologia, Plainfield, [Estados Unidos]: H. N. Moldenke and A. L. Moldenke, v. 20, n. 2, p. 57-78, Jun. 1970.
Disponível em: <<http://www.biodiversitylibrary.org/item/47031#page/67/mode/1up>>.
Acesso em: nov. 2012.

GOMES, Edivânia Torres Aguiar. **Paisagem: registros de conceitos a partir da geografia alemã**. In: VASCONCELOS, P. A., SILVA, Sylvio B. M. (Org.). Novos estudos de geografia urbana brasileira. Salvador: Editora da UFBA, 1999. p.121-142.

GOMES, Paulo César da Costa. **Geografia e Modernidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 366 p.

GOMES, Paulo César da Costa. **Um lugar para a Geografia: Contra o simples, o banal e o doutrinário**. In: Espaço e Tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico. Mendonça, F. de A., Lowen-Sahr, C. L., Silva, M. da (orgs). Curitiba: ADEMADAN, 2009. 740 p.

GONDOLO; G. C. F. **Desafios de um sistema complexo à gestão ambiental: bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo**. 1ª edição. São Paulo: Annablume/FAPESP, 1999. 162 p.

GONZAGA, G.M.; TOMPKINS, L. A.. **Geologia do diamante**. In: Principais Depósitos Minerais do Brasil. Brasília, DNPM-CPRM. v. 4A. 1987.

GRIGG, D. **Regiões, modelos, classes**. In: HAGGET, P.; CHOLEY, R.J. (Orgs.). Modelos Integrados em Geografia. São Paulo: EDUSP/Livro Técnico. 1974 p. 23-66.

GRIGORIEV A. A. **The theoretical fundaments of modern physical geography. The interaction of sciences in the study of the earth**. Moscou, 1968. p.77-91.

GEORGE, PIERRE. **Geografia de la energia**. Barcelona: Omega, 1952. 424 p.

GUERRA, Antônio Teixeira Guerra; CUNHA, Sandra Baptista da. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 416 p.

GUERASIMOV, J. **Problemas metodológicos de la ecologización de la ciencia contemporánea**. La sociedad y el medio natural. Moscou: Editora Progreso, p. 57-74, 1963.

HACK, J. T. **Interpretation of erosional topography in humid temperate regions**. Am. Jour. Sci., v. 258-A, 1960, p. 80-97.

HUMBOLDT, Alexander Von. **Cosmos: ensayo de una descripción física del mundo**. Madrid: Los libros de la Caracata. 2011. Disponível em <https://archive.org/details/cosmosensayodeun01humboldt>. Acessado em: 25 de maio de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil: uma visão geográfica dos anos 80**. Solange Tietzmann Silva (coord.). Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 345 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=310620>. Acesso em 21 de maio de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS**. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/> Acesso em 20 de agosto de 2013.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Lista de municípios situados no bioma cerrado para medidas e ações prioritárias de monitoramento e controle do desmatamento ilegal, ordenamento territorial e incentivo a atividades econômicas ambientalmente sustentáveis, manutenção de áreas nativas e recuperação de áreas degradadas em 2012**. Centro de Documentação/ CDOC. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/intranet/download/arquivos/cdoc/biblioteca/resenha/2012/marco/Res2012-03-26DOUICMBio.pdf>. Acesso em 20 de julho de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Histórico de João Pinheiro**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/historicos_cidades/historico_conteudo.php?codmun=313630. Acesso em 12 de maio de 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Balanço Hídrico Climatológico de João Pinheiro**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/balancoHidricoClimatico> Acesso em 23 de março de 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos pluviométricos dos anos 1978, 1980, 1990, 2000, 2010. Estação – João Pinheiro**. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf Acesso em 23 de março de 2013.

JATOBÁ, Lucivânio.; LINS, Rachel Caldas. **Introdução à geomorfologia**. Recife: Bagaço, 1998. 150 p.

JACKSON, John. B. **Discovering the vernacular landscape**. In: AGNEW, J.; LIVINGSTONE, D. N.; ROGERS, A. (ed.). Human geography: an essential ontology. Oxford: Blackwell Publishers, 1999. p. 316-328.

