

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ALEXSANDER DE OLIVEIRA

FRAGILIDADE AMBIENTAL NO SETOR NORTE DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE
FORA (MG): SUBSÍDIOS DA GEOMORFOLOGIA AO PLANEJAMENTO URBANO

JUIZ DE FORA
2016

ALEXSANDER DE OLIVEIRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Fragilidade ambiental no setor norte do município de Juiz de Fora (MG): subsídios da geomorfologia ao planejamento urbano

Orientador: Prof. Dr. Roberto Marques Neto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

JUIZ DE FORA
2016

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

Oliveira, Alexsander de .
FRAGILIDADE AMBIENTAL NO SETOR NORTE DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA (MG) : SUBSÍDIOS DA GEOMORFOLOGIA AO PLANEJAMENTO URBANO / Alexsander de Oliveira. -- 2016.
148 f. : il.

Orientador: Roberto Marques Neto
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2016.

1. Morfodinâmica. 2. Fragilidade ambiental. 3. Planejamento urbano. I. Marques Neto, Roberto, orient. II. Título.

FRAGILIDADE AMBIENTAL NO SETOR NORTE DO MUNICÍPIO DE
JUIZ DE FORA (MG): SUBSÍDIOS DA GEOMORFOLOGIA AO
PLANEJAMENTO URBANO

ALEXSANDER DE OLIVEIRA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Área de Concentração Espaço e Ambiente, linha de pesquisa Dinâmicas Sócio-Ambientais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 14 / 04 / 2016



Prof. Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross (Membro Externo)
Universidade de São Paulo



Prof. Dr. Pedro José de Oliveira Machado (Membro Interno)
Universidade Federal de Juiz de Fora



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

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha amada esposa Giselle Antunes de Oliveira e aos meus filhos João Victor Antunes de Oliveira e Lucas Antunes de Oliveira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família. A todos os amigos e professores do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGEO-UFJF). Deixo aqui um agradecimento especial ao meu orientador; professor Roberto Marques Neto, por todo seu conhecimento disponibilizado em prol do conhecimento geomorfológico. Também aos componentes da banca examinadora que muito contribuíram para o resultado aqui apresentado, sobretudo ao professor Jurandir Luciano Sanches Ross pela presteza em atender ao convite de participação na banca de defesa e pela contribuição impar dada para conclusão deste trabalho. Por fim, agradeço a Capes pelo pagamento de bolsa em 75% do período de curso, pois contribuiu para manutenção e investimento na pesquisa.

EPÍGRAFE

“As ciências geográficas, necessariamente, têm que pensar no território que tem chão, que tem solo, que tem drenagens, que tem geleiras em alguns lugares, que tem vulcões em outros, que tem terras trementes, etc. Mas o principal das ciências geográficas é pensar na projeção dos homens sobre o espaço herdado da natureza”.

(AB’SÁBER 2003)

RESUMO

O crescimento populacional impulsiona a expansão urbana das cidades. A geomorfologia aplicada torna-se indispensável, à medida que o homem se apropria do relevo para construir sua moradia e reproduzir a vida, pois ocorrem alterações nos sistemas ambientais que constituem a base onde a sociedade se projeta. O urbano precisa ser entendido como um todo complexo, sobre o qual ocorrem processos que mudam as formas. Também acontecem mudanças nas formas que, alteram os processos. Qualquer tipo de alteração promovida pelos assentamentos urbanos, por mais sutil que seja, poderá provocar variações que se perpetuam no tempo e no espaço, muitas vezes irreversíveis e danosas às sociedades. O objetivo principal desse trabalho constitui-se em estudar a dinâmica do sistema geomorfológico pelo prisma da interpretação Ecodinâmica proposta por Tricart (1977). Objetiva-se também determinar a fragilidade ambiental a partir da proposta metodológica de Ross (1994), utilizando o conceito de Unidades Ecodinâmicas. Ao se estabelecer a fragilidade ambiental é possível avaliar as áreas nas quais poderão surgir quadros mais acentuados de instabilidade frente a projeção da sociedade sobre o meio. Assim, pode-se subsidiar ações de planejamento que restrinjam ou (re)direcionem o uso e ocupação da terra, de forma a prevenir ou minimizar o surgimento de problemas relacionados à qualidade ambiental. O estudo foi aplicado em uma área denominada de Setor Norte do Município de Juiz de Fora. Este setor foi selecionado por conter variados tipos de uso da terra e cobertura vegetal, com alguns ambientes naturais e outros antrópicos de uso urbano e rural. Como aporte foram utilizados dados secundários fruto de trabalho em gabinete e campo, para a caracterização de fatores primordiais: geologia, relevo (compartimentação, dissecação vertical, declividade), solos, uso da terra/cobertura vegetal e clima.

Palavras chave: morfodinâmica. fragilidade ambiental. planejamento urbano.

ABSTRACT

Population growth drives urban sprawl of cities. The geomorphology applied becomes indispensable, as the man appropriates relief to build your house and reproduce life, because there are changes in environmental systems that form the basis on which society projects. The city to be understood as a complex whole, on which there are processes that change the shapes. Also take place changes in ways that alter the processes. Any type of change promoted by urban settlements, however subtle it may be, may cause variations that are perpetuated in time and space, often irreversible and damaging to companies. The main objective of this work is constituted to study the dynamics of geomorphological system for the interpretation of the prism ecodynamic proposed by Tricart (1977). Lens will also determine the environmental fragility from the methodological proposal of Ross (1994), using the concept of Ecodinâmicas units. By establishing the environmental fragility it is possible to assess the areas which may appear more pronounced frames facing instability to the projection of society on the environment. So you can support planning actions that restrict or (re) to target the use and occupation of land in order to prevent or minimize the emergence of the environmental quality problems. The study was applied to an area called North Juiz de Fora Municipality Sector. This sector was selected because it contains different types of land use and vegetation cover, with some natural environments and other man-made urban and rural use. As input were used secondary data result of work in the office and field, for the characterization of key factors: geology, relief (compartmentalization, vertical dissection, slope), soils, land use / land cover and climate.

Keywords: Morphodynamics. environmental fragility. Urban planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os sistemas antecedentes controladores do sistema geomorfológico.	25
Figura 2 - Relação sociedade, natureza, sistema produtivo	40
Figura 3 - Exemplo de como calcular a dissecação vertical	53
Figura 4 - Localização do município de Juiz de Fora.....	59
Figura 5 - Localização do Setor Norte no município de Juiz de Fora.....	60
Figura 6 - Bacias que compõem o Setor Norte.....	61
Figura 7- Antiga saibreira (Caracol)	62
Figura 8 - Carta geológica e litológica do Setor Norte	64
Figura 9 - Altimetria de Juiz de Fora	66
Figura 10 - Carta de solos Setor Norte.....	69
Figura 11 - Categorias de dissecação vertical do relevo – Setor Norte	75
Figura 12 - Carta de declividade - Setor Norte	77
Figura 13 - Construção de muro de arrimo em área ocupada com relevo de dissecação vertical forte, categorizado como morro (Dm).....	78
Figura 14 - Placa de obra de contenção de encostas	79
Figura 15 - Talude revestido com massa sem obra estrutural em relevo de dissecação forte caracterizado como morro (Dm).....	79
Figura 16 - Talude revestido com massa sem obra estrutural em relevo de dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).....	80
Figura 17 - Talude revestido com massa sem obra estrutural em relevo de dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).....	80
Figura 18 - Compartimentação Geomorfológica - Setor Norte.....	83
Figura 19 - Erosão em sulcos a beira de caminho, agravada por pisoteio do gado em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).....	84
Figura 20 - Erosão em sulcos agravada por pisoteio do gado em relevo com dissecação forte, caracterizado como morro (Dm).....	84

Figura 21 - Pastagem degradada com erosão laminar severa em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).....	85
Figura 22 - Pastagem degradada com erosão laminar severa, em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).....	86
Figura 23 - Aterro sobre área de nascente no bairro Santa Cruz às margens da BR 040.....	87
Figura 24 - Aterro na planície do Ribeirão das Rosas no bairro Grama	87
Figura 25 - Horta cercada pela expansão urbana na planície do Ribeirão das Rosas	88
Figura 26 - Movimento de massa e desmoronamento de casa em 25 de dezembro de 2013.....	90
Figura 27 - Encosta com atividade morfodinâmica intensa em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote (Dmr).	91
Figura 28 - Construção interdita após ser atingida por processos morfodinâmicos em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote (Dmr).	92
Figura 29 - Uso da terra e cobertura vegetal - Setor Norte.....	94
Figura 30 - Loteamento fora do perímetro urbano na bacia do Ribeirão Espírito Santo	96
Figura 31- Loteamentos fora do perímetro urbano	97
Figura 32 - Loteamento irregular que promoveu a supressão de várias espécies arbóreas.....	98
Figura 33 - Loteamento Novo Triunfo assentado em relevo de dissecação média, caracterizado como morrote de topo aplainado (Dmrap).....	99
Figura 34 - Loteamento Parque das Águas assentado em relevo caracterizado como morro (Dm)	99
Figura 35 - Loteamento Parque das Águas com vista das encostas à montante....	100
Figura 36 - Escorregamento provocado por corte feito para implantação de rodovia em relevo com dissecação vertical média, categorizado como morrote com topo aplainado (Dmrap)	101
Figura 37 - Loteamento com obras paradas e submetido a processo erosivo severo com perda de solo e saprolito.	102
Figura 38 – Carta de fragilidade ambiental a processos morfodinâmicos.....	104

Figura 39 - Área degradada com pastagem e pista de MotoCross.....	105
Figura 40 - Morrote com topo aplainado (Dmrap) classificado como fragilidade média na carta de fragilidade ambiental (A).....	106
Figura 41 - Encosta ocupada sobre relevo fortemente dissecado e com setores de alta fragilidade ambiental	107
Figura 42 - Moradias precárias construídas em relevo fortemente dissecado com alguns setores classificados como de alta fragilidade ambiental	107
Figura 43 - Encosta ocupada sobre relevo fortemente dissecado e com setores de alta declividade	108
Figura 44 - Rua Nelson José de Abreu, um dia após movimento de massa e corrida de lama	109
Figura 45 - Residências sobre encosta com alta fragilidade ambiental após processo morfodinâmico	110
Figura 46 - Corte realizado para encaixe de prédio em encosta fortemente dissecada	111
Figura 47 - Prédio encaixado na encosta	112
Figura 48 - Fragilidade ambiental na bacia do Ribeirão Espírito Santo	115
Figura 49 - Placa com registro de licenciamento ambiental da mineradora Morro Alto	116
Figura 50 - Encosta com alta fragilidade ambiental sob exploração mineral em quartzito	116
Figura 51 - Fragilidade ambiental da BHRE	118
Figura 52 - Fragilidade Ambiental da BHRB.....	120
Figura 53 - Solo exposto em cortes às margens da represa DR. João Penido. Relevo com dissecação média, caracterizado como morrote (Dmr).....	121
Figura 54 - Carta de fragilidade ambiental da BHRR	124
Figura 55 - Encosta movimentada na (BHRR) com resquícios de antigos muros de pneus.....	125
Figura 56 - Saibreira em atividade na BHRR	125
Figura 57 - Ravina em franca evolução para voçoroca na BHRR.....	126
Figura 58 - Talude cortado com processos erosivos lineares na BHRR.....	127

Figura 59 - Talude após recuperação com biomanta na BHRR	127
Figura 60 - Carta de fragilidade ambiental da BHCI	129
Figura 61 - Processos erosivos na antiga saibreira (Caracol) vistos de cima	130
Figura 62 - Célula arenosa desagregada na antiga saibreira Caracol	130
Figura 63 - Carta de fragilidade ambiental da BHCH	132
Figura 64 - Encosta de pasto com processos erosivos difusos na BHCH	133
Figura 65 - Marcas na paisagem deixadas por antigas saibreiras na BHCH	133
Figura 66 - Água pluvial lançada encosta abaixo na BHCH	134
Figura 67 - Planície com depósito de sedimentos arenosos provenientes de saibreira desativada	135
Figura 68 - Rua prof. Meton de Alencar, alagada no dia 25 de dezembro de 2013 na BHCH.....	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre os conceitos relacionados aos ambientes naturais e antropizados definidos por Ross (1994) e Tricart (1977).....	35
Quadro 2 - Matriz que estabelece a potencialização da fragilidade dada pelo conjunto numérico.....	36
Quadro 3 - Matriz que estabelece o grau de proteção dado pelo conjunto numérico	37
Quadro 4 - Graus de proteção de acordo com os tipos de uso da terra e cobertura vegetal.....	38
Quadro 5 - Exemplo de somatório a partir da contagem de curvas de nível para estabelecer a profundidade de dissecação.....	53
Quadro 6 - Matriz de dissecação do relevo.....	54
Quadro 7 - Critérios para nomenclatura dos modelados de dissecação.....	56
Quadro 8 - Influência e notas para cada classe utilizada no mapa de fragilidade.....	58
Quadro 9 - Vinte maiores totais anuais de precipitação entre 1910 e 2015.....	71
Quadro 10 - Média dos dados pluviométricos e temperaturas registradas na estação climatológica principal de Juiz de Fora (ECP/JF) entre 1973 e 2015.....	72
Quadro 11 - Relação declividade com a fragilidade ambiental aos processos morfodinâmicos.....	76
Quadro 12 - Principais bacias hidrográficas do Setor Norte (em área).....	113

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem das classes de dissecação	74
Gráfico 2 - Porcentagem das classes de declividade	76
Gráfico 3 - Porcentagem dos modelados do relevo.....	82
Gráfico 4 - Precipitações entre outubro e dezembro de 2013.....	89
Gráfico 5 - Porcentagem das classes de uso e cobertura	93
Gráfico 6 - Porcentagem das classes de fragilidade ambiental	103
Gráfico 7 - Porcentagem dos graus de fragilidade na BHRES	114
Gráfico 8 - Porcentagem das classes de fragilidade da BHRE	117
Gráfico 9 - Porcentagem das classes de fragilidade na BHRB.....	119
Gráfico 10 - Distribuição percentual das classes de fragilidade ambiental na BHRR	123
Gráfico 11 - Porcentagem da fragilidade ambiental na BHCI	128
Gráfico 12 - Porcentagem da fragilidade ambiental na BHCH.....	131

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Considerações iniciais	16
1.2 O sítio urbano de Juiz de Fora	17
1.3 OBJETIVOS.....	23
1.3.1 Objetivo geral	23
1.3.2 Objetivos específicos	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
2.1 A Teoria Geral dos Sistemas e seus desdobramentos na geomorfologia	24
2.2 O processo de urbanização e impactos ambientais	28
2.3 Geomorfologia e fragilidade ambiental	31
2.4 O planejamento urbano.....	38
2.4.1 O planejamento urbano no contexto da legislação brasileira	42
2.4.1.1 Constituição federal	42
2.4.1.2 Estatuto das Cidades (Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001)	43
2.4.1.3 O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora	45
3 MATERIAIS E MÉTODOS	49
3.1 Materiais utilizados	49
3.2 Método.....	50
3.3 Procedimentos técnicos	52
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	59
4.1 Geologia/Litologia	62
4.2 Geomorfologia	65
4.3 Solos.....	67
4.4 Clima	70

4.5 Vegetação.....	72
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
5.1 Dissecação vertical.....	74
5.2 Declividade.....	75
5.3 Compartimentação do relevo.....	81
5.4 Uso da terra e cobertura vegetal.....	92
5.5 Fragilidade ambiental.....	102
5.6 Comparativo da fragilidade ambiental nas principais bacias hidrográficas do Setor Norte.....	113
5.6.1 Bacia do Ribeirão do Espírito Santo.....	113
5.6.2 Bacia do Ribeirão da Estiva.....	117
5.6.3 Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Burros.....	118
5.6.4 Bacia hidrográfica do Ribeirão das Rosas.....	121
5.6.5 Bacia hidrográfica do córrego Igreja.....	128
5.6.5 Bacia hidrográfica do córrego Humaitá.....	131
5.7 Proposições de uso e ocupação.....	136
5.8 Considerações finais.....	138
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Com o crescimento de sua população que segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) chegou aos 555. 284 habitantes, em 2015. Juiz de Fora vem enfrentando, cada vez mais, problemas referentes ao crescimento desordenado da cidade, sobretudo com a ocupação de áreas impróprias para habitação humana. Isto se deve, primeiramente, a um progressivo aumento da população urbana em comparação ao contingente rural, favorecido pela influência industrial nas aglomerações urbanas. No contexto específico de Juiz de Fora, há também o fato do município apresentar características do meio físico desfavoráveis à continuidade temporal da exploração de atividades rurais, que atualmente representam menos de 0,5% da economia municipal (IBGE, 2015).

Os estudos de Valverde (1958, 1985) apontam para uma intensa exploração do meio, levando-o à exaustão. Mesmo nos setores com declividades acentuadas, a mata foi removida para plantio de café. O autor relata sobre cafezais em declividades superiores à 30°. Segundo ele, a mata atlântica possui plantas adaptadas a solos pobres e a consideráveis volumes pluviométricos. Em Juiz de Fora as precipitações totais anuais já atingiram a marca de 2.294,2 mm nos registros feitos entre 1910 e 2015. Esta elevada precipitação, característica da atuação climática regional, impulsionou o crescimento da Floresta Estacional Semidecidual que cobria a Zona da Mata Mineira e fez que os produtores acreditassem numa suposta fertilidade diferenciada dos solos. Todavia, os cafezais duravam pouco mais de 20 anos, forçando a abertura de novas frentes de desmatamento. Desde então, os solos passam por processos de degradação que culminaram em abandono de práticas agrícolas, restando à pecuária leiteira como opção de uso para o setor rural.

O processo de urbanização extremo fez que Juiz de Fora concentrasse, em 2010, 98,86% da população em área urbana, sendo uma das maiores taxas do Brasil. Deve-se ressaltar, entretanto, que esta elevada taxa de urbanização é favorecida também pelo tamanho do perímetro urbano definido pelo poder público municipal com área de 397,3 Km², isto apenas no distrito sede. Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 1950 e 2010 a taxa de

crescimento urbano de Juiz de Fora superou as médias do Brasil e do estado de Minas Gerais (IBGE, 2015).

De acordo com o IBGE (2010) o município de Juiz de Fora é o quarto maior em população de Minas Gerais. Em primeiro, vem a capital, Belo Horizonte, com 2.375.44 pessoas, seguida por Contagem, com 603.048 pessoas. Em terceira posição está Uberlândia, com 600.285 habitantes e Juiz de Fora com 516. 247 pessoas. Na primeira década do século XXI o crescimento da população de Juiz de Fora foi o maior do estado.

1.2 O sítio urbano de Juiz de Fora

De acordo com Ab'Sáber (2007) as paisagens do Planalto Atlântico brasileiro são constituídas por morros mamelonares e pequenos maciços montanhosos que possuem irregularidades e muitos acidentes topográficos, tais características impõem significativos entraves para aglomerações urbanas. A presença de densa rede hidrográfica, a topografia movimentada de morros com vertentes convexas e maciços descontínuos, obrigou muitas cidades a adaptar sua estrutura urbana às imposições do relevo local. O relevo seria então um dos fatores para explicar a existência de numerosos pequenos centros urbanos. Cujas maioria se aloja no fundo de vales estreitos ou em poucos compartimentos alargados de planícies aluviais.