KER, João Carlos. Latossolos do Brasil: uma revisão. Revista de Geociências – **Geonomos**. UFMG: Belo Horizonte. Volume V, nº 1, julho 1997. p. 17- 40.

KING, L. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: IBGE. v. 2, n. 18, p. 147-265, 1956.

KOHLER, Heinz Charles. A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 3, n. 1, p. 11-19, 2002.

LANZA, Daniela Aparecida. **Mapeamento, caracterização e correlação de superfícies de aplainamento no norte de Minas Gerais e leste de Goiás 2012**. Monografia, 40 p. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2007.

LENCIONI, Sandra. **Região e Geografia**. São Paulo: Edusp, 2004. 214 p.

LIMA, Samuel do Carmo.; QUEIROZ NETO, José Pereira. As veredas e a evolução do relevo. **Sociedade e Natureza**, 5: 481-488, Uberlândia, 1996.

MACEDO, Jamil. **Solos do Cerrado**. In: Solos altamente suscetíveis à erosão. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP/SBCS. Jaboticabal, 1994. 253 p.

MESCERJAKOV, J. P. Lês Concepts de morphostructure et de morphosculture: un novel instrument de l' analyse géomorphologique. **Annales de Geographie**, 77 années, n. 423, p. 539-552, 1968.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Mapa de solos do estado de Minas Gerais: legenda expandida** / Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p.

MARTIUS, Carl Friedrich Philipp von. **A fisionomia do reino vegetal no Brasil**. Arquivos do Museu Paranaense, v. 3, p. 239-71, 1943.

MARTIUS, Carl Friedrich Philipp von (1840-1906). **Flora Brasiliensis**. Disponível em: <<http://florabrasiliensis.cria.org.br/>>. Acesso em: 13 de julho 2011.

MEIER, Richard L. **A Communication Theory of Urban Growth**. Cambridge, MIT Press, 1966. 184 p.

MELO, Dirce Ribeiro de. Contribuição ao Estudo Geomorfológico de Veredas: região de Pirapora/MG. In: ENCONTRO DE PESQUISA DO IGC/Napq, 2º, UFMG, 1978, **Resumos...** Belo Horizonte: IGC/UFMG, 1978.

MELO, Dirce Ribeiro de. **Evolução das veredas sob impactos ambientais nos geossistemas planaltos de Buritizeiro/MG**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Geociências. Belo Horizonte: (Tese de Doutorado) 2008. 341 p.

MELO, Dirce Ribeiro de. ESPINDOLA, C. R. **As veredas nos planaltos de buritizeiro/mg: estágio atual dos conhecimentos**. V Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia, Setembro/2006.

MELO, Kelly Cristina de. Geoecologia da paisagem do município de Ubatuba – SP. **Revista GEONORTE**, Edição Especial, v.3, n.4, p. 997-1009, 2012. p. 997-1009.

MINAS GERAIS. **Lei nº 9.682 de 12 de outubro de 1988**. Altera a ementa e o artigo 1º da Lei nº 9.375, de 12 de dezembro de 1986, que declara de interesse comum e de preservação permanente os ecossistemas das veredas do vale do Rio São Francisco e dá outras

providências. Diário do Executivo, Belo Horizonte, 13 out. 1988.

MINAS GERAIS. **Lei 9.375 que dispõe sobre a proteção das veredas como áreas de preservação permanente 1986**. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/1/816-seminario-no-norte-de-minas-discute-veredas>. Acesso em 17 de agosto de 2013.

MINAS GERAIS. **Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Noroeste do Estado de Minas Gerais - Planoroeste II**. Belo Horizonte: S/E vol. VII. 1980. 248 p.

MINAS GERAIS. **Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Noroeste do Estado de Minas Gerais - Planoroeste II**. Belo Horizonte: S/E vol. XIV. 1980. 100 p.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **São Francisco**. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/saofrancisco/rio/numeros.asp>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado - Programa Cerrado Sustentável**. Ministério do Meio Ambiente – Brasília: MMA, 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf/_arquivos/programa_bioma_cerrado.pdf Acesso em 4 de março de 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado** / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA, 2011. 200 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/201/_arquivos/ppcerrado_201.pdf. Acesso em 20 de outubro de 2011.

MISTRY, J. **World savannas: ecology and human use**. Great Britain: Pearson Education Limited, Pretence Hall, 2000. 344 p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2001. 127 p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis. Ed da UFSC. 1991. 241 p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas agrárias e urbanas ao problema da elaboração de modelo de avaliação**. In: SIMPÓSIO SOBRE A COMUNIDADE VEGETAL COMO UNIDADE BIOLÓGICA, TURÍSTICA E ECONÔMICA, 1978, Recife. Anais..., São Paulo: Academia de ciências do estado de São Paulo, 1978.

MORAES REGO, L. F. Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênese. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 4, n. 37, p. 9-17, abril de 1946 (e), n. 38, p. 122 -132, maio de 1946.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina. 2007. 120 p.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil 1998, 344 p.

NASCIMENTO, F. R. do; SAMPAIO, J. L. F. Geografia Física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 6/7, n. 1, p. 167-179, 2004/2005.

NEVES, Cláudia Milene Nascente da.; SILVA, Marx Leandro Naves.; CURI Nilton.; MACEDO, Renato Luiz Grisi; TOKURA, Alessandra Mayumi. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, set.out., 2004.

NICOLIS, G.; PRIGOGINE, I. **À la rencontre du complexe**. Paris: Presses Universitaires de France, 1992.

NIMER, E. Climatologia da Região Sudeste do Brasil: Introdução à Climatologia Dinâmica - Subsídios à Geografia Regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, Ano 34, n. 1, p. 3-48, jan./mar. 1972.

NIMER, E.; BRANDÃO, A. M, P. M. **Balanço hídrico e clima da região dos cerrados – IBGE – Departamentos de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**, Rio de Janeiro, 1989.

ODUM, E. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara. 1983.

PENCK, W. **Morphological analysis of land forms**. London: Macmillan and Co. 1953.

PICKLES, John. **Phenomenology, science geography**. Cambridge, Cambridge University Press, 1985, 202 p. (p. 41-45). Traduzido pelo professor Oswaldo Bueno Amorim Filho.

PINHO, J. M.; DARDENNE, M. A. 1994. Comportamento da Falha João Pinheiro na região homônima, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Camboriú, SC. **Boletim de Resumos Expandidos**. Camboriú, SC Camboriú: Sociedade Brasileira de Geografia, 1994, v.1, p.249-250.

PINTO, Júlio M. M.; DARDENNE A. Marcel; RIGOBELLO, Antônio E. **Caracterização da Movimentação Transcorrente da Falha Vazante-MG**. http://sbgeo.org.br/pub_sbg/cbg/1990-NATAL/CBG.1990.vol.5.pdf. Acessado em 01/02/2013.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. **Plano de desenvolvimento integrado do noroeste mineiro - Planoroeste II**. Belo Horizonte: CETEC, 1985.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - **Programa de Desenvolvimento dos Cerrados – POLOCENTRO**. Belo Horizonte: CETEC, 1980.

PONÇANO, W.L.; ALMEIDA, F.F. de. Superfícies erosivas nos planaltos cristalinos do leste paulista e adjacências: uma revisão. **Cadernos IG/UNICAMP**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 55-90, 1993.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança**. Brasília: Editora da UNB, 1984. 182 p.

REBOUÇAS, Aldo C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: 2002. 703 p.

RIBEIRO, Ricardo. Ferreira. **Florestas Anãs do Sertão - o Cerrado na História de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. 480 p.

RIBEIRO, R; WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina: EMPRAPA-CPAC, 1998, p. 89-166.

RICHLING, A.; MATEO, J. M. **Utilización de los Métodos Físico-Geográficos Completos de las Investigaciones de Cuba y Polônia**. Actas Latinoamericanas de Varzovia, Warszawa. 1991.

RIGONATO, Valney Dias. **A dimensão sociocultural das paisagens do cerrado goiano: o distrito de Vila Borba**. In: Tantos Cerrados: múltiplas abordagens sobre a biogeodiversidades e singularidade cultural. ALMEIDA, Maria Geralda (Org.) Goiânia, Ed. Vieira, 2005. 348 p.

RIMBERT, Sylvie. **Les paysages urbains**. Paris: Armand Colin, 1973. 240 p.