Assim sendo, se para pequenas aglomerações torna-se difícil encontrar no Planalto Atlântico o indispensável espaço geográfico favorável, imagine-se o teor das dificuldades em relação aos problemas de sítio urbano quando se trata de grandes cidades. Na verdade, no interior desse acidentado planalto, raros são os compartimentos de relevo suficientemente amplos e adequados para alojar, sem maiores complicações, organismos metropolitanos de população superior a meio milhão de habitantes. (AB'SÁBER, 2007 p.94)

O autor fala de três tipos de exceções locais, mas para este estudo o que interessa é apenas o primeiro exemplo:

1. Os compartimentos de relevo raros, situados a montante de soleiras rochosas, sob a forma de planícies e baixos terraços de extensão excepcionalmente ampliada (Juiz de Fora e São Bento do Sapucaí):

O sitio da cidade de Juiz de Fora ilustra bem o tipo geográfico de espaço urbano do primeiro caso, passível de ser encontrado em raros pontos do Planalto Atlântico. Quem demanda aquela cidade de Minas Gerais, vindo do Sul ou do Sudeste, percebe logo a grande dificuldade existente para a localização de núcleos no meio da morraria arredondada que caracteriza a Zona da Mata mineira. Bruscamente, entretanto, entra-se em contato com uma larga planície situada a montante de uma resistente soleira rochosa que faz parte de um pequeno maciço residual a leste-sudeste da cidade. Trata-se do único compartimento de relevo relativamente plano que se pode encontrar, desde as raias de Minas Gerais com o Estado do Rio de Janeiro, passível de asilar uma aglomeração urbana da importância de Juiz de Fora. Inegavelmente, trata-se de um pequeno quadro geográfico de exceção, no conjunto do relevo serrano regional, cuja explicação geomorfológica, alias, está ainda a pedir uma interpretação acurada. (AB'SÁBER, 2007 p.94-97)

Na bacia do rio Paraibuna, Juiz de Fora apresenta uma característica física mais favorável à ocupação humana, facilmente perceptível em campo, visto que, em meio aos “mares de morro” com predomínio de vales fluviais estreitos, à montante de uma soleira rochosa, abre-se esta planície mais ampla capaz de abrigar um maior contingente populacional (AB'SÁBER, 2007).

Todavia, as condições propícias ao adensamento urbano não foram suficientes para garantir a segurança de forma prolongada para os habitantes do município, pois “o domínio dos mares de morros é o meio físico mais complexo e difícil do país em relação às construções e ações humanas” (AB'SÁBER, 1966 p.3). Atualmente o contingente populacional já ultrapassa meio milhão de habitantes e ocupa, além das planícies, áreas de encostas com declividades acentuadas.

Vários fatores vão contribuir para que os problemas se instalem, à medida que o urbano cresce a partir do fundo de vale com morfologia fluvial caracterizada por meandros e baixa velocidade das águas que sempre transbordavam. “Mas a calha do rio havia ficado pequena para o progresso. Os inúmeros aterros realizados para construção de casas, praças e ruas intensificaram sua falta de capacidade para escoar as descargas máximas do período chuvoso”. (MACHADO et al. 2014. p.60).

Em 1940 ocorre o que Staico (1977) diz ser uma calamitosa enchente. “Se de um lado a enchente de 1940 foi traumática para a cidade, de outro se transformou no *start* decisivo para a solução do grave problema que há quase um século assolava a cidade e sua população” (MACHADO et al. 2014. p.62).

O primeiro fator está diretamente ligado ao quadro físico caracterizado, em alguns setores, como de alta fragilidade ambiental, já constatada em vários estudos

realizados. Na década de (1970) com o acelerado adensamento urbano de Juiz de Fora, ocorre uma preocupação maior com o planejamento e é lançado um trabalho embrionário denominado de “A bacia do rio Paraibuna em Juiz de Fora – 1ª parte A natureza” (STAICO, 1977). Neste trabalho, entre as muitas justificativas, o autor faz menção à enchente de 1940 e seus resultados para a mobilização em torno de uma mudança na fisionomia urbana.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano da Prefeitura de Juiz de Fora (PJF, 2004) traz um diagnóstico do meio físico, aponta para os problemas existentes e faz menção as possíveis áreas de expansão urbana, com destaque para os terrenos considerados favoráveis. Também o “novo” plano, em elaboração, traz uma preocupação com as características do ambiente e com os alguns processos atuantes. Neste plano denominado de Plano Diretor Participativo (PDP), são apresentados mapas temáticos, elaborados sobre a base cartográfica municipal de Juiz de Fora (2007), pela equipe de Geoprocessamento da SEPLAG/SSPLAT – junho, 2014. Disponível em:

<http://www.pjf.mg.gov.br/planodiretor/material_para_consulta.php>.

Esses mapas representam de forma pontual a fragilidade do ambiente, mas não, especificamente, em um mapeamento temático da fragilidade, e sim, através de eventos ocorridos, como os movimentos de massa e localização das áreas de risco, ambos influenciados pela ação morfodinâmica no tempo e espaço. Outro produto é um mapa da ocorrência de inundações, diretamente ligado à morfologia fluvial, mas guarda estreita relação com a forma como se dá a ocupação das encostas.

Outros trabalhos como: Rocha et al. (2003) “Mapeamento de riscos ambientais a escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG”, também Rocha (2005) “Riscos Ambientais: análise e mapeamento em Minas Gerais - Juiz de Fora” (2005) e Zaidan (2006), em sua tese de doutorado, “Riscos de escorregamentos numa bacia de drenagem urbana no município de Juiz de Fora – MG”, tratam de um mapeamento da fragilidade ambiental encontrada no município, mas sob o viés do risco. Rocha (2005) define o risco como “combinação da frequência de eventos indesejáveis, envolvendo perda” (ROCHA, 2005. p18).

Neste trabalho o risco será referido em relação à manifestação da fragilidade ambiental diante das condições socioeconômicas da população que poderão resultar em perdas materiais ou, até mesmo, de vidas humanas.

Estes autores não tratam, metodologicamente, da fragilidade ambiental como proposta por Ross (1994), seguindo à concepção da ecodinâmica de Tricart (1977). Mas apontam para um quadro de instabilidade morfodinâmica instalada na área urbana do município, dada, principalmente, pelas condições geológicas.

O conceito de fragilidade ambiental adotado neste trabalho segue à concepção ecodinâmica de Tricart (1977). Portanto a fragilidade ambiental é o resultado da combinação dinâmica de fatores naturais, sejam internos (geologia) ou externos (solos, relevo, vegetação, clima). Trata-se de uma condição ambiental que resulta das condições de fraqueza da natureza que podem ser potencializadas ou reduzidas pelas inserções antrópicas no meio. É importante frisar que a projeção social sobre a natureza deve sempre levar em consideração as características intrínsecas ao meio e, deve-se ter uma preocupação especial com a atuação da dinâmica climática, sobretudo a ocorrência de eventos extremos.

Para efeito de leitura e interpretação da fragilidade ambiental na carta apresentada neste trabalho, vale frisar que os procedimentos adotados trarão a luz a fragilidade ambiental a processos morfodinâmicos, principalmente aqueles que se dão no domínio das encostas.

O segundo fator se deve ao acelerado processo de urbanização. Na década de 1920 o município possuía apenas 118.166 habitantes e, deste total, 66.774 habitavam a área rural, enquanto 51.392 habitavam a área urbana. Do atual quantitativo populacional apenas 1,14% habita na zona rural, já a população urbana foi multiplicada por mais de dez vezes em menos de um século (IBGE, censo 2010).

Este crescimento numérico, ainda que representativo, não responde, única e exclusivamente, pelos problemas encontrados. Portanto, além da base física e do numerário populacional, é preciso elencar outro fator fundamental que é a condição socioeconômica na qual a população está inserida.

O terceiro fator se deve, então, ao fato de que a apropriação do solo urbano acompanha a ótica desigual de distribuição do sistema capitalista, pois aos que possuem melhor poder aquisitivo reservam-se as melhores glebas, estando elas em partes baixas ou elevadas, podendo ser de relevo suave ou ondulado. Corrêa (1997) ressalta que o espaço produzido no bojo de uma sociedade desigual, é, por sua vez, um espaço desigual. Este espaço reflete e condiciona esta sociedade.

A diferença substancial na ocupação é que a população com maior poder aquisitivo ao se projetar sobre o espaço, mesmo que apresente características

físicas desfavoráveis expressas num quadro de fragilidade ambiental, podendo ser de alta fragilidade, encontra-se em casa, prédio ou loteamento com base estrutural devidamente calculada para suportar as cargas sofridas ou, até mesmo, anular tais forças. Dessa forma, não se expõe aos quadros de instabilidade crescente, visto que, tal ocupação vem sempre antecedida de base infraestrutural que condiciona o solo urbano ao uso residencial. Há uma considerável redução da interferência da fragilidade ambiental, instalada no meio, sobre os futuros ocupantes do espaço em questão.

Por outro lado, para a população de baixa renda, e até mesmo aqueles que atualmente fazem parte da dita, nova classe média, restam áreas de maior fragilidade ambiental e com pouquíssima infraestrutural instalada. Quando nas partes mais baixas do relevo, passam recorrentemente por processos de enchentes devido à alteração da dinâmica fluvial, isto devido às ocupações que se expandem nas encostas à montante. Para os residentes nas áreas de encostas resta a constante preocupação de sofrerem com processos morfodinâmicos, devido aos quadros de instabilidade que são acentuados frente às intervenções urbanas sem base infraestrutural adequada. Dentre esses processos, destacam-se em Juiz de Fora os movimentos de massa que se repetem, a cada ano, no decorrer do período chuvoso e, muitas vezes, de forma fatal para algumas pessoas.

Com um levantamento, de detalhe, por todo o território municipal de Juiz de Fora, seja através de imagens aerofotogramétricas e satélites, ou investida a campo, é possível identificar diversos processos morfodinâmicos. Alguns se apresentam como cicatrizes de movimentos de massa, outros tantos evidenciam processos erosivos ativos, os quais são, em sua maioria, fruto de uma fragilidade ambiental instalada naturalmente. Todavia, ressalta-se, que o tipo de uso e ocupação da terra pode intensificar os processos naturais fazendo que a fragilidade natural passe para um crescente quadro de instabilidade.

O primeiro passo, para o planejamento é o bom conhecimento da base territorial. Segundo Staico (1977) é preciso conhecer o ambiente para encaminhar o futuro. “Acabou-se a época de encolher os ombros e acusar o destino ou a providência divina pelos descalabros em relação ao ambiente”. (STAICO, 1977. p.32).

Este trabalho é mais uma contribuição que poderá ajudar na leitura das paisagens que surgem da interação complexa entre os ambientes naturais e

antropizados. Neste contexto a aplicação dos conhecimentos geomorfológicos, se insere e ganha cada vez mais expressividade. Principalmente, no que diz respeito aos processos morfodinâmicos que fazem parte da dinâmica ambiental atual na perspectiva da fisiologia da paisagem.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo, que é introdutório, são apresentadas algumas problemáticas concernentes ao sítio urbano e o processo de ocupação em Juiz de Fora, como também os objetivos da pesquisa.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica que apresenta uma discussão em torno da teoria geral dos sistemas, do processo de urbanização e impactos ambientais, da relação dos estudos geomorfológicos com a fragilidade ambiental e do planejamento urbano no contexto histórico, no Brasil em sua base legal e em Juiz de Fora.

No terceiro capítulo são apresentados os materiais, métodos e os procedimentos técnicos que possibilitaram a execução da presente pesquisa.

No quarto capítulo é feita uma caracterização da área de estudo na qual são apresentados dados fundamentais sobre a geologia/litologia, geomorfologia, solos, clima e vegetação.

No quinto e último capítulo são apresentados os resultados e discussão em torno da dissecação vertical, declividade, compartimentação do relevo, uso da terra e cobertura vegetal. Destes dados sobrepostos resultou a carta de fragilidade ambiental que é apresentada. Desta carta foram extraídos e comparados os dados das seis maiores bacias hidrográficas.

A partir da leitura dos resultados foram feitas algumas proposições de uso e ocupação que poderão resultar em uma condição mais favorável a novas ocupações e, principalmente, uma mudança na ocupação atual.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho constitui-se em estudar a dinâmica do sistema geomorfológico no setor norte de Juiz de Fora e suas relações com a urbanização pelo prisma da abordagem ecodinâmica (fragilidade ambiental).

1.3.2 Objetivos específicos

1 - Discutir as relações entre o relevo e o planejamento urbano, comparando resultados do estudo às propostas de ocupação do plano diretor, sobretudo as chamadas “áreas de expansão urbana”;

2 - Fazer um estudo comparativo entre as principais bacias hidrográficas presentes na área de estudo para apontar as potencialidades e restrições de uso para cada bacia a partir da fragilidade ambiental mapeada;

3- Estabelecer proposições adequadas de uso e ocupação que possam estar dentro de uma maior proximidade com um ambiente “equilibrado”, no qual possa haver maior segurança para as pessoas, pois a partir do mapeamento da fragilidade ambiental é possível avaliar as áreas sujeitas aos quadros de instabilidade para subsidiar ações de planejamento que restrinjam ou (re)direcionem o uso e ocupação da terra, de forma a prevenir ou minimizar o surgimento de problemas relacionados à qualidade ambiental.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Teoria Geral dos Sistemas e seus desdobramentos na geomorfologia

A base teórica é a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), proposta por L. Von Bertalanffy no ano de 1937, pois, fundamenta-se em uma proposta de abordagem integrada do meio com método sistêmico de interpretação. Este método encontra amplo campo de aplicação nos estudos ambientais.

Os sistemas devem ser considerados como complexos nos quais a totalidade é algo maior que a soma das partes, não se tratando de um amontoado com independências, mas um complexo no qual se inserem inter-relações que geram interdependências entre as partes, (BERTALANFFY, 2013).

Segundo Tricart (1977), o sistema é constituído por um conjunto de fenômenos que se desenvolvem a partir dos fluxos de matéria e energia, que tem origem a partir de uma interdependência, no qual surge uma nova entidade global, integral e dinâmica, permitindo assim uma atitude dialética; há, portanto necessidade de análise e visão do todo, para se atuar sobre o meio. Para o autor, já na década de 1970, o conceito de sistema seria o melhor instrumento lógico que dispomos para estudar os problemas ambientais, pois oferece um caráter dinâmico, diferente do inventário que por natureza é estático.

O autor não refuta o inventário, pois existe a necessidade de se conhecer bem a base com a qual o homem interage. Todavia ressalta que, a maneira dinâmica de abarcar os problemas permite, por conseguinte, introduzir melhores critérios de gestão e ordenamento do território. O poder público deve estar ciente das consequências de suas decisões. “A qualidade ambiental deve ser encarada não só como o somatório das qualidades de cada um dos componentes do meio, mas como condição essencialmente ligada à qualidade de vida das populações”. (BOTELHO e SILVA, 2010, p.154).

De acordo com Christofolletti (1980) a aplicação desta teoria nos estudos geomorfológicos tem servido para melhor focalizar as pesquisas. Foi introduzida inicialmente na Geomorfologia, por Arthur N. Strahler (1950, 1952), no canal de comunicação anglófono. Isto abriu caminho para maior inserção, ampliando o uso e discussão em vasta bibliografia. Segundo o autor os estudos de Jhon T. Hack (1960), Richard J. Chorley (1962) e Alan D. Howard (1965) se tornaram trabalhos básicos para colocação dessa problemática.

O sistema geomorfológico constituído por formas e processos, definido por Christofolletti (1980), traz quatro sistemas, definidos pelo autor como antecedentes, considerados por ele, como os mais importantes para compreensão do relevo.

a) O sistema climático que mantém a dinâmica dos processos.

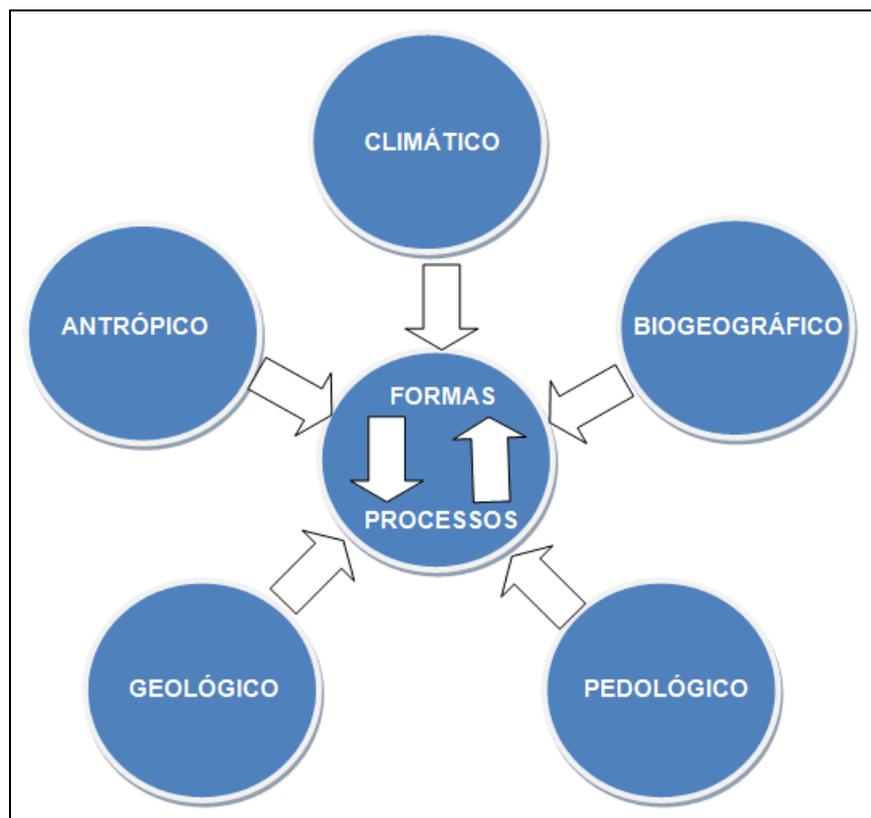
b) O sistema biogeográfico que atua como fator de diferenciação na modalidade e intensidade dos processos.

c) O sistema geológico que é responsável pelos tipos de material sobre os qual se incidirão os processos.

d) O sistema antrópico, responsável por mudanças na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas, pois produz modificações sensíveis nos processos e nas formas.

Para este trabalho foi considerado também o sistema pedológico, haja vista a importância dos solos na formatação das paisagens, sobretudo as tropicais. Na figura 1 é possível fazer uma leitura da proposta com algumas adaptações.

Figura 1 - Os sistemas antecedentes controladores do sistema geomorfológico.



Adaptado de Christofolletti (1980).

Esta proposta de abordagem sistêmica, guarda estreita relação com a fisiologia da paisagem de Ab'Sáber (1969), apresentada no clássico artigo, "Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário". São propostos pelo autor três níveis de abordagem. O primeiro nível trata da compartimentação da topografia regional, o segundo nível sugere um conhecimento aprofundado sobre a estrutura superficial da paisagem; já o terceiro nível, propõe o entendimento da dinâmica atual da paisagem em seus processos morfodinâmicos, com a inserção do homem como agente modificador do relevo.

Christofolletti (1999) apresenta a formulação de Chorley e Kennedy (1971) segundo a qual os sistemas mais relevantes para o campo de atuação da Geografia Física e dos estudos ambientais são:

a) sistemas morfológicos: compostos pela associação entre as propriedades físicas dos sistemas e seus atributos;

b) sistemas em sequência: formados por subsistemas em cadeia que estabelecem uma relação de cascata de matéria e energia, onde o *output* de um sistema é tomado como *input* pelo subsistema da sequência;

c) sistemas de processos-respostas: formados através da conjugação dos dois sistemas anteriores, na qual os sistemas em sequência são indicativos dos processos e os sistemas morfológicos das respostas.

d) sistemas controlados: formados mediante intervenção antrópica nos sistemas ambientais físicos, que podem alterar as formas e os fluxos de matéria e energia em diferentes intensidades.

Tal raciocínio implica que, alterações nos fluxos de matéria e energia exercem reflexos expressos pela modificação na estrutura do sistema morfológico, através do reajustamento de suas formas e, principalmente, da dinâmica entre as variáveis na busca de uma relação mais equilibrada entre processos e formas.

Dentro da perspectiva de abordagem sistêmica, integrada do meio, há uma contribuição de Ab'Sáber (2002), com o conceito geográfico de **espaço total**.

O espaço total é o arranjo e o perfil adquiridos por uma determinada área em função da organização humana que lhe foi imposta ao longo dos tempos. (...) inclui todo mosaico dos componentes introduzidos pelo homem, ao longo da história, na paisagem de uma área considerada parte de um determinado território. O termo paisagem é usado aqui como suporte geoecológico e bioecológico modificado por uma infinidade variável de obras e atividades humanas. (AB'SÁBER, 2002, p. 30).

Cunha (2012) ressalta que a Teoria Geral dos sistemas tem trazido bons resultados em estudos ambientais. Fica claro que estudar o ambiente, seja “natural” ou antrópico, de forma fragmentária, poderá trazer respostas não condizentes com a realidade. Desta forma, quanto maior for à contribuição metodológica em se visualizar sistemicamente o **espaço total**, melhores serão os resultados alcançados.

A Teoria Geral dos Sistemas tem sido amplamente utilizada por profissionais ligados ao estudo das questões ambientais e seu emprego tem sido analisado como um dos mais eficientes no que se refere aos resultados obtidos. Com relação à Geomorfologia, verifica-se que é impossível compreender o relevo sem considerar os fluxos de matéria e energia responsáveis por sua gênese e morfologia. Desse modo, entendendo-se as formas de relevo como fruto da interação da estrutura geológica, clima (atual e passado) e, atualmente, da atividade antrópica, cujas relações interferem nas características pedológicas e da cobertura vegetal, verifica-se que a visão sistêmica possibilita estabelecer e analisar tais inter-relações, assim como compreender os vínculos de dependência entre estes fatores. (CUNHA, 2012 p. 35)

Bertrand (1971), ao propor o estudo da Geografia Física Global, pensou a paisagem como "resultado sobre uma, certa, porção do espaço, da combinação dinâmica e, portanto, instável dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, que, interagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em contínua evolução", (BERTRAND, 1971, p.1). Neste contexto o autor buscou fundamentar uma concepção de paisagem total. Portanto, a compreensão entre esses componentes implica na investigação conjunta dos mesmos, desse modo, os estudos devem nortear-se, sob uma dimensão integrada identificando os processos decorrentes da interconexão dos elementos, que se processam em caráter dinâmico, sejam naturais ou antrópicos.

Em sua concepção de visão integrada do espaço, Ab’Saber (1993) assevera que:

O **holístico** significa uma integração dinâmica do conhecimento e significa também uma visão integrada de estruturas, de composições, de funcionamentos da vida ecológica ou da vida social e ao mesmo tempo significa ter uma atenção especial da vida social e ao mesmo tempo significa ter uma atenção especial para os momentos de ritmos habituais e os momentos de ritmos anômalos, de ritmos que os geomorfologistas do meu tempo chamavam de arrítmicos, ou de momentos espasmódicos dos fatos sociais. (AB’SÁBER, 1993, p. 98).

Somente a partir do entendimento da paisagem como expressão de uma totalidade interconectada e complexa, que possui dinâmica interna e externa, será possível fazer um planejamento bem melhor e seguro.

2.2 O processo de urbanização e impactos ambientais

A urbanização é um processo que se dá quando há um crescimento das cidades concomitantemente ao esvaziamento do campo. No Brasil ocorreu de forma rápida e desordenada, principalmente, após a industrialização que se deu de forma mais acentuada desde o início do século XX. Com a instalação de indústrias nas cidades e a simultânea aceleração da mecanização do campo que promoveu a substituição da mão de obra do trabalhador rural por máquinas.

Se por um lado, a cidade torna-se cada vez mais atrativa, por outro, o campo tende a expulsar um grande contingente de trabalhadores rumo às cidades. Todavia as cidades não foram capazes de absorver toda mão de obra oriunda do campo e mesmo aqueles que conseguiam um trabalho não alcançavam de imediato uma condição econômica que lhes permitisse consumir a cidade como um espaço que pudesse ser, realmente, seu.

Somado a este processo, já havia uma parcela grandiosa de excluídos marginalizados, pois os negros há pouco libertos, foram abandonados à própria sorte. Isto fez que junto com as cidades, cada vez mais dotadas de infraestrutura, nascessem os bairros periféricos e alguns bolsões de miséria, sem a mínima condição de dignidade para reprodução da vida humana. Este crescimento das cidades e todo o processo de urbanização gera uma crescente intervenção sobre o meio provocando impactos ambientais. Há “um movimento triádico: preservação/degradação/transformação, capaz de caracterizar o processo de reprodução da cidade hoje” (CARLOS, 2007, p. 21).

O termo “impacto ambiental” assumiu nos últimos anos um lugar de destaque, tanto em produções científicas, quanto na mídia. De acordo com Sánchez (2013) há várias definições do que seriam os impactos ambientais. Mesmo que na mídia e no senso comum, o impacto ambiental quase sempre se vincule a ideia de algum dano causado à natureza, isto nem sempre ocorre, pois algumas vezes é chamado de impacto aquilo que querem que seja para atender a interesses diversos. O autor enumera uma série de referências que trazem uma elucidação

melhor sobre a temática e a partir daí faz uma postulação sobre o que seriam, de fato, os impactos ambientais.

O impacto ambiental é tudo aquilo que pode ser provocado pela ação humana, seja, pela supressão de elementos do meio como a vegetação, cachoeiras, cavernas, paisagens notáveis, a destruição de *habitats*, modificação de elementos da paisagem para execução de obras de mineração, construção de rodovias, barragens e áreas urbanizadas. Também quando se desconstrói a memória dos lugares ou lugares de memória, tais como locais sagrados, cemitérios ou ponto de encontro de membros de uma comunidade. Caracteriza-se como impacto ambiental tudo aquilo que sobrecarrega o meio biótico, abiótico e o corpo social (SÁNCHEZ, 2013).

Impacto ambiental é “a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana” (SÁNCHEZ, 2013, p. 34). O autor ressalta que o objetivo é refletir sobre a dinâmica do meio. No contexto deste trabalho adota-se esta definição, em detrimento de outras, justamente pelo fato de que os sistemas ambientais, o corpo social e o meio urbano são dinâmicos e estão em constante mudança dentro de uma complexidade cheia de rupturas que não permitem que sejam tratados de forma linear e mecanicamente.

Os estudos em geomorfologia urbana constituem tarefa complexa, pois além da dinâmica do ambiente, ocorre uma grande dinamicidade na interação antrópica com o meio, sobrepondo-se os sistemas geomorfológicos e urbanos, definindo-se em um entrecruzamento de causas e consequências e uma configuração espacial dada por estes entrecruzamentos. As encostas urbanas, com o passar do tempo, adquirem características próprias, devido ao intenso processo de transformação ao qual se submetem (GUERRA, 2011).

Coelho Netto (2012) define como encostas, os espaços físicos situados entre os fundos de vales e os topos, os quais, por sua vez, definem as amplitudes do relevo e seus gradientes topográficos. Segundo a autora as formas geométricas do relevo, sejam convexas, côncavas ou retilíneas, resultantes de processos erosivos ou deposicionais pretéritos, também condicionam a espacialização dos processos erosivos e deposicionais subsequentes. Ocorre uma transferência constante de materiais entre os topos e os fundos de vales, por meio de mecanismos associados às águas e aos ventos em interação com forças gravitacionais. Dos fundos de vales

estes materiais provenientes das encostas são transportados para jusante, por meio dos fluxos concentrados em canais que se conectam com outros sistemas de drenagem coletores.

A apropriação do relevo pelo homem, como recurso ou suporte, implica em transformações substanciais, que podem resultar na “anulação” ou aceleração dos processos morfodinâmicos. A impermeabilização de superfícies tende a cessar a dinâmica erosiva nas encostas, mas, em contrapartida, aumenta os fluxos de água nos rios contribuindo para uma intensificação da dinâmica fluvial. Outras ações como o desmatamento ou cortes de taludes favorecem a ocorrência de processos erosivos (CASSETI, 2005).

Guerra (2011) ressalta que dependendo do tamanho da intervenção, das práticas conservacionistas e riscos geomorfológicos envolvidos; o sistema ambiental poderá produzir prejuízos, ao meio físico e aos seres humanos. Através do conhecimento da base pretérita, seja plana, ou montanhosa, pode-se planejar da melhor maneira possível a forma como se dará a ocupação e a produção do espaço.

Os estudos ambientais urbanos devem ser levados a efeito de forma a contemplar as paisagens como expressão de sistemas dinâmicos, não lineares e longe do equilíbrio, estabelecendo assim, uma nova possibilidade de interpretação, (COELHO, 2011). Bertalanffy (2013) sugere a existência de um pseudo equilíbrio nos sistemas.

Para Morin (2013) a ordem e a desordem nascem ao mesmo tempo, desde os primeiros momentos do universo. O autor fala sobre uma “regra do jogo” dada por interações que são ações recíprocas entre ordem, desordem e organização. Ligadas por relações “complexas, ou seja, complementares, concorrentes e antagônicas” (MORIN, 2013, p. 73-74). Nesta perspectiva, a paisagem deve ser entendida como fruto de interações complexas atuando em conjunto sem uma hierarquização, equilíbrio ou linearidade.

As aglomerações urbanas representam corpos complexos em processo de expansão espacial permanente. Pode-se diagnosticar que a aceleração descontrolada deste crescimento tem gerado formas anárquicas de adaptação da urbanização ao relevo (SAADI, 1997). Isto significa que não há como entender os processos, sejam estes, naturais, antropogênicos ou antroponaturais, de forma estática, apenas através de inventários. Para cada intervenção e desajuste sistêmico, ocorre um novo reajustamento entre formas e processos.

A interpretação do relevo não deve passar simplesmente por identificar padrões de formas ou tipos de vertentes e vales, não pode ser uma simples descrição do comportamento geométrico das formas, mas, sim, saber identificá-las e correlacioná-las com os processos atuais e pretéritos, responsáveis por tais modelados, e com isso estabelecer não só a gênese, mas sua cronologia, ainda que relativa (ROSS, 2012).

Somente a partir deste conhecimento sistematizado, será possível reduzir os impactos ambientais provocados pela urbanização e promover um ambiente mais seguro e agradável aos cidadãos.

2.3 Geomorfologia e fragilidade ambiental

A geomorfologia, com seus estudos voltados para conhecimento morfológico e classificação das formas do relevo, tem se mostrado imprescindível para o planejamento urbano e ambiental. As estruturas herdadas da base geológica podem transmitir, por herança, zonas de fraqueza que vão se notabilizar em processos morfodinâmicos superficiais.

Segundo Rocha (2005), as formações geológicas de Juiz de Fora são separadas por um extenso sistema de falhas de empurrão, abrangendo uma grande variedade de rochas metamórficas de idade pré-cambriana, caracterizadas por alterações oriundas de significativas atividades tectônicas. Este conjunto de falhas e fraturas presentes é responsável pela intensa fragilidade geológica observada no município. Além das zonas de fraqueza dadas por condições estruturais, há a constituição física e química dos mantos de alteração que guardam estreita relação com o material parental, constituindo-se assim, uma base, mais resistente ou não, aos processos morfodinâmicos.

A proposição de Ab'Sáber (1969) é importante recurso metodológico para a Geomorfologia, e os três níveis de abordagem podem ser considerados fundamentais para a pesquisa geomorfológica. Entender a fisiologia da paisagem é imprescindível para que se estabeleçam proposições adequadas de uso e ocupação do relevo. No terceiro nível de abordagem o autor trata da sucessão habitual do tempo, fatos climáticos não habituais, processos espasmódicos, hidrodinâmica global da área, como também os processos biogênicos e químicos inter-

relacionados. Aponta também, como a ação antrópica pode potencializar a fragilidade do ambiente.

Evidentemente, variações sutis de fisiologia podem ser determinadas por ações antrópicas predatórias, as quais na maior parte dos casos são irreversíveis em relação ao “metabolismo” primário do meio natural. Na verdade, a intervenção humana nos solos responde por complexas e sutis variações na fisiologia de uma determinada paisagem, imitando até certo ponto os acontecimentos de maior intensidade, relacionados às variações climáticas quaternárias, (AB’SABER 1969, p.2).

Segundo Santos (1994) as ações antrópicas podem tornar o homem em um fator geológico, geomorfológico ou climático. “Os cataclismos naturais são um incidente, um momento, enquanto hoje a ação antrópica tem efeitos continuados, e cumulativos, graças ao modelo de vida adotado pela Humanidade” (SANTOS, 1994, p.17).

Conti (2001) chama atenção para a necessidade de se entender melhor os aspectos referentes à formatação das paisagens, sobretudo, fazendo uma análise dos eventos espasmódicos que podem dar um novo aspecto a paisagem em curtos lapsos temporais.

A fragilidade encontrada no ambiente é, portanto, fruto de uma série de fatores. Sendo assim, deve-se levar em conta: o regime climático, cobertura vegetal, formas do relevo, geologia, declividade e, principalmente, o tipo de uso. A inter-relação entre estes fatores vai determinar o grau de fragilidade que se instalou dentro de um sistema ambiental qualquer, sobretudo, em condição social desfavorável.

A obra básica para este trabalho é a “Ecodinâmica” proposta por Tricart (1977), dentro desta proposta metodológica é possível fazer uma retomada no tempo, apontando para um ambiente anteriormente estável, que passa a intergrade e, por fim, chega ou não, a assumir uma característica de ambiente instável, guardadas as devidas proporções, tudo isto provocado pela interação antrópica com o ambiente.

Ao propor o estudo da Ecodinâmica Tricart (1977) enfatiza a importância da cobertura vegetal que foi estudada pelo pedólogo H. Erhart evidenciando o termo bioestasia, mas sugere que este termo não é feliz por ser muito genérico. O melhor seria uma substituição do termo bioestasia por fitoestasia, mais preciso e mais justo.

Pois somente as plantas, no conjunto, possuem efeito estabilizador, dado pelo anteparo aos fluxos de radiação, gotas da chuva, e pelo efeito frenador do vento. Os animais não têm nenhuma importância estabilizadora, podendo até mesmo contribuir para instabilidade.

O estudo das dinâmicas espaciais segundo a abordagem Ecodinâmica se baseia na concepção de três unidades Ecodinâmicas distintas:

a) meios estáveis, onde os processos pedogenéticos suplantam os processos mecânicos na evolução do modelado;

A noção de estabilidade sugere que modelado evolua lentamente, portanto, existe dinâmica e movimento, mas muitas vezes de forma, dificilmente, perceptível. Os processos mecânicos atuam pouco e sempre de modo lento. Somente medidas precisas, difíceis de realizar, poderiam evidenciar as mudanças, em curto espaço de tempo. A característica essencial deste tipo de meio é a constância dessa evolução, resultante da permanência no tempo de combinações de fatores. Este tipo de sistema pedogenético e morfogenético não comporta paroxismos violentos que se traduzam por manifestações catastróficas.

Os meios morfodinamicamente estáveis requerem uma série de condições como: cobertura vegetal dotada de condições para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese; dissecação moderada, sem incisão forte dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios e vertentes em lenta evolução.

Tricart (1977) sugere que para as diversas variedades de meios estáveis, o princípio da conservação requer a manutenção de uma cobertura vegetal densa com efeitos equivalentes àqueles da cobertura vegetal natural. Isto é uma aplicação do conceito de bioestasia de H. Erhart. Segundo o autor “é preciso renunciar toda a exploração de recursos biológicos, o que se torna cada vez menos admissível em face da pressão demográfica rapidamente crescente que afeta o planeta” (TRICART, 1977, p. 42). Mesmo que o crescimento demográfico tenha sido reduzido nos últimos anos, as cidades continuam crescendo, ainda que de forma menos acelerada, fato que pode favorecer a implantação de um bom planejamento.

b) meios intergrades, ou meios de transição, no qual a morfogênese e a pedogênese atuam mutuamente na dinâmica da paisagem;

O termo intergrade foi tomado do vocabulário dos geólogos para designar uma transição, visto que ocorre uma passagem gradual entre os meios estáveis e os

meios instáveis. Não existe nenhum corte, mas um contínuo. A característica destes meios é a interferência permanente de morfogênese e pedogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre um mesmo espaço.

Os meios intergrades são delicados e suscetíveis a fenômenos de amplificação, transformando-se em meios instáveis. Desde que a instabilidade geodinâmica cresça, pode ser necessária a implantação de estruturas para estabilizar ou reduzir a instabilidade das vertentes. A preocupação principal, inicialmente, deve ser a de facilitar manutenção da vegetação.

c) meios fortemente instáveis, são caracterizados pelo predomínio dos processos morfogenéticos frente aos pedogenéticos, seja por fatores de ordem natural, ou por causas antrópicas.

Nesses meios, a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural ao qual; outros elementos estão subordinados. À degradação antrópica se acrescenta as causas naturais impedindo a reconstituição da vegetação, quando não lhe é dado um prazo. A conservação se justifica não por ela mesma, mas para evitar efeitos induzidos: os detritos provenientes das encostas degradadas sedimentam os cursos d'água e potencializam a formação de enchentes.