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro: IBGE, ano 25, n. 1, p. 3-64, jan./mar. 1963. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php>. Acesso em: out. 2012.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro. Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997, 747 p.

RODRIGUES, Cleide. A Teoria Geossistêmica e suas Contribuições aos Estudos Geográficos e Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 14. USP: São Paulo, 2001, p. 69-77.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. **Apuntes de geografia de los paisagens**. Havana: Imprenta Andre Voisin, 1984.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo, EDSON Vicente da Silva. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 01, número 01, 2002, p. 95-112.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A. **Geoecologia das paisagens: uma visão sistêmica da análise ambiental**. Edições UFC, Fortaleza, 2004. 222 p.

ROUGERIE, G.; Beroutchachvili, N. **L'émergence du sens paysager**. In: Géosystèmes et paysages: Bilan et méthodes. Paris: Armand Colin, 1991.

ROSS, Jurandyr L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH-USP. São Paulo, n. 8, 1994.

ROSS, Jurandyr L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, FDFCH-USP, n. 6, p. 17-29, 1992.

ROSS, Jurandyr L. S. Geomorfologia aplicada aos EIA-Rimas. In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. da. (Orgs.) **Geomorfologia e meio Ambiente**. Cap. 6. p. 291-336. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996,

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

RIGONATO, Valney Dias. **O modo de vida das populações tradicionais e a interrelação com a paisagem do cerrado da microrregião da Chapada dos Veadeiros: o distrito de Vila Borba**. Dissertação de Mestrado. Goiana. IESA, 2004.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro. Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997. 747 p.

SAMPAIO, Jarbas Lima Dias. **Inventário digital da Apa (área de proteção ambiental) carste Lagoa Santa e algumas implicações**. 2009. 195 f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PPGG-TIE, Belo Horizonte.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa, CPAC, 1998, 556 p.

SANO, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L.; Ferreira Jr, L. G. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados. Planaltina: Embrapa Cerrados (**Boletim de Pesquisa**), 2007.

SANTOS, L. B. dos. Aspecto geral da vegetação do Brasil. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro: IBGE, ano 1, n. 5, p. 68-73, 1943. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php>. Acesso em: set. 2012.

SANTOS, Marcio Pereira. **O espaço humanizado, a paisagem humanizada e algumas reflexões sobre a paisagem em São Paulo no século XVIII e XIX**. 2006, 192 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SANTOS, Marcio Pereira. **A paisagem como imagem e representação do espaço na geografia humana**. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, nº 28, pp. 151 - 165, 2009.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado. Fundamentos teóricos e metodológicos da geografia**. São Paulo: Hucitec, 1988.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção** / Milton Santos. - 4. ed. 2. reimpressão. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, Raphael David dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, 2005. 91 p.

SAINT-HILAIRE, Auguste de. **Viagem à Província de Goiás**. Ed. Itatiaia; São Paulo. Ed. Da Universidade de São Paulo, 1975.

SAWASATO, E. Y. **Estruturação da porção meridional da Bacia Alto-Sanfranciscana - Cretáceo do oeste de Minas Gerais**. 1995. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

SAWYER, DONALD. Fluxos de carbono na Amazônia e no cerrado: um olhar socioecossistêmico. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 149-171, jan./abr. 2009.

SAWYER, Donald; LOBO, Andréa de Souza. O papel da sociedade no estabelecimento de políticas públicas para as savanas. In: FALEIRO, Fábio Gelape; FARIAS NETO, Austeclínio Lopes de (Eds.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. p.1153-80, 2008.

SERVA, M. **O paradigma da complexidade e a análise organizacional**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 27-35, 1992.

SGARBI, G. N. C. Arenitos eólicos da Formação Areado (Bacia Cretácea do São Francisco): caracterização, diagênese e aspectos químicos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 21, n. 8, p. 342-354, 1991.

SGARBI, G. N. C. **Geologia da Formação Areado: Cretáceo Inferiora Médio da Bacia Sanfranciscana, Oeste do Estado de Minas Gerais**. 1989. 324 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SGARBI, G. N. C., SGARBI, P. B. A., CAMPOS, J. E. G., DARDENNE, M. A., PENHA, U. C. (2001). Bacia Sanfranciscana: o Registro Fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: PINTO, C. V., MARTINS-NETO, M. A., editores (2001). Belo Horizonte, **SBG-MG**, p. 93-138. (IX Simpósio de Geologia de Minas Gerais).