No caso de degradação antrópica, a brusca ativação morfodinâmica acaba por destruir rapidamente os solos preexistentes. Isto é um caso típico de resistasia, segundo H. Erhart. Os principais casos de resistasia são comandados pela erosão antrópica. Há também os eventos extremos que favorecem quadros de instabilidade, em lapsos temporais mais curtos. A pedogênese é interrompida e seus efeitos anulados pelo fenômeno morfogênico. É o que o termo "catastrófico" põe em evidência.

Tricart (1977) chama atenção para o fato de que uma série de eventos que ainda hoje estão em andamento são fruto de intervenções em meios anteriormente estáveis. O autor enfatiza que problemas recorrentes como erosão de solos e enchentes nos grandes centros urbanos tiveram suas origens em intervenções sofridas pelo meio em diferentes épocas, mas estão interligados, pois o sistema é dinâmico e mútuo com intensa interação entre as diversas variáveis. Portanto é preciso pensar e repensar as formas uso e ocupação. Primeiro para que se possa corrigir, ou melhor, amenizar, erros do passado. E o mais importante para que haja

um planejamento conscientemente fundamentado para um futuro equilibrado, com o uso cada vez mais racional e controlado da natureza.

A proposta de Ross (1994), “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados” que está baseada na obra de Tricart (1977), correlaciona o relevo com a fragilidade ambiental mediante as intervenções antrópicas. O autor apresenta as unidades que estão em equilíbrio dinâmico em seu estado natural, classificando-as como de *instabilidade potencial* (estáveis). De acordo com o autor há uma instabilidade potencial contida no meio diante da possibilidade de intervenção antrópica que poderá desencadear processos morfodinâmicos associados.

Também são propostas as unidades de instabilidade emergente (instáveis), definidas como os ambientes naturais que foram modificados intensamente pelo homem com desmatamentos, práticas agrícolas, industrialização e urbanização. Seriam estes, os meios denominados por *ambientes* antropizados.

Para a classificação das Unidades Ecodinâmicas é necessário empreender levantamento de dados sobre o uso da terra (componente antrópico) somado à geologia, geomorfologia, solos e clima (componentes ambientais), que constituirão fatores determinantes dos graus de fragilidade ambiental que poderão ser atenuados ou agravados dependendo da interação antrópica com o meio. O ideal é que sejam confeccionados mapas temáticos e os dados sejam cruzados para obter um diagnóstico mais preciso das interações que ocorrem e determinam a morfodinâmica (ROSS, 1994). O Quadro 1, ilustra as terminologias utilizadas nas duas propostas.

Quadro 1 - Relação entre os conceitos relacionados aos ambientes naturais e antropizados definidos por Ross (1994) e Tricart (1977).

Autor	Proposta Metodológica	Conceituação	
		Ambientes Naturais	Ambientes Antropizados
TRICART, 1977	Ecodinâmica	Unidades Estáveis	Unidades Instáveis
ROSS, 1994	Fragilidade ambiental	Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial	Instabilidade Emergente

Fonte: Amaral e Ross (2009).

A proposta metodológica de Ross (1994) será utilizada com os ajustes necessários. Alguns quadros foram elaborados, como matrizes que correlacionam variáveis, atribuindo valores de 1 a 5. Segundo esta proposta pode-se classificar as categorias de influência de muito fraca a muito forte, ou muito baixa a muito alta. Quando se tratar de variável que se relaciona diretamente à potencialização da fragilidade, a relação será diretamente proporcional ao conjunto numérico. Desta forma 11 resulta em fragilidade ambiental muito fraca e 55 muito alta, como apresentado no Quadro 2. Assim as relações numéricas se definem:

Quadro 2 - Matriz que estabelece a potencialização da fragilidade dada pelo conjunto numérico

Categorias de potencialização da fragilidade	Muito baixa	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Muito fraca	11	12	13	14	15
Fraca	21	22	13	24	25
Média	31	32	33	34	35
Forte	41	42	43	44	45
Muito alta	51	52	53	54	55

Elaborado a partir da proposta metodológica de Ross (1994).

Os exemplos foram elaborados apenas com dois algarismos para facilitar o entendimento das matrizes, tal como a matriz de dissecação proposta por Ross (1992,1994) apresentada mais adiante. Ao se definir os graus de proteção, estabelece-se uma relação numérica inversamente proporcional, ou seja, quanto menor o conjunto numérico, maior será o grau de proteção dado ao ambiente, isto pode ser verificado nos quadros 3 (matriz) e 4. Ao se comparar os dados dos quadros é possível melhor entendimento.

Vale lembrar que, ao se tratar do grau de proteção o conjunto 11 é categorizado como muito alto, mas em termos de potencialização da fragilidade, quanto maior a proteção menor será a potencialização da fragilidade no ambiente. Ao cruzar informações, como propõe o autor, o primeiro dígito refere-se ao uso da

terra e cobertura vegetal, o segundo as classes de índice de dissecação e o terceiro aos graus de susceptibilidade dos solos à erosão.

Deste modo, o conjunto numérico 111 – corresponde a uma Unidade Ecodinâmica Estável, ou Instabilidade Potencial Muito Baixa, pois a cobertura vegetal é floresta, o relevo tem dissecação muito fraca e o solo tem muito fraca susceptibilidade à erosão. No conjunto numérico 555 – a Unidade Ecodinâmica é de Instabilidade Emergente Muito Forte, onde o Uso da Terra se constitui em área desmatada com solo exposto, relevo muito fortemente dissecado e solos muito frágeis aos processos erosivos. (ROSS, 1994. p.70).

Quadro 3 - Matriz que estabelece o grau de proteção dado pelo conjunto numérico

Grau de proteção	Muito alto	Alto	Médio	Baixo	Muito baixo
Muito Alto	11	12	13	14	15
Alto	21	22	13	24	25
Médio	31	32	33	34	35
Baixo	41	42	43	44	45
Muito Baixo	51	52	53	54	55

Elaborado a partir da proposta metodológica de Ross (1992, 1994).

Quadro 4 - Graus de proteção de acordo com os tipos de uso da terra e cobertura vegetal

Graus de proteção	Tipos de uso da terra e cobertura vegetal
1- Muito Alto	Matas “naturais” em estágio avançado de recuperação
2- Alto	Matas em estágio intermediário de recuperação; formações arbustivas (capoeira densa); área urbana consolidada.
3- Médio	Pastagem cultivada com baixo pisoteio.
4- Baixo	Pastagem sem práticas conservacionistas; Agriculturas diversas sem práticas conservacionistas
5- Muito Baixo	Áreas desmatadas e queimadas periodicamente; Solo exposto em pastagem degradada; solo exposto ao longo de caminhos e estradas; terraplanagens; expansão urbana e novos loteamentos.

Elaborado a partir da proposta metodológica de Ross (1994).

2.4 O planejamento urbano

Desde o momento que o homem se torna sedentário e começa a se relacionar com um determinado território, com maior frequência, surge a necessidade de criar mecanismos para gerir o espaço produzido, o qual habita. Isto para o melhor aproveitamento dos recursos presentes e a redução de seus impactos sobre o meio. O planejamento “profissional” data de cerca de 4.000 a.c e ao longo da história buscou atender a questões religiosas, estéticas e de conforto (SANTOS, 2004).

Os primeiros locais habitados, quase sempre foram às planícies dos grandes rios, pois além da facilidade para ocupação nas áreas mais planas, também havia a necessidade da água, tanto para abastecimento humano, quanto para irrigação das culturas de subsistência e dessedentar animal.

Segundo Drew (1998) com o passar do tempo surge à necessidade da domesticação dos rios, que é feita há, pelo menos, mais de cinco mil anos. Entretanto, modificar os rios não é algo isolado, pois há uma estreita relação entre

os processos de erosão e deposição, ou seja, os vales fluviais modificados podem resultar em alteração nos processos das encostas. Isto implica que, à medida que as ocupações vão se expandindo do vale principal para os vales secundários e os rios são modificados, às encostas já passam a responder de forma diferenciada. O autor enfatiza que qualquer intervenção feita, ainda que planejada, sempre terá os efeitos colaterais, alguns previsíveis e outros não.

É inegável que a maioria das intervenções começa nas planícies, mas em algum momento, principalmente, com o adensamento populacional, elas se dão de forma mais acentuada sobre as encostas que constituem a maior porção do relevo. Christofolletti (1995) destaca a importância que o relevo vai assumindo em orientar os processos de ocupação à medida que a população cresce. Paradoxalmente a prefeitura de Juiz de Fora refere-se ao relevo como algo irrelevante ao processo de ocupação do município (PJF, 2004).

O acúmulo de intervenções que se processam nos vales e nas encostas resulta em alterações consideráveis no ciclo hidrológico. Pois ocorre a redução na infiltração em concomitância ao aumento do escoamento superficial que desencadeia os processos erosivos e corrobora para o assoreamento dos canais agravando o quadro de enchentes urbanas. Todavia, este processo não pode ser entendido de forma mecânica e reducionista, porque os sistemas ambientais se constituem de rupturas e imprevisibilidades.

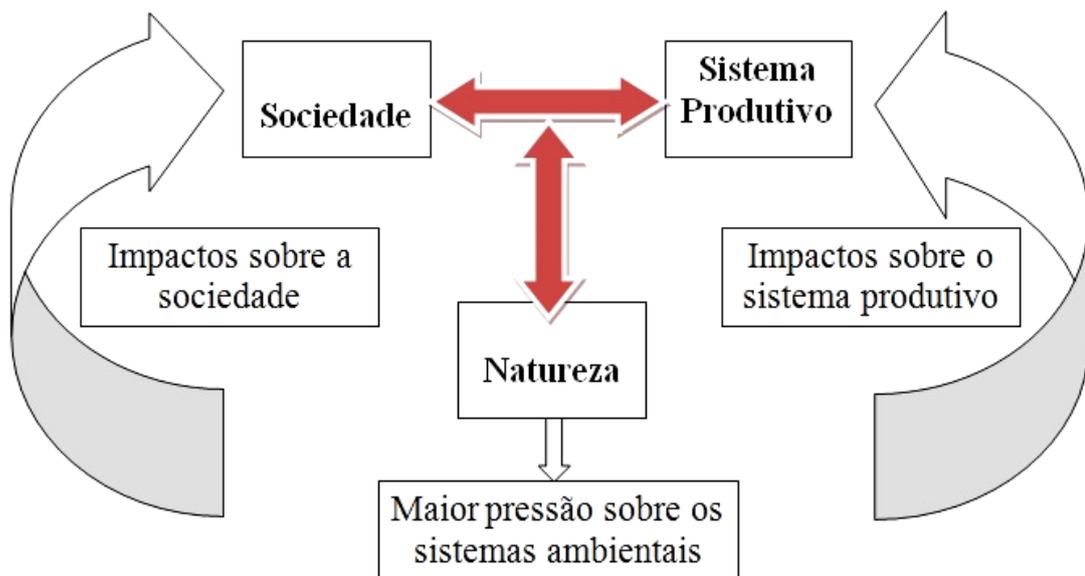
Por mais que um canal seja projetado para escoar determinada quantidade de água, ou um muro seja construído para suportar determinada carga, não há garantias de que as entradas no sistema se darão sempre da forma que se espera. Por isso, o planejamento deve ser, sempre que possível superdimensionado. Ou seja, deve ser feito e dimensionado sobre os eventos extremos e não observando somente as médias.

À medida que o homem se projeta sobre as formas herdadas da natureza através de um sistema produtivo, próprio de cada momento da sociedade, a pressão sobre o meio vai aumentando e como consequência os impactos ambientais tornam-se cada vez mais frequentes e intensos, sobretudo no mundo pós-revolução industrial. No esquema apresentado na figura 2 é possível visualizar de forma simplificada como se dão os processos interativos homem-meio através de um sistema produtivo. Não podemos afirmar que haja um determinismo geográfico do meio sobre a sociedade e seu sistema produtivo, todavia as características

presentes na natureza vão ser fundamentais para o estabelecimento das atividades humanas, sejam de exploração de recursos ou apenas para habitação.

Desta forma, se uma determinada área é rica, em um recurso qualquer, a forma como se dará a exploração precisa ser bem planejada para garantir a segurança e o futuro da sociedade ali presente e do meio como um todo. A relação econômica de exploração não pode ignorar a existência social ou natural (ambiental), pois ambos estão entrelaçados. A tragédia, sem precedentes, ocorrida em Mariana-MG, no dia 5 de novembro de 2015, é um bom exemplo de uma forma imprópria de exploração da natureza e desrespeito à sociedade. Não havia pré-estabelecido, ou não foi colocado em prática, um plano de ação para evitar o evento indesejado e pós-evento, o que ocorreu foi um estado de total despreparo para o enfrentamento e redução dos impactos desencadeados. Neste caso, foram muitos os impactos sociais, ambientais e econômicos que se estenderam no espaço e se estenderão no tempo.

Figura 2 - Relação sociedade, natureza, sistema produtivo



Fonte: Elaborado pelo autor

O planejamento é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análises sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis (SANTOS, 2004, p.24).

Para Christofolletti (1995) há duas perspectivas que se complementam quando se trata de verificar a aplicabilidade do conhecimento geomorfológico ao planejamento urbano:

a) Fazer uma base em estudos específicos das características morfológicas e dos processos morfogenéticos com uma análise dos componentes do sistema ambiental físico nas áreas urbanizadas. Outros estudos como clima, solos, vegetação e hidrografia podem ser realizados. Essa fase deve se caracterizar por levantamentos analíticos setoriais e integrados que fundamentem um diagnóstico.

b) A segunda perspectiva consiste em analisar as vulnerabilidades das áreas urbanizadas, frente ao que o autor denomina de “azares naturais” tais como: secas, enchentes e deslizamentos. Estes azares, principalmente, aqueles relacionados com os fenômenos geomorfológicos, ganham compreensão sobre sua magnitude e frequência quando integrados com as entradas de energia fornecida por outras categorias de fenômenos com destaque para o clima. Também estão intimamente relacionados com as condições socioeconômicas das populações.

Todavia, as áreas urbanizadas não são apenas receptoras ou vítimas dos azares naturais. Há também de se analisar os impactos no meio ambiente, ocasionados pela urbanização, considerando as transformações provocadas nos ecossistemas e geossistemas, diretamente, pela construção de áreas urbanizadas, e indiretamente, pela sua ação de influências e relações (CHRISTOFOLLETTI, 1995, p.424).

Segundo Ab'Sáber (1997) já foi registrado o fato de que todos os que buscam o conhecimento da natureza, sempre, independente do caminho metodológico, descobrem que as paisagens e os espaços ecológicos são uma complicada herança. Pois fazem parte de um legado de processos simultâneos, e cumulativos de difícil acompanhamento, elaborado ao longo de tempos imensos.

Na verdade, é uma herança em todo o sentido da expressão. Herança de processos geológicos e fisiográficos. Herança de uma longa história vegetacional, traduzida em biodiversidades regionais. É, ainda, um legado paisagístico de importante presença e referência. E, por fim, patrimônio coletivo dos povos que historicamente herdaram esse território de atuação e suporte de sobrevivência de suas comunidades. Um patrimônio comum de toda a sociedade, cujo usufruto deve reverter direta ou indiretamente para seus cidadãos, num quadro dinâmico em que todos os homens esclarecidos da nação têm de pensar nas gerações do presente e no legado patrimonial permanente e auto sustentável para as gerações futuras (AB'SÁBER, 1997, p. 79)

O espaço urbano deve ser pensado, não somente, dentro de seus limites políticos, administrativos e temporais, ancorados no presente, pois poderão ocorrer eventos externos e atemporais, sejam oriundos dos sistemas naturais ou promovidos pelo sistema produtivo, que impactarão diretamente a cidade. Portanto, o planejamento deve ser capaz de fazer projeções, as piores possíveis, para antecipar-se ao máximo aos eventos indesejados e, caso ocorra um evento qualquer, possa atuar rapidamente reduzindo ao máximo os seus efeitos.

Portanto, é preciso planejar para agir, corrigir e reagir, não apenas para aparecer na fotografia ou atender a exigência da lei. Santos (2004) faz uma dura crítica à forma como o planejamento é tratado no Brasil, pois se mostra apenas como um modismo. “Em suma, diante deste contexto, ousa-se dizer que o planejamento voltado à conservação ambiental e desenvolvimento sustentável é por enquanto, mais um ideal utópico do que um paradigma atual, mais uma palavra da moda do que um conceito usado” (SANTOS, 2004, p. 20).

2.4.1 O planejamento urbano no contexto da legislação brasileira

2.4.1.1 Constituição federal

A constituição federal deixa em aberto a definição dos parâmetros referentes ao desenvolvimento das cidades. Somente treze anos após sua promulgação é aprovado o Estatuto das Cidades que tem por objetivo estabelecer, na forma da lei, a maneira como funcionarão, ou melhor, deveriam funcionar as cidades.

O capítulo dois trata da política urbana como apresentado a seguir:

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor (BRASIL, 1988, p.98).

Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/Constituicoes_Brasileiras/constituicao1988.html/ConstituicaoTextoAtualizado_EC90.pdf>.

Se a propriedade urbana deve atender a função social, então, deveriam destinar-se às pessoas que têm pouco poder aquisitivo; as melhores parcelas do terreno, haja vista a insuficiência de recursos para que possam dotar suas propriedades de estrutura que lhes proporcionem maior segurança. Claro que isto é uma ideia de difícil aceitação e execução. Mas já que a distribuição espacial se dá para atender ao sistema econômico e produtivo, em detrimento das pessoas. Caberia ao poder público fazer cumprir a lei e assegurar condições de habitação com a mínima condição de segurança e conforto para a população desfavorecida economicamente.

2.4.1.2 Estatuto das Cidades (Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001)

Esta Lei regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal. No primeiro capítulo, que trata das diretrizes gerais, são estabelecidas as normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana visando o bem coletivo, a segurança e o bem-estar dos cidadãos. Objetiva-se ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, promovendo também, o equilíbrio ambiental.

A questão ambiental aparece enfatizada pela expressão “garantia do direito a cidades sustentáveis”. É expresso o direito à terra urbana, à moradia com infraestrutura e serviços públicos que promovam o saneamento ambiental para as gerações presentes e futuras.

Na perspectiva deste trabalho não existe equilíbrio ambiental dentro dos sistemas ambientais, haja vista sua condição caótica com rupturas frequentes. Quanto à expressão “cidades sustentáveis”, que tanto aparece na lei, é preciso não cair no modismo da sustentabilidade que valoriza mais a propaganda em detrimento de uma estruturação séria frente aos grandes desafios de se projetar sobre o meio de forma a garantir a perpetuação da vida de forma segura.

Para uma gestão democrática há abertura à participação popular representada por associações. Isto é importante na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano. Para atendimento do interesse social deveria haver cooperação entre os governos, iniciativa privada e os demais setores da sociedade. Entretanto o que se constata é que, de uma forma ou de outra, os governos acabam por favorecer a iniciativa

privada, excluindo assim, as camadas menos favorecidas da população dos processos decisórios.

No planejamento, tanto a distribuição espacial da população quanto das atividades econômicas são de extrema importância para evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio e, conseqüentemente, sobre as populações. As cidades devem adotar padrões de produção, consumo e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica.

As tentativas de ordenação e controle do uso do solo buscam evitar formas de utilização inadequada dos imóveis urbanos, usos incompatíveis ou inconvenientes, o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana.

No segundo capítulo que trata dos Instrumentos da Política Urbana, na seção um, no quarto artigo são apresentados alguns instrumentos gerais de planejamento composto por planos nacionais, regionais, estaduais e municipais que visam garantir a ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social. O planejamento municipal, em especial o plano diretor, deve disciplinar o parcelamento, o uso e a ocupação do solo. Também é função do plano diretor promover um zoneamento ambiental.

De acordo com o artigo quarenta e seus respectivos parágrafos, o plano diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana que engloba todo o território municipal. A lei que institui o plano diretor precisa ser revista, pelo menos, a cada dez anos. No processo de elaboração e na fiscalização de sua implementação os poderes Legislativo e Executivo municipais deverão garantir a promoção de audiências públicas com debates nos quais possa haver a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade. Também é garantida, por lei, a publicidade quanto aos documentos e informações produzidos e o acesso de qualquer interessado aos documentos e informações.

O artigo 41 apresenta os casos de obrigatoriedade para elaboração do plano diretor que deve ser estabelecido para cidades que se enquadrem em, pelo menos um, dos itens elencados:

- I – com mais de mais de vinte mil habitantes;
- II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;
- III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no parágrafo 4º do art. 182 da Constituição Federal;
- IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico;
- V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.

O artigo 43 traz os instrumentos que deverão ser utilizados para garantir a gestão democrática da cidade como: os órgãos colegiados de política urbana, os debates, as audiências e consultas públicas, as conferências sobre assuntos de interesse urbano, a iniciativa popular de projeto de lei e de planos, os programas e projetos de desenvolvimento urbano.

No plano normativo este estatuto dá orientações sobre a forma como se estabelecerá a cidade a partir da formulação de seus vários planos, principalmente, o plano diretor.

2.4.1.3 O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora

Como apresentado, anteriormente, o plano diretor é um instrumento chave para o bom desenvolvimento das cidades. Atualmente é obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes. E deve ser amplo e bem elaborado de forma a garantir o bem estar social fazendo da cidade um lugar bom e seguro para todos os seus moradores.

Em Juiz de Fora o planejamento tem origem, praticamente, simultaneamente ao nascimento da cidade. Data de 31 de maio de 1850 a vila de Santo Antônio do Paraibuna com cerca de seiscentas famílias. Já, “em 1853 uma comissão designada pela câmara, recém empossada, apresentou um plano de arruamento da Vila, incluindo 3 praças, 16 ruas transversais à Estrada do Paraibuna e duas ruas paralelas. A Vila se estendia por quase 3.000 metros de norte a sul” (PJF, 2004, p. 161).

No dia 2 de maio de 1856, a Vila passa a cidade designada, neste momento, de Paraibuna. Passados nove anos, em 1865, a cidade recebe o nome de Juiz de Fora. Nesta época a população era composta, em sua maioria, por escravos, numa proporção de mais de 4.000 para, apenas, 2.400 homens livres. A dinâmica

economia cafeeira impulsionava o crescimento da cidade que em 1872 concentrava 18.775 escravos e 11.604 homens livres. Assim, as decisões sobre a forma como a cidade iria se expandir e projetar-se para o futuro foram tomadas pelas elites locais (PJF, 2004).

Ainda, nesta época, foram tomadas as primeiras iniciativas para o planejamento urbano de Juiz de Fora. A pedido da câmara, o engenheiro Gustavo Dolt desenhou a primeira planta da cidade, que se constituía, basicamente, no alinhamento e nivelamento das ruas, na demarcação das praças e logradouros públicos e na previsão do futuro traçado da sua parte central, orientando a expansão da cidade, de modo que as ruas perpendiculares à Rua Direita (Av. Barão do Rio Branco) deveriam ser abertas até a serra adjacente a cidade (Morro do Imperador) (PJF, 2004, p. 161).

Oliveira (1953) ressalta que o pequeno povoado alcança ares de cidade moderna e ganha, em 1870, um plano de demarcação e nivelamento de ruas, telégrafo, banco, bondes, a primeira cervejaria, a primeira estação telefônica, contraindo ainda um empréstimo (Lei Provincial nº. 1.393, de 1867) para calçamento da Rua Direita (atual Avenida Barão do Rio Branco).

Outros traçados de ruas seguiram o mesmo planejamento, que com o passar do tempo foi passando por mudanças em busca de melhores condições de higiene e saneamento (PJF, 2004). De acordo com Almeida (2005) em 1891 surge na história de Juiz de Fora o engenheiro francês Gregório Howyan que elabora um projeto de saneamento para a cidade intitulado “Saneamento e expansão da cidade de Juiz de Fora: águas, esgotos; retificação de rios, drenagem” cujo alvo era a captação de águas pluviais, o sistema de esgotamento sanitário, a abertura de ruas e a construção de pontes.

Em 1938 nasce o Código de Obras do município. Neste momento já havia a necessidade de se estabelecerem regras mais precisas para a ocupação do solo na cidade. Mas, sobretudo, para normatizar sobre as edificações. Este código traz um princípio de zoneamento urbano com suas respectivas normas de edificação, licenças, obrigações dos profissionais, construções (materiais, expedição de alvarás), demolições, estética dos edifícios, arborização, mobiliários urbanos e estrutura das edificações (PJF, 1938).

As décadas que se seguiram foram marcadas por tentativas de entender e reduzir os impactos ambientais e os efeitos dos processos naturais sobre o

crescimento da cidade. O primeiro fator que fez que se intensificassem as ações voltadas para o planejamento foi à enchente de 1940 (STAICO, 1977). Ainda na década de 1940, foram propostos outros planos na cidade, como o plano Saboya Ribeiro de 1945-49. Em 1985 foi lançado o Plano Diretor de Água da área urbana, com objetivo de estabelecer as diretrizes para o abastecimento de água para a região, até 2011. Também foi elaborado o Plano Diretor de Limpeza Urbana. Em 1986 foi elaborada a Legislação Urbana Básica passando a funcionar como instrumento planejador do crescimento, inovando com a criação da Comissão de Uso e Ocupação do Solo (TASCA, 2010).

Àquela época, por iniciativas do Programa CPM/BIRD, três leis entraram em vigor: a 6908/86, dispendo sobre o Parcelamento do Solo; a 6909/86 sobre o Código de Edificações e a 6910/86, sobre o Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo. Essa legislação objetivava impor limites à desordenada expansão da cidade e induzir o crescimento para o sentido norte, provocando a desconcentração das zonas territoriais mais saturadas e garantindo, assim, pelo menos em tese, a possibilidade de implantação de planos urbanísticos. Esta legislação está vigente e ainda é a principal modeladora do espaço urbano de Juiz de Fora, podendo-se visualizar o incentivo à ocupação da zona norte através dos vários projetos de novos loteamentos industriais e residenciais (TASCA, 2010, p. 110).

Somente em 1996, é iniciada a elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora, (PDDU/JF), com ênfase à questão da regulação do uso do solo e ocupação do solo urbano. Mas a mudança de governo fez que tanto o plano diretor, como os Projetos de Lei do Parcelamento e Uso e Ocupação do Solo e os relativos à Proteção de Mananciais São Pedro e Espírito Santo fossem retirados da pauta de votação. Durante o ano de 1997 não houve avanços e somente em 1998 deu-se início à reorganização de seu conteúdo, por profissionais vinculados à Universidade Federal de Juiz de Fora. Com as modificações o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano foi finalmente encaminhado à Câmara legislativa no ano de 1999 e aprovado pela Lei n. 9.811 de 27/06/2000 que estabeleceu o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU Juiz de Fora para sempre (TASCA, 2010).

Atualmente um corpo técnico formado por representantes do poder público municipal e da sociedade civil, está trabalhando na revisão do plano diretor municipal, pois há necessidade que o crescimento urbano seja acompanhado pelos gestores.

Segundo a Prefeitura de Juiz de Fora (PJF) essa nova versão do Plano Diretor recebeu o nome de Plano Diretor Participativo (PDP), pela necessidade de envolvimento e acompanhamento da população na condução desse processo, tanto na elaboração do Plano, quanto no monitoramento da sua execução. O planejamento é um instrumento para o diagnóstico das características presentes no ambiente e uma forma de estabelecer propostas para melhorar crescimento de Juiz de Fora. O objetivo é prognosticar os problemas a serem enfrentados e, simultaneamente, aplicar ações corretivas aos já instalados. O plano diretor é um instrumento técnico e jurídico que visa contribuir significativamente para que haja um crescimento controlado e, supostamente, mais seguro da cidade. Todavia, ressalta-se que deverá ser acompanhado de uma série de medidas que deem suporte as ações que forem propostas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais utilizados

Para alcançar alguns dos objetivos propostos neste trabalho foram utilizadas as cartas topográficas do IBGE, escala de 1/50.000. Juiz de Fora, folha SF-23-X-D-IV-1, (IBGE, 1976), Ewbank da Câmara, folha SF-23-X-D-IV-2 (IBGE, 1976), Matias Barbosa, folha SF-23-X-D-IV-3 (IBGE, 1976) com as quais foi delimitada a área de estudo e foram feitos levantamentos morfométricos para se estabelecer os índices de dissecação (entalhe) vertical e a dimensão interfluvial.

Foi feito uso de imagens de satélite e SRTM (USGS - *United States Geological Survey*, 2008).

Para geração da carta de uso da terra e cobertura vegetal foram utilizadas imagens, em alta resolução, dos *Softwares Bing e Google Earth*.

Através do uso destas imagens é possível fazer um tratamento multiescalar com escalas de altíssimo detalhe que possibilitam a visualização dos processos morfodinâmicos. Para compensar eventuais perdas foi feita a opção pelo uso das imagens dos dois softwares.

O *software* Bing é possível abrir diretamente com uso do programa ArcGIS 10.1. Basta fazer a instalação de uma extensão, denominada de **ArcBrutile**, disponível em: <<http://arcbrutile.codeplex.com>>.

Sobre a imagem os polígonos são desenhados e classificados manualmente com a ferramenta de edição. Feita a vetorização, através da ferramenta **conversion tools / to KML**, o arquivo, em formato *shape*, é convertido para formato compatível com o Google Earth, para uma conferência e edições necessárias, o que dá maior precisão a carta gerada. Após as modificações, com a ferramenta **conversion tools / from KML** o arquivo é convertido para *Layer* e edição final no ArcGIS.

Para controle de campo, sistemático, com aquisição de pontos para georreferenciamento foi utilizado o GPS (Garmin Etrex30) e câmera fotográfica digital.

Também foi utilizado o “Manual de descrição e coleta de solo no campo” (SANTOS et al. 2005).

3.2 Método

A abordagem metodológica se baseia na visão sistêmica e integrada do meio, aplicada aos estudos geomorfológicos, atuantes dentro de bacias hidrográficas. Pois com as precipitações se dá a entrada de energia no sistema e, com isto, há uma intensificação dos processos atuantes, tanto no domínio das encostas como nos fundos de vale.

O recorte espacial da área de estudo não obedece somente aos critérios políticos administrativos, mas toma também a bacia hidrográfica como referencial, visto que estas têm sido utilizadas internacionalmente como uma unidade físico-territorial básica para os mais diversos estudos ambientais, projetos de planejamento urbano e gestão do território. “A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental”. (BOTELHO e SILVA, 2010, p.153).

Neste caso, após fazer o mapeamento geral da área, em escala de apresentação final de 1/50.000, foi feito um comparativo entre as principais bacias dentro do Setor Norte. Foi feito um apontamento para as potencialidades e restrições de uso presentes no meio mediante os graus de fragilidade ambiental, mapeados. Como auxílio às leituras finais foram feitas algumas abordagens em trato multiescalar, partindo-se da escala final até uma escala de campo, para averiguações no domínio das encostas.

Botelho e Silva (2010) fazem uma diferenciação das formas de abordagem que podem ser feitas dentro dos limites das bacias hidrográficas. A proposta estabelece três tipos de bacias que podem ser:

a) representativas

É preciso que a área escolhida tenha representatividade para o estudo, tanto do quadro físico, quanto do socioeconômico. Isto em relação ao território considerado.

b) estratégicas

A bacia estratégica, diferentemente da representativa, é selecionada a partir de condições específicas, não encontradas no restante da área de estudo. Pode apresentar problemas críticos como erosão dos solos em formas mais agressivas

como voçorocas e movimentos de massa. Estas áreas requerem compreensão seguida de intervenções mais urgentes para solução dos problemas.

c) experimentais

Em áreas menores que 20 km² são adotadas áreas experimentais nas quais são implantados estudos pilotos que poderão ser transferidos para áreas maiores.

Segundo Machado e Torres (2012) não se pode negar que inúmeras áreas de pesquisa como Ecologia, Geografia, Engenharia Sanitária e Ambiental, entre outras têm balizado seus estudos sobre a bacia hidrográfica, que, dessa maneira, tem sua importância realçada. Saadi (1997) afirma que as intervenções em escala de bacias hidrográficas representam a maneira mais lógica de abordar os problemas de planejamento urbano. Portanto comparar sub-bacias dentro de um setor do município poderá facilitar o planejamento.

Rodrigues e Adami (2005) asseveram que grande parte dos estudos direcionados às bacias hidrográficas não traz uma definição conceitual precisa a respeito desses sistemas; os autores destacam que elas não podem ser consideradas simplesmente como áreas de captação, sendo necessário levar em consideração às variáveis componentes do sistema. Desta forma, no plano conceitual, é possível definir bacia hidrográfica nas seguintes palavras:

Sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximos à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais (RODRIGUES; ADAMI, 2005, p. 147).

O Setor Norte é composto por um conjunto de bacias, sendo algumas de maior expressão territorial e populacional, dentro do limite municipal. Desta forma tudo que houver de modificação, dentro de cada bacia, poderá trazer algum resultado para as áreas à jusante, dentro da mesma bacia, ou até mesmo nas áreas de coalescência de planícies entre o rio Paraíba e suas sub-bacias. Botelho e Silva (2010) ressaltam que o ciclo da água é globalmente tratado como um sistema fechado, mas localmente ao nível da bacia hidrográfica, trata-se de um sistema aberto, assim, ocorre sempre uma entrada de energia através das precipitações que

promove o armazenamento e a transformação dentro do sistema atuando no domínio das encostas e a saída pelos canais fluviais.

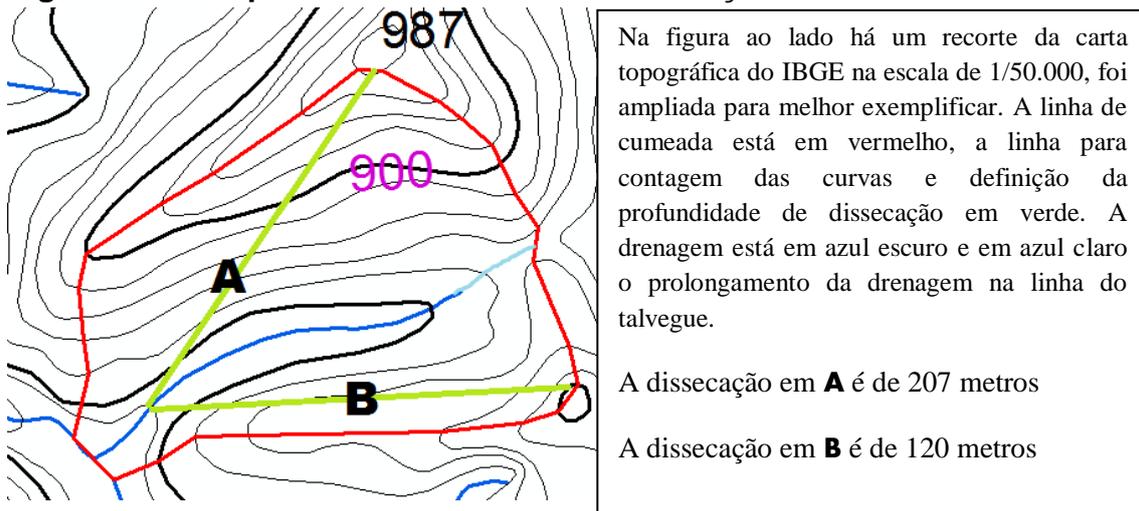
3.3 Procedimentos técnicos

É importante deixar claro que a escala de trabalho adotada para o resultado final é de 1/50.000. Devido ao tamanho total da área de estudo (546,6 Km²) adotou-se esta escala, pois há áreas urbanas e rurais. Para se trabalhar melhor com as áreas urbanas foram feitos reconhecimentos de campo e dado um tratamento multiescalar para atuação no domínio das encostas possivelmente mais frágeis.

O levantamento da dissecação vertical (profundidade de dissecação) foi realizado manualmente sobre a base cartográfica do IBGE na escala de 1/50.000 a partir da subtração do valor entre cota máxima e mínima. Segundo Cunha et al. (2003) a carta de dissecação vertical serve para quantificar por setores, de cada sub-bacia, a altitude relativa entre a linha de cumeada e o talvegue. Isto possibilita estabelecer os diferentes graus de entalhamento dentro da área estudada. Hupb (1988) propõe que sobre a base cartográfica seja enriquecida a drenagem e posteriormente traçadas as linhas de cumeada.

Sobre a base cartográfica foram selecionados todos os pontos cotados dos topos por onde passa a linha de cumeada de cada sub-bacia, presente na área de estudo. Tendo o topo como referência, toma-se a cota da primeira curva de nível presente na linha do talvegue e subtrai-se o valor menor do maior, o que resulta na profundidade de dissecação. A figura 3 pode ser mais esclarecedora.

Figura 3 - Exemplo de como calcular a dissecação vertical



Trata-se de uma sub-bacia, com duas encostas com grau de entalhamento diferenciado. Neste caso na margem direita há uma profundidade de dissecação diferente da margem esquerda.

Na margem direita, na linha **A**, a cota do topo é de 987m e a cota mais baixa 780m, a amplitude é de 207m.

É possível estabelecer a dissecação, mesmo que se desconheçam as cotas altimétricas dos topos, ou curvas de nível, basta contar o número de curvas e atribuir valor zero a primeira e somar as distâncias das demais curvas. Esta distância pode variar de acordo com a carta; nas cartas de 1/50.000 do IBGE as curvas de nível estão dispostas de vinte em vinte metros.

Na margem esquerda, na linha **B**, a cota do topo não foi estabelecida, mas a partir da contagem das curvas é possível estabelecer a amplitude local. Então, temos sete curvas, atribuímos valor zero a primeira e somamos as demais de vinte em vinte metros. O quadro 5 ilustra bem esta operação e traz como resultado uma dissecação de 120 metros.