SILVA, E. V. da, GORAYEB, A., RODRIGUEZ, J. M. M. Geoecologia das Paisagens, Cartografia Temática e Gestão Participativa: Estratégias de Elaboração de Planos Diretores Municipais. **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física**. Universidade de Coimbra. 2010.

SILVA, Edson Vicente da. Geografia Física, Geoecologia da Paisagem e Educação Ambiental Aplicada: Interações Interdisciplinares na Gestão Territorial. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.4, n.4, p.175 – 183, 2012.

SILVA, S. F. da. **Linguagem do desenho técnico**. Rio de Janeiro: Editora Livraria Técnica e Científica Ltda., 1984, 151 p.

SOARES FILHO, B. S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. 1998. 299 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). São Paulo.

SOTCHAVA, V. B. O. **Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre. Métodos em Questão**. São Paulo: Instituto de Geografia, 1978.

SOTCHAVA, V. B. O. **O Estudo dos Geossistemas. Métodos em Questão**. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1977.

STRAHLER, A. N. **Equilibrium theory of erosional slopes, approached by frequency distribution analysis.** Am. Jour. Sci., v. 248, 1950, p. 673-696, 800-814.

STRAHLER, A. N. **Dynamic basis of geomorphology:** Geol. Soc. America Bull., v. 63, 1952 A, p. 923-938.

TELLES, Dirceu D'Alknin. A qualidade da água na agricultura. **Boletim Técnico – FATEC/SP**, n. 2, setembro/95. São Paulo-SP. 16 p. 1995.

TELLES, Dirceu D'Alknin. **Água na agricultura e pecuária.** In: Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. REBOUÇAS, A. da C. BRAGA, B. TUNDISI, J. G. (Orgs.) São Paulo : Escrituras Editora, 2002. 703 p.

TOMPKINS, L.A. ; GONZAGA, G.M. Diamond in Brazil and a proposed model for the origin and distribution of diamonds in the Coromandel region, Minas Gerais, Brazil. **Econ. Geol.**, 84:591-602. 1989.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Recursos Naturais e Meio ambiente. Diretoria Técnica, 1977. 97 p.

TRICART, J. **Écogéographie des espace ruraux: contribution méthodologique au Progrmme Internacional Géosphere-Biosphère.** Paris: Nathan, 1994. 187 p.

TRICART, J. Dangers et risques naturels et technologiques. **Annales de géographie**, nº 565, p. 257-288, 1992.

TRICART, J. **O campo da dialética em Geografia.** In: GUSMÃO PINTO, J. M. Reflexões sobre a Geografia. São Paulo: AGB, 1980.

TROPPMAIR, R. H. **Biogeografia e meio ambiente.** Graf-Set, Rio Claro: 1995. 259 p.

TROPPMAIR, H. **Sistemas/ Geossistemas/ Geossistemas Paulistas/ Ecologia da Paisagem.** Edição do autor. Rio Claro, 2004. 130 p.

VAN RAIJ. B. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo; Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343 p.

VASCONCELOS, Flavio de Moraes, TUNDISI, José Galiza MATSUMURA, Takako. **Avaliação da Qualidade de Água – Base tecnológica para a Gestão Ambiental.** Belo Horizonte: SMEA, 2009.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira – Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL**, Série Vegetação, Salvador, n. 1:1-80, 1982.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php>. Acesso em: out. 2012.

VERSTAPPEN, H. Th. **Applied Geomorphology: Geomorphological surveys for environmental development.** Amsterdam: Elsevier, 1983

WALTER, Bruno Machado Telles. **Fitofisionomias do bioma cerrado: síntese terminológica e relações florísticas.** 2006. 373 p. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília. Brasília.

ZONNEVELD, I. S. **The land unit – a fundamental concept in landscape Ecology, and its applications.** Landscape Ecology, Holanda, SPB – Academia Publishing Hague, n. 2, col. 3 p. 67-86, 1989.

ANEXOS