Quadro 5 - Exemplo de somatório a partir da contagem de curvas de nível para estabelecer a profundidade de dissecação

Curva	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Valor atribuído	0	20m	40m	60m	80m	100m	120m

Fonte: Elaborado pelo autor

A matriz de dissecação proposta por Ross (1992,1994), apresentada no quadro 6, foi utilizada para gerar um mapa de dissecação do relevo com as categorias propostas pelo autor. Tomando o mesmo exemplo anterior, se a dissecação vertical é de 207m a categoria será muito forte.

Quadro 6 - Matriz de dissecação do relevo

Dimensão Interfluvial (classes) \ Entalhamento Médio dos vales (classes)	MUITO BAIXA (1) >3750m	BAIXA (2) 1750 a 3750m	MÉDIA (3) 750 a 1750m	ALTA (4) 250 a 750m	MUITO ALTA (5) < 250m
Muito fraco (1) (< 20 metros)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40 metros)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80 metros)	31	32	33	34	35
Forte (4) (80 a 160 metros)	41	42	43	44	45
Muito forte (5) (> 160 metros)	51	52	53	54	55

Fonte: Ross (1992,1994).

A carta de dissecação vertical foi gerada a partir dos procedimentos seguintes: o primeiro passo foi delimitar a área de estudo sobre a base cartográfica do IBGE na escala de 1/50.000. Após estabelecer a área, o segundo passo foi delimitar todas as sub-bacias presentes dentro da área, por sub-bacias entenda-se, todo e qualquer rio, independente da ordem hierárquica, ou seja, todo e qualquer volume de materiais, delimitado por interflúvios e que estejam sob o domínio de um canal principal. Feito isto, o terceiro passo foi identificar os topos, numerá-los e marcar suas cotas. O quarto passo, e mais importante, é mensurar a dissecação de cada sub-bacia, ou setor da sub-bacia (margem direita ou esquerda).

Pode-se optar por fazer uma média entre a dissecação da margem direita e esquerda, mas na ocorrência de números muito distantes, como no exemplo citado anteriormente que na margem direita a dissecação é de 207m e na esquerda 120m, o melhor é fazer separadamente prolongando-se a drenagem na linha do talvegue. Isto porque, 207m corresponde a um relevo com dissecação muito forte e 120m um

relevo com dissecação forte. A média aritmética faria que toda sub-bacia fosse classificada como muito forte por apresentar dissecação média de 163,5m.

Definida a dissecação de cada sub-bacia, ou setor (margem direita ou esquerda), o quinto e último passo foi colorir o mapa. Isto pode ser feito sobre a própria base cartográfica que depois poderá ser digitalizada e vetorizada.

Para digitalização e vetorização, o primeiro passo é escanear o mapa já concluído, feito isto, o segundo passo é adicionar e georreferenciar a imagem em *software* de geoprocessamento, neste trabalho foi feito uso do ArcGIS 10.1. Após adicionar e georreferenciar a imagem, o terceiro passo foi criar um novo arquivo em formato *shape* para desenho dos polígonos. Os polígonos foram desenhados com a ferramenta de edição no modo semiautomático. Para cada polígono desenhado atribui-se um valor na tabela de atributos, para posterior classificação final da carta de dissecação.

A carta de dissecação vertical obedeceu a este passo a passo, todavia é possível que seja feita diretamente no *software* ArcGIS. A partir de uma base de dados vetoriais é mais fácil, mas mesmo que tenha que escanear a carta topográfica impressa, é possível trabalhar direto no ambiente SIG. A vantagem de se ter os dados vetoriais é o ganho de tempo, pois é possível mensurar a dissecação vertical e simultaneamente criar os polígonos no modo semiautomático, já atribuindo valores na tabela de atributos. Desta forma etapas podem ser eliminadas para um mesmo resultado.

A carta de declividade foi gerada a partir da ferramenta do ArcGIS 10.1 Spatial Analyst/Superfície/Declividade, tendo sido lançado mão da imagem SRTM (USGS - *United States Geological Survey*, 2008) . As classes foram definidas em intervalos manuais após a criação do modelo de declividade, estabelecendo os seguintes intervalos: <6%; >6 - 12%; >12 - 20%; >20 - 30%; >30%.

A partir da correlação dos dados morfométricos, espacializados nas cartas de declividade e dissecação vertical, foi estabelecida a compartimentação geomorfológica, definindo-se os tipos genéticos de agradação (A) e de degradação (D), seguindo as orientações de Ponçano et al. (1981) conforme se apresenta no quadro 7.

Quadro 7 - Critérios para nomenclatura dos modelados de dissecação

Conjuntos de Sistema de relevo	Declividade predominante das encostas	Amplitudes locais (dissecação vertical)
Relevo colinoso	0 a 15%	< 100 m
Relevo de morros com encostas suavizadas	0 a 15%	100 a 300 m
Relevo de morrotes	>15%	< 100 m
Relevo de morros	>15%	100 a 300 m
Relevo montanhoso	>15%	>300 m

Fonte: Ponçano et al. (1981)

A sobreposição foi feita diretamente no ambiente SIG. O primeiro passo foi adicionar o plano de informação da carta de declividade. O segundo passo foi adicionar os arquivos das cartas topográficas do IBGE em formato *shape*, com a dissecação vertical já definida dentro do recorte da área de estudo.

Pode-se optar por adicionar a carta de dissecação vertical já editada e colocá-la em um modo de transparência que favoreça a sobreposição. O terceiro passo foi criar um novo arquivo *shape* para desenho dos polígonos no modo de edição. A partir da sobreposição da carta de declividade com as cartas do IBGE, foram desenhados os polígonos no novo arquivo *shape*. Com o modo de edição os polígonos foram desenhados e classificados na tabela de atributos resultando no mapa final de compartimentação do relevo.

Também foi editada uma carta de uso da terra e cobertura vegetal para confrontar as potencialidades e restrições de uso em relação aos condicionantes geomorfológicos, sobretudo a fragilidade ambiental. Para geração desta carta foram utilizadas imagens em alta resolução dos *Softwares Google Earth* e *Bing*.

Através do uso destas imagens é possível fazer um tratamento multiescalar com escalas de altíssimo detalhe (até 1/1000) que possibilitam a visualização dos processos morfodinâmicos. Para compensar eventuais perdas foi feita a opção pelo uso das imagens dos dois softwares.

É possível abrir o Bing diretamente no ArcGIS 10.1 através da instalação da extensão **ArcBrutile** disponível em: <<http://arcbrutile.codeplex.com>>. Sobre a imagem os polígonos foram desenhados e classificados manualmente com a ferramenta de edição. Feita a vetorização, através da ferramenta **conversion tools / to KML** o arquivo é convertido para uso no Google Earth para uma conferência e edições necessárias o que dá maior precisão a carta gerada. Após os ajustes necessários, com a ferramenta **conversion tools / from KML** o arquivo é convertido para *Layer* e edição final no ArcGIS 10.1. Tal procedimento foi subsidiado por controle sistemático de campo, com aquisição de pontos georreferenciados em GPS (Garmin Etrex30) e registrados por câmera fotográfica digital.

Esta forma de edição, associada ao controle de campo conferiu maior representatividade e atualização do mapeamento reduzindo generalizações.

Por fim, a elaboração e ajuste das bases cartográficas, sobrepostas, resultou na carta síntese de fragilidade ambiental a processos morfodinâmicos elaborada a partir da metodologia proposta por Ross (1994), com algumas adaptações seguindo alguns passos usados por Marques Neto et al. (2014).

Para geração da carta de fragilidade ambiental foram sobrepostas as bases cartográficas de profundidade de dissecação, compartimentação do relevo, declividade, solos e uso da terra/cobertura vegetal. As bases foram sobrepostas no software ArcGIS 10.1 para geração da carta de fragilidade. Foram definidos pesos referentes a cada base utilizada, isto de acordo com o grau de importância de cada plano de informação usado. Para a sobreposição das bases, foi utilizada a ferramenta “**sobreposição ponderada**”, presente no *ArcToolbox* do software ARCGIS 10.1. Esta ferramenta possibilitou atribuir valores de peso (influência) para cada base sobreposta.

O quadro 8 apresenta de forma organizada, as variáveis que foram utilizadas para sobreposição das bases. O peso dado para cada base foi o mesmo, mas para cada atributo foi dada uma nota diferenciada. As notas foram dadas em relação ao potencial morfodinâmico de cada variável como se apresenta no quadro.

Vale frisar que quanto maior a nota dada para cada categoria, maior será a atuação negativa que potencializará a fragilidade do ambiente. Por outro lado, quanto menor for a nota, maior será o grau de proteção dado por esta variável. A influência é distribuída, proporcionalmente, entre a quantidade de atributos analisados. Neste caso como foram cinco, a influência foi de vinte por cento.

Quadro 8 - Influência e notas para cada classe utilizada no mapa de fragilidade

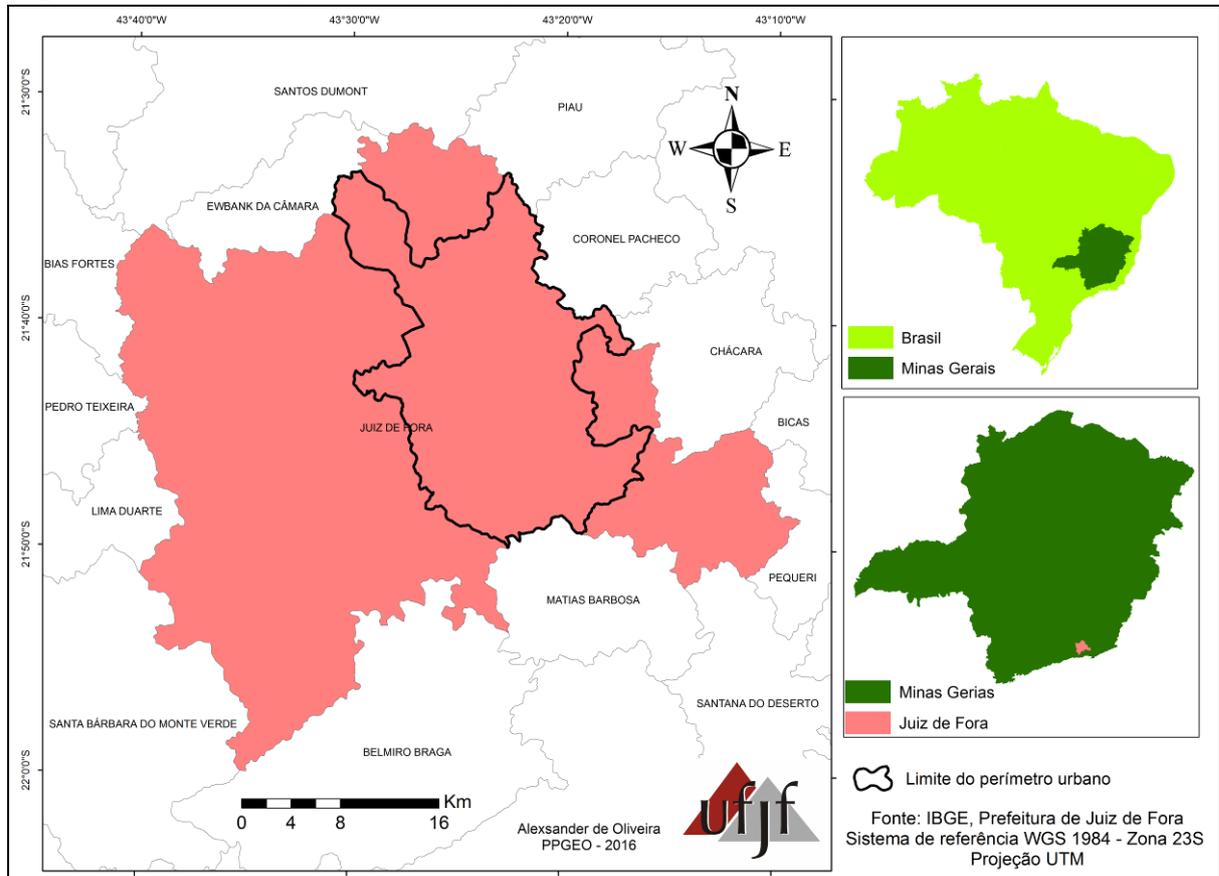
ATRIBUTO	CLASSE	NOTA	PESO
Dissecação do relevo	Baixa	2	20%
	Média	4	
	Alta	6	
	Muito Alta	8	
Formas de Relevo	Planícies	1	20%
	Colinas	2	
	Morrotos com topo aplainado	4	
	Morrotos	5	
	Morros	6	
	Serras baixas dissecadas	7	
Declividade	<6%	2	20%
	>6-12%	3	
	>12-20%	4	
	>20-30%	7	
	>30%	8	
Solos	Latossolo	2	20%
	Cambissolo	5	
	Neossolo Litólico	8	
	Neossolo Flúvico	4	
Uso da terra e cobertura vegetal	Área urbana densa	5	20%
	Área urbana rarefeita	6	
	Floresta Semidecidual em estágio avançado de regeneração	1	
	Floresta Semidecidual replantada ou em estágio inicial de regeneração	4	
	Pasto com cobertura e baixo pisoteio	5	
	Pasto degradado (descoberto) com processos severos de erosão laminar	9	
	Horticultura e outras culturas (milho, cana, capim para trato de gado)	7	
	Silvicultura de Eucaliptos intercalada com pasto	6	
	Silvicultura de Eucaliptos densa	7	

Elaborado a partir da proposta de Marques Neto et al. (2014)

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Com uma área de 1.429,8 km², o município de Juiz de Fora está localizado na Região Sudeste do Brasil, na mesorregião da Zona da Mata do estado de Minas Gerais. O perímetro urbano da cidade de Juiz de Fora (distrito sede) possui área de 397,3 Km² (figura 4).

Figura 4 - Localização do município de Juiz de Fora



A área de estudo específica dentro do município é o que foi denominado de Setor Norte (figura 5). Este setor é formado por um conjunto de bacias hidrográficas que são sub-bacias do rio Paraibuna. Engloba 66% (262,25 Km²) do perímetro urbano da cidade e extrapola para algumas áreas rurais e distritais, dentro do município de Juiz de Fora. Foi delimitada a partir dos divisores de água das principais bacias hidrográficas presentes (figura 6).

Possui 545,6 km² de área, a estimativa da população de acordo com dados do IBGE (Censo, 2010) é de aproximadamente 145 mil habitantes, representando cerca de 27% do total municipal. Este setor foi escolhido por ser um dos vetores de

crescimento estabelecidos pelo planejamento do município e por ser constatado em campo como o principal vetor de crescimento municipal, tanto para moradia, quanto para instalação comercial com grandes supermercados atacadistas, indústrias e centros logísticos de distribuição. Possui áreas consideradas como zonas de expansão urbana pela prefeitura de Juiz de Fora (PJF, 2004) e isto, se justifica, em alguns casos, pelas menores declividades em algumas sub-bacias do rio Paraibuna.

O Setor Norte, definido neste trabalho, parte da necessidade de uma visão sistêmica e integrada para se planejar e atuar sobre o meio.

Figura 5 - Localização do Setor Norte no município de Juiz de Fora

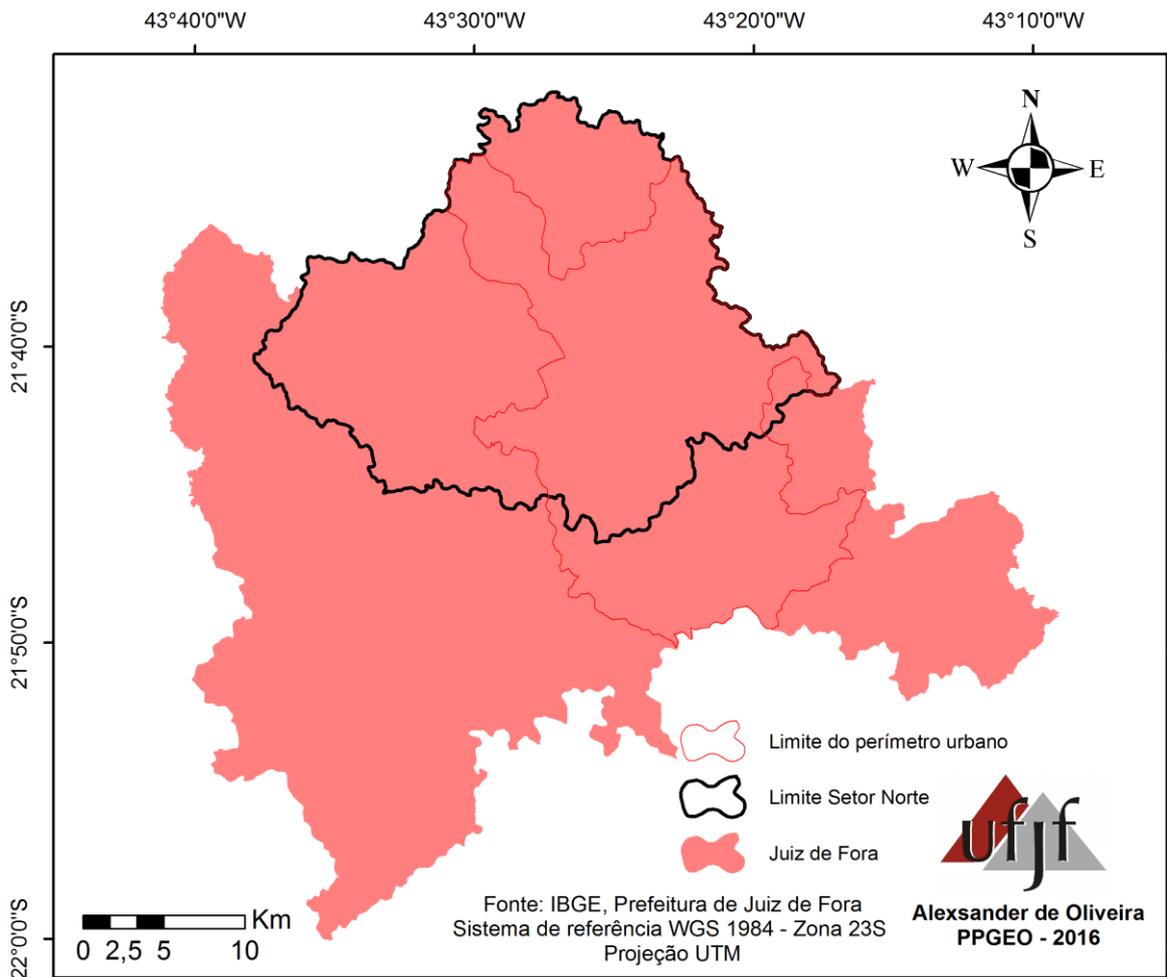
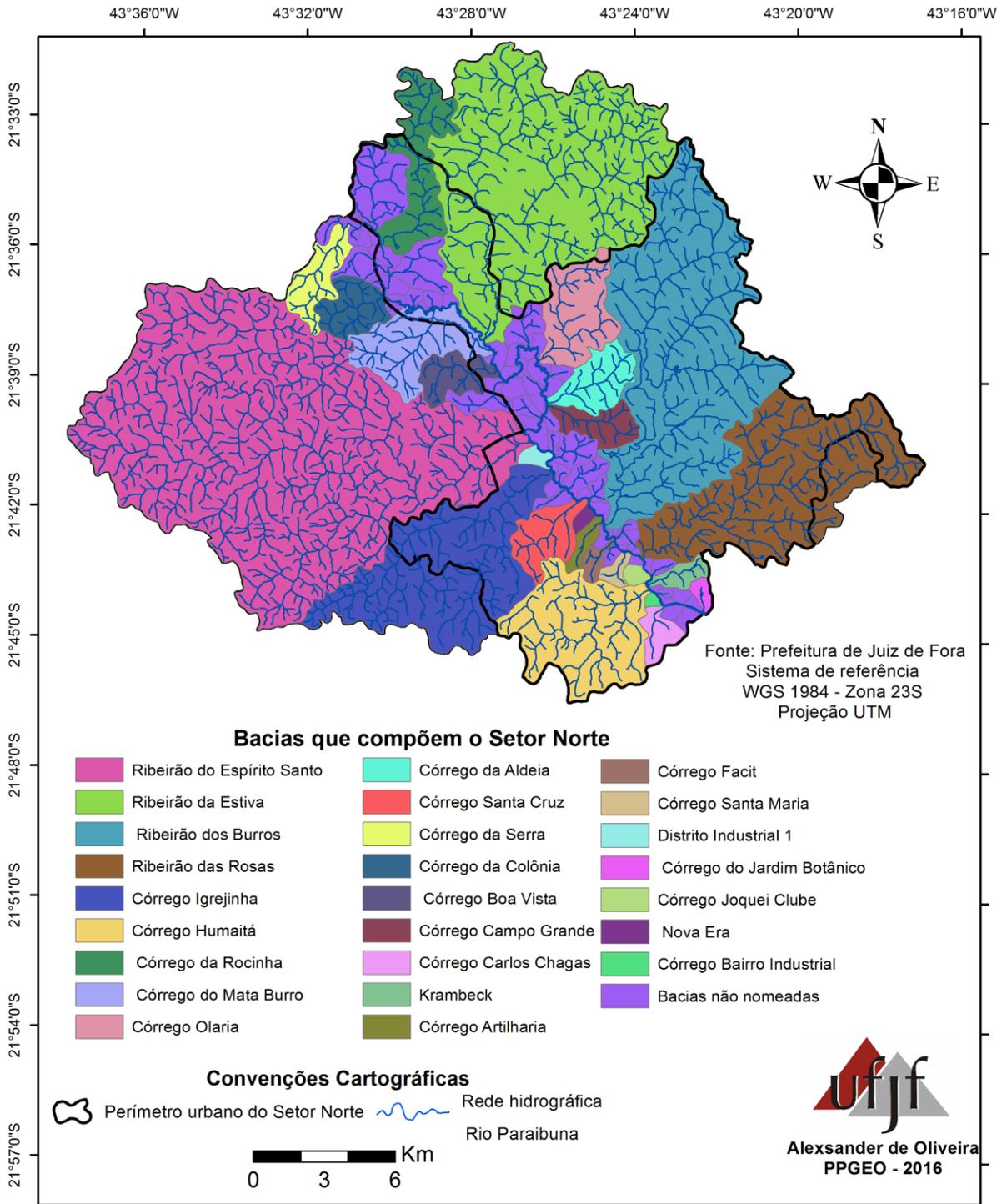


Figura 6 - Bacias que compõem o Setor Norte



4.1 Geologia/Litologia

Através do mapeamento geológico foi possível avaliar que a geologia e litologia guardam relação direta com a dissecação vertical, haja vista que os setores classificados em muito forte são também, aqueles que possuem intercalação de quartzito em gnaiss. Nestas intercalações de quartzitos há áreas de exploração de saibro (mineração para uso na construção civil, ou outros usos), algumas destas minerações estão em atividade, legalizadas ou não. Também há várias desativadas que são responsáveis por processos erosivos atuantes que geram uma carga de sedimentos bem acentuada (figura 7).

Figura 7- Antiga saibreira (Caracol)



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'1.29"S - Longitude 43°27'8.90"O

De acordo com a Prefeitura de Juiz de Fora (2004), o perímetro urbano pode ser enquadrado em dois grandes domínios geológicos: ao norte, os terrenos agrupados na Megassequência Andrelândia (HEILBRON et al. 2004), e ao sul as litologias antigas do Complexo Juiz de Fora.

Segundo Rocha (2005) a área municipal está situada sobre rochas variadas, com destaque para o Complexo Mantiqueira (norte) e Complexo Juiz de Fora (sudeste). Essas formações são separadas por um extenso sistema de falhas de

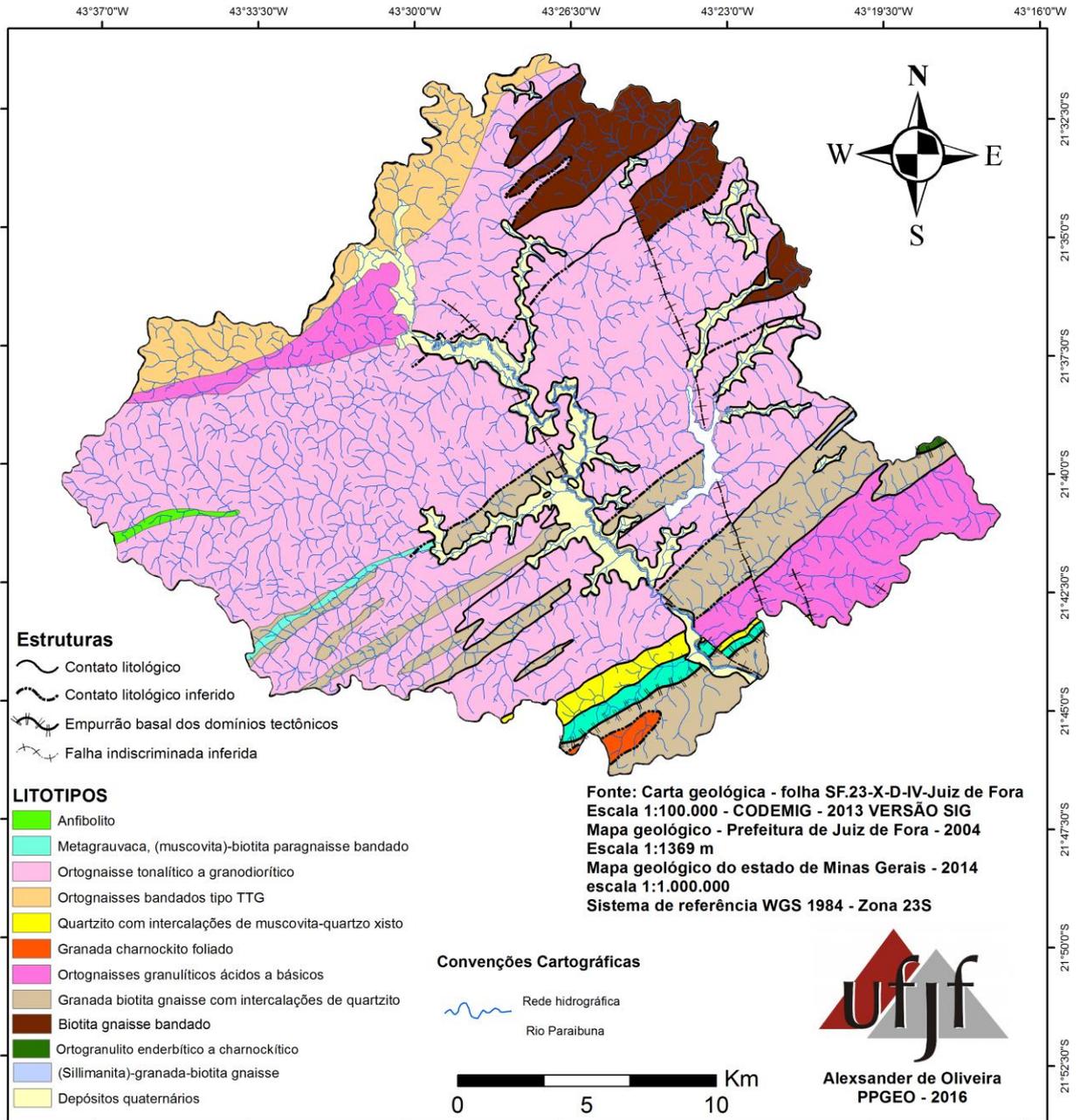
empurrão, abrangendo uma grande variedade de rochas metamórficas de idade pré-cambriana, caracterizadas por alterações oriundas de significativas atividades tectônicas. O conjunto de falhas e fraturas presentes na região é responsável pela intensa fragilidade geológica observada no município.

Segundo Duarte et al. (2003), em Juiz de Fora o embasamento paleoproterozoico e arqueano é representado pelos ortognaisses e anfibolitos do Complexo Mantiqueira, enquanto que a cobertura metassedimentar neoproterozóica corresponde a parte da Megassequência Andrelândia.

Os principais tipos de rocha presentes podem ser visualizados através da carta de geologia e litologia apresentada na figura 6. Foi elaborada a partir dos dados do mapeamento da CODEMIG (2013) na escala de 1/100.000; denominado de “Projeto Sul de Minas” (versão SIG), entretanto este mapeamento não abrange toda área de estudo. Por isso foi necessário usar outros mapeamentos, como o do Plano Diretor e o novo mapa geológico de Minas Gerais (2014) do Programa de Geologia do Brasil na escala de 1/1.000.000, este mapa é resultado da compilação de diversos mapeamentos em escalas diferentes, inclusive o anteriormente citado, mas o seu uso juntamente com o mapeamento em escala maior e trabalhos de campo deu aporte à compilação de um mapa específico para área.

Os pontos mais elevados do relevo encontrados na área de estudo coincidem com as intercalações de quartzito.

Figura 8 - Carta geológica e litológica do Setor Norte



4.2 Geomorfologia

De acordo com o Projeto RADAMBRASIL (1983), o município de Juiz de Fora está localizado na unidade geomorfológica designada por *Serranias da Zona da Mata*, contida na região da Mantiqueira Setentrional. Esta unidade caracteriza-se pelo relevo acidentado, que passam dos 1.000 m nos pontos mais elevados. Os padrões de relevo mostram uma forte tendência ao controle estrutural, fato visualizável nas cartas topográficas do IBGE na escala de 1/50.000, onde se faz notório o alinhamento dos topos de morros.

Para Ab'Sáber (2003), o município de Juiz de Fora se encontra no domínio dos “mares de morros” florestados, que é caracterizado por apresentar um relevo movimentado com vertentes convexas ou côncavo-convexas e planícies meândricas, recobertos anteriormente, de modo predominante, por vegetação florestal.

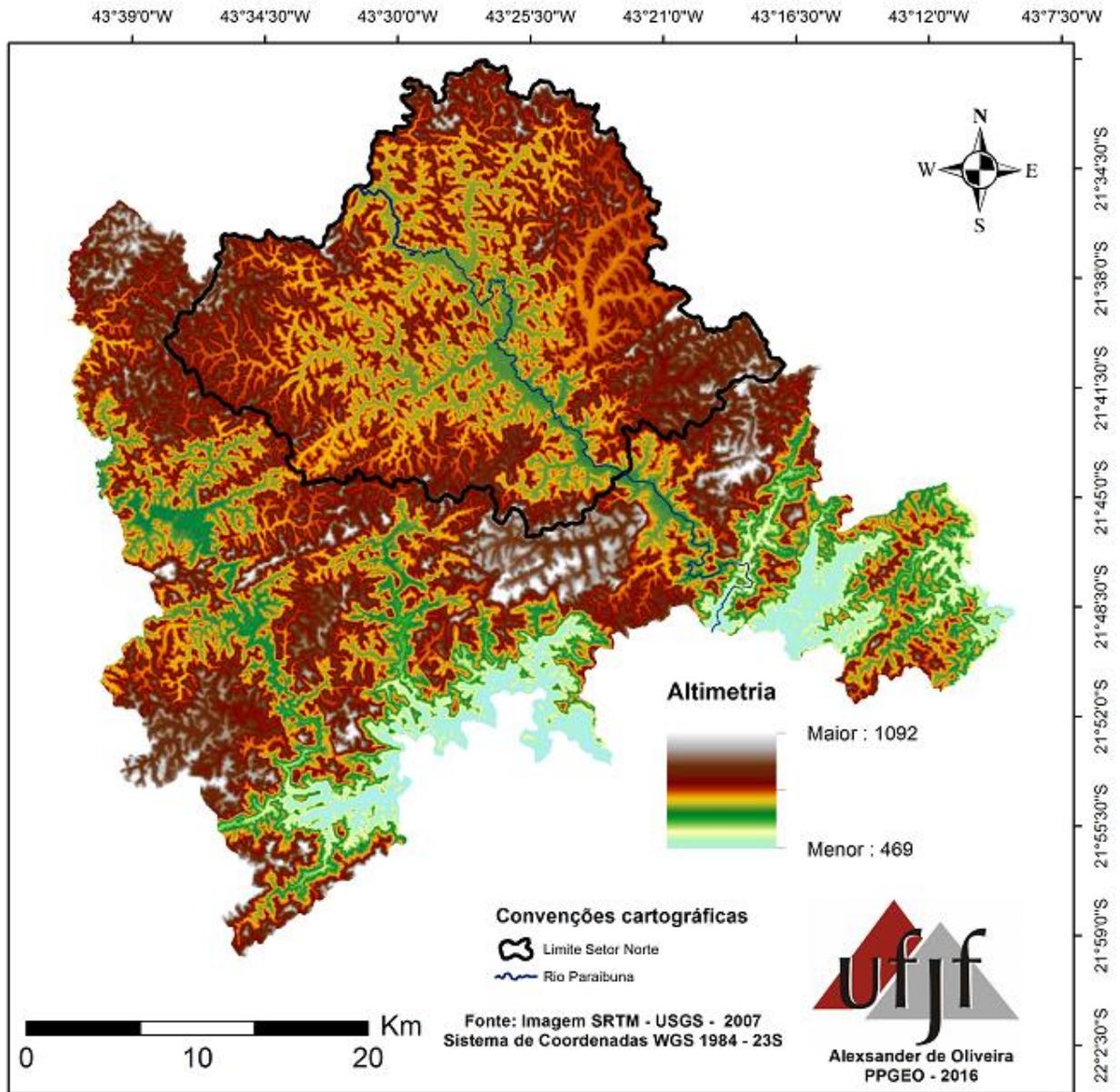
O relevo do Setor Norte apresenta uma variação altimétrica de 392 metros, nos setores mais baixos com 680 metros de altitude, enquanto o ponto mais elevado possui 1072 metros. Trata-se de uma topografia mamelonizada em morros de dissecação heterogênea, com topos e vertentes predominantemente convexas.

Mesmo se assentando em área de “mares de morro”, há certa diferenciação entre os compartimentos de relevo em Juiz de Fora. É notório que exista uma “cidade alta” no município. Inicialmente a ocupação da cidade alta se deu em uma planície altimontana e posteriormente se expandiu para os compartimentos mais elevados.

Pode-se destacar também que o Setor Norte do município é o que apresenta quadro mais favorável à expansão da malha urbana. Pois se caracteriza por abrigar alguns vales mais abertos e compartimentos do relevo com baixas amplitudes altimétricas caracterizados como morrotes com topos aplainados e algumas colinas pequenas que favorecem a ocupação. A carta geomorfológica (compartimentação do relevo) será apresentada mais adiante nos resultados. Foi elaborada apenas para o Setor Norte.

Nesta seção optou-se por apresentar uma carta altimétrica que dá uma visão geral da configuração da área municipal (figura 9).

Figura 9 - Altimetria de Juiz de Fora



4.3 Solos

Não há mapeamentos de solo específicos para Juiz de Fora em escala de detalhe, desta forma foi preciso partir de mapas em escalas menores feitos para todo estado de Minas. O mapeamento de maior detalhe é o da Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2010) que apresenta escala de 1/650.000. Há outros mapeamentos em escala de 1/1.000.000 como o do Projeto RADAMBRASIL no qual a Zona da Mata Mineira aparece caracterizada na folha SF-23/24 (Rio de Janeiro/Vitória). Também há outros ligados ao mapeamento da geodiversidade do estado de Minas Gerais, projeto idealizado pelo governo estadual, por meio da CODEMIG, em convênio com o Instituto de Geociências da UFMG e o Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Todos os mapas existentes trazem informação generalizada, todavia a partir do cruzamento das informações presentes nestes mapeamentos já foi possível gerar uma nova base mais diversa. Este foi um dos procedimentos para enriquecimento de uma base de solos.

Segundo Rocha (2005), não há um mapeamento de solos em escala adequada para o território municipal. Ainda assim, em Juiz de Fora têm sido constatados Latossolos Vermelho-Amarelos álicos e distróficos (que constituem, em grande parte, colúvios pedogeneizados), Cambissolos e Neossolos Litólicos distróficos, além de Gleissolos e Neossolos Flúvicos nas planícies mal drenadas onde a hidromorfia é favorecida. Fazem-se presentes também materiais de alteração, de composição areno-siltosa a argilo-arenosa, os quais apresentam elevada erodibilidade.

O reconhecimento de campo tem mostrado que, apesar das escalas dos mapas existentes serem pequenas, há boa representatividade dos solos existentes na área. Majoritariamente são reconhecidos Latossolos Vermelho-Amarelos, seguidos de Cambissolos. Outros tipos de solos são mais dificilmente identificáveis.

Conforme apresentado no mapa e legenda expandida a base de solos da UFV (2010) trouxe para o Setor Norte as seguintes classes:

LAd4 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado (40 %) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico húmico textura argilosa relevo forte ondulado (40 %) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura média e

argilosa relevo forte ondulado e montanhoso fase pedregosa e não pedregosa (20 %). (UFV, 2010, p.8)

LVAd58 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura argilosa e muito argilosa (40 %) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico textura argilosa (20 %), ambos A moderado relevo forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico A moderado e proeminente textura média e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso (20 %) + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico textura argilosa relevo forte ondulado e montanhoso (10 %) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado (10 %). (UFV, 2010, p.17)

LVAd59 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado e proeminente textura argilosa relevo forte ondulado (60 %) + LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado (20 %) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura média e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso (20 %). (UFV, 2010, p. 17)

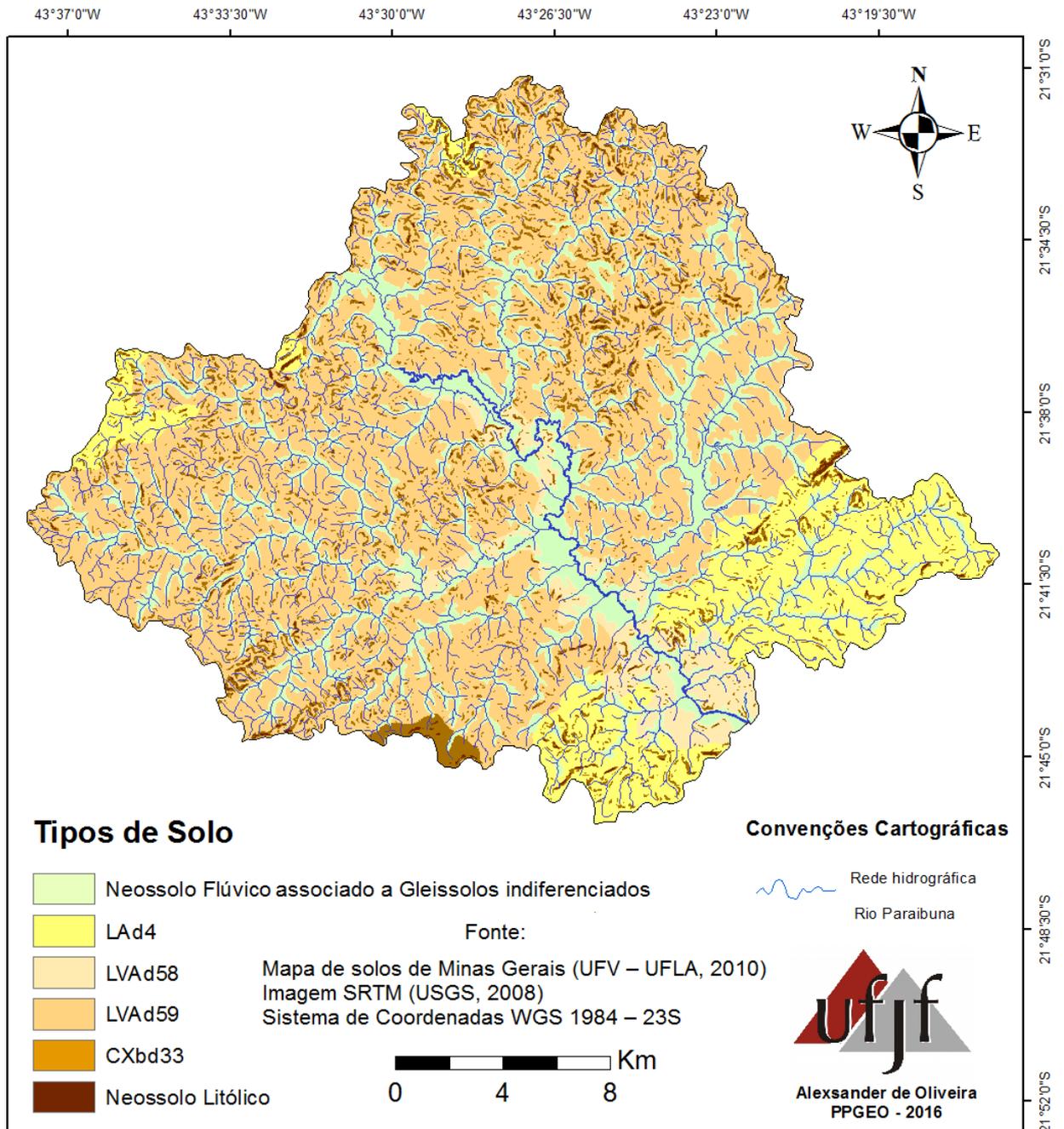
LVAd68 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico textura argilosa e muito argilosa relevo forte ondulado e montanhoso (40 %) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico textura média e argilosa relevo montanhoso (30 %), ambos A moderado e proeminente + LATOSSOLO AMARELO Distrófico húmico textura muito argilosa relevo ondulado e forte ondulado (30 %). (UFV, 2010, p.18)

CXbd33 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico textura média e argilosa fase pedregosa e não pedregosa (40 %) + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (30 %), ambos A moderado e proeminente + CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico (30 %), ambos textura argilosa, todos relevo forte ondulado e montanhoso. (UFV, 2010, p.30)

A partir da leitura da legenda expandida foram feitos desdobramentos, associando as ocorrências de solo ao relevo. Assim, foram identificados os Cambissolos em alguns setores das encostas e Neossolo Litólico nas porções mais declivosas do relevo. Também nas planícies foram identificados Neossolo Flúvico e Gleissolo indiferenciados (figura 10).

Outro procedimento foi o reconhecimento de solos em campo, de extrema importância para um produto final que satisfizesse a necessidade da pesquisa. Este reconhecimento foi feito com uso do “Manual de descrição e coleta de solo no campo” (SANTOS et al. 2005). Também foram coletadas algumas amostras para análises laboratoriais físicas, de textura. O resultado obtido apresentou uma predominância de solos com textura argilosa totalizando 80% das amostras analisadas, 17% média e apenas 3% arenosa.

Figura 10 - Carta de solos Setor Norte



4.4 Clima

O regime climático do município de Juiz de Fora, segundo a classificação de W. Köppen é o mesotérmico (Cwa), com verões quentes e estação chuvosa também no verão.

Segundo Torres e Machado (2011), os climas Cw podem ser também denominados de tropical de altitude, possuindo as mesmas características do clima tropical, sob a influência de massas de ar quentes no verão provocando umidade e massas polares no inverno, responsáveis pela estação seca. Porém, a altitude é responsável pela temperatura mais amena. Há ainda uma leve diferença entre o Cwa e o Cwb, sendo o Cwb característico nos setores do relevo um pouco mais elevados.

A precipitação média anual, já atingiu a marca de 2.292,2 mm no ano de 2004. Os maiores índices mensais são registrados no mês de janeiro, que chega aos 300 mm, enquanto que a média térmica anual é de 19°C. O mês mais quente é fevereiro que possui média de 21,8°C e o mês mais frio julho com média de 16,2°C. (PJF, 2004).

De acordo com Ferreira (2012) dois regimes distintos de precipitação são caracterizados em Juiz de Fora. Ocorre uma alta concentração da precipitação nos períodos de primavera e verão, com 84% do total anual, e um período bem definido de estiagem, compreendendo as estações de outono e inverno com 16%.

O entendimento do regime climático requer um estudo prolongado, por períodos de pelo menos trinta anos. Staico (1977) faz uma organização de dados com os registros históricos, disponíveis, das precipitações entre os anos de 1910 e 1973. A Defesa Civil de Juiz de Fora organizou uma tabela com os dados desde 1910 até início de 2010. Há uma inexistência de dados para alguns anos, mas é possível proceder a uma leitura da dinâmica, não linear, das precipitações. Em complemento a estes dados foram inseridas as leituras disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), referentes a estação (83692 - Juiz de Fora), complementando os dados até 2015. O Quadro 9 apresenta os vinte maiores totais anuais registrados entre 1910 e 2015.

Quadro 9 - Vinte maiores totais anuais de precipitação entre 1910 e 2015

ANO	PRECIPITAÇÃO
2004	2.296,20
1983	2.268,80
1924	2.240,60
1916	2.122,20
1985	2.101,60
2008	2.047,00
1929	1.907,00
1973	1.916,10
1965	1.971,40
1952	1.904,20
2003	1.858,80
1926	1.834,70
1919	1.829,50
2013	1.804,00
1947	1.791,20
2010	1.781,00
1937	1.772,30
1938	1.763,00
1964	1.762,50
1982	1.753,40

Fonte: Staico (1977);

Prefeitura de Juiz de Fora, subsecretaria de Defesa Civil. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/subsecretarias/defesa_civil/dados_pluviometricos.php>.

INMET. Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf>.

No Quadro 10, são apresentadas as médias registradas entre 1973 e 2015, na estação climatológica principal de Juiz de Fora que está situada no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). É possível perceber que há uma concentração maior entre os meses de novembro a março, fato que pode contribuir para ocorrência de processos morfodinâmicos mais agudos, principalmente no verão. Sobretudo quando a precipitação se concentra em um único dia.

Quadro 10 - Média dos dados pluviométricos e temperaturas registradas na estação climatológica principal de Juiz de Fora (ECP/JF) entre 1973 e 2015.

Meses	Precipitação ECP/JF (mm)	Temperatura Média (°C)
Janeiro	300,5	21,4
Fevereiro	190,4	21,8
Março	198,3	21,1
Abril	79,7	19,5
Mai	44,7	17,5
Junho	19,6	16,5
Julho	17,3	16,2
Agosto	23,7	17,2
Setembro	68,8	17,6
Outubro	130,7	19,0
Novembro	207,6	19,7
Dezembro	294,8	20,5
Média anual	1.576,1	19,0

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf>.

4.5 Vegetação

De acordo com o IBGE (2004) a vegetação nativa de Juiz de Fora era constituída, predominante, pela FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL pertencente ao domínio da Mata Atlântica. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2015) a *Mata Atlântica* é constituída por um conjunto de formações de florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta. "Hoje os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Apenas cerca de 7% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares". (MMA, 2015, [S.l.]). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>.

Ab'Sáber (2003) caracteriza a região na qual Juiz de Fora se situa como de "mares de morros" florestados. Valverde (1958) chama atenção para o fato de uma das características mais marcantes da Zona da Mata Mineira ser a ausência de matas. A Mata Atlântica foi submetida a uma devastação desenfreada, provocada

pela exploração dos solos para plantio do café, pastagem para gado e assentamentos urbanos.

Atualmente de acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE 2014, citado por SOS-MATA ATLÂNTICA, 2015, [S.I.]) Vive na área antes recoberta por Mata Atlântica quase 72% da população brasileira. São 3.429 municípios com cerca de 145 milhões de habitantes. Deste total, 2.481 municípios possuem a totalidade dos seus territórios no bioma, inclusive Juiz de Fora, o restante insere-se parcialmente. (SOS-MATA ATLÂNTICA, 2015, [S.I.]) Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>.

O maior compartimento florestal do município, (Mata do Krambeck) constitui-se numa formação secundária em estágio avançado de recuperação. Apresenta-se com grande biodiversidade e abriga atualmente o Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Este fragmento está alocado no Setor Norte e se assenta sobre relevo com dissecação vertical forte caracterizado como morros (Dm).

Outra composição florestal importante do município também esta na área do Setor Norte, a reserva de Santa Cândida. Já os demais fragmentos de mata na área de estudo são menos expressivos, e em grande parte, encontram-se, em estágios de regeneração menos avançado.

Muitas das pastagens estão muito degradadas, o que dificulta, até mesmo, que estágios de recuperação se sucedam sem uma interferência mais marcante do homem. Há algumas áreas de replantio de mata nativa, mas em alguns casos, feito de forma equivocada em terrenos que dificultam o desenvolvimento das mudas. A título de exemplo; pode-se citar uma área de preservação com plantio de mudas nativas, situada no bairro Recanto dos Lagos, na bacia do Ribeirão das Rosas. Há em parte da área uma formação laterítica que dificulta o desenvolvimento das raízes. Também, alguns cavalos são colocados a pastar em meio às mudas quebrando-as e compactando o solo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Dissecação vertical

A dissecação vertical indica a profundidade de entalhamento do canal fluvial. Quanto mais acentuada for, maior será a energia gravitacional disponível para deflagrar a ocorrência de processos morfodinâmicos, sejam os processos erosivos difusos e lineares ou os movimentos de massa.

A partir da mensuração da dissecação vertical e da elaboração da matriz de dissecação em consonância à proposta de Ross (1994), foi gerada uma carta de dissecação vertical. Esta carta evidencia que há um predomínio, neste setor do município, das classes média e forte. Pouca incidência das classes fraca e muito forte (gráfico 1). O relevo é bem dissecado, no que concerne à incisão vertical, portanto, há energia disponível para que os processos morfodinâmicos ocorram de forma mais aguda, sendo um sinal de alerta quanto à ocupação humana que pode ser orientada pela leitura da carta de dissecação (figura 6). Mas para se restringir o uso, outros fatores devem ser levados em consideração.

Gráfico 1 - Porcentagem das classes de dissecação

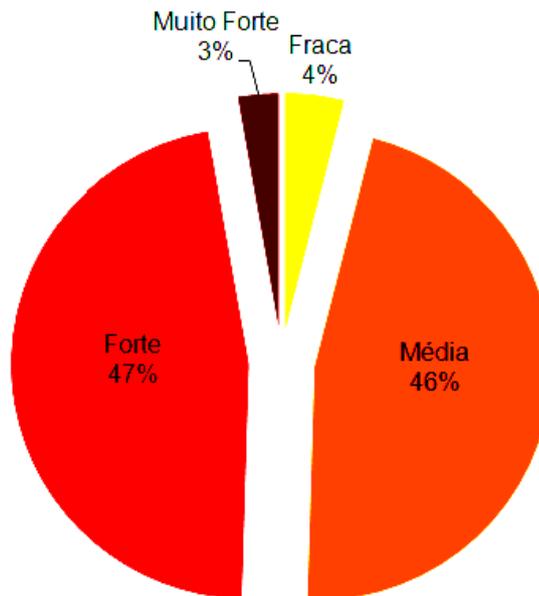
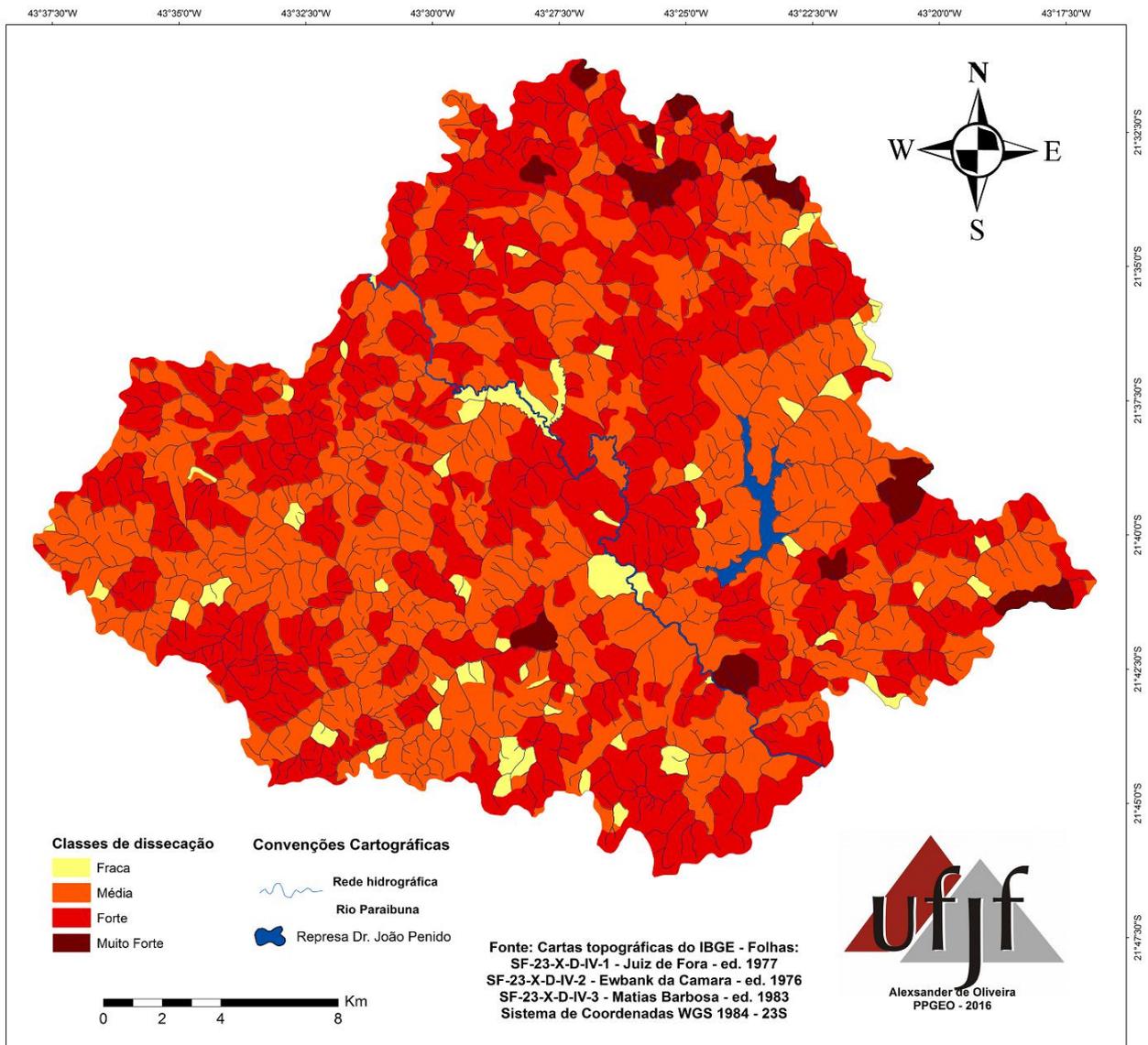


Figura 11 - Categorias de dissecação vertical do relevo – Setor Norte



5.2 Declividade

Associada à dissecação vertical, a declividade constitui um dos elementos fundamentais para mensuração da energia gravitacional presente no relevo. Assim, quanto maiores os índices de dissecação e declividade, maior será a energia presente, fato que determinará maiores restrições ao uso e ocupação. Ross (1994) faz uma relação das classes de declividade associadas aos índices de fragilidade ambiental contida no meio (quadro 11). Estes índices foram definidos com relação aos processos morfodinâmicos ocorridos, em sua maioria, no domínio das encostas. Em artigo publicado em (2012); Ross faz uma nova leitura da declividade associando-a também a processos fluviais ocorridos nas planícies e a fragilidade

ambiental nestas áreas sujeitas a enchentes, todavia para este trabalho optou-se em trabalhar apenas na perspectiva da fragilidade aos processos morfodinâmicos.

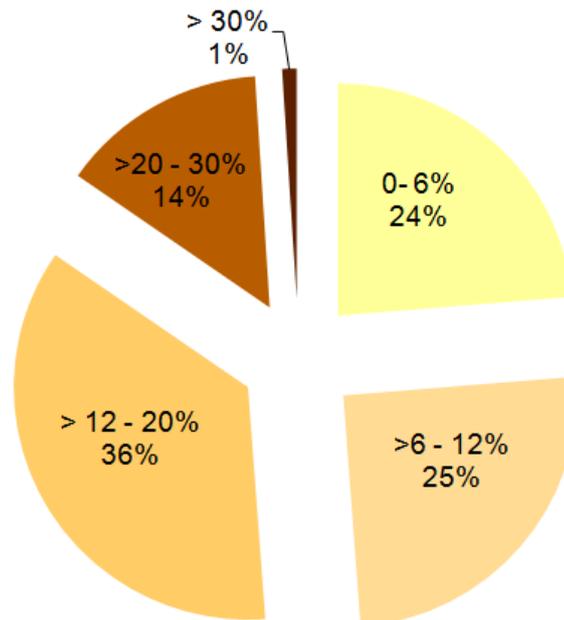
Quadro 11 - Relação declividade com a fragilidade ambiental aos processos morfodinâmicos

CLASSE DE DECLIVIDADE	ÍNDICE DE FRAGILIDADE
>6%	Muito Fraca
>6 - 12%	Fraca
> 12 - 20%	Média
>20 - 30%	Forte
> 30%	Muito Forte

Fonte: Ross (1994)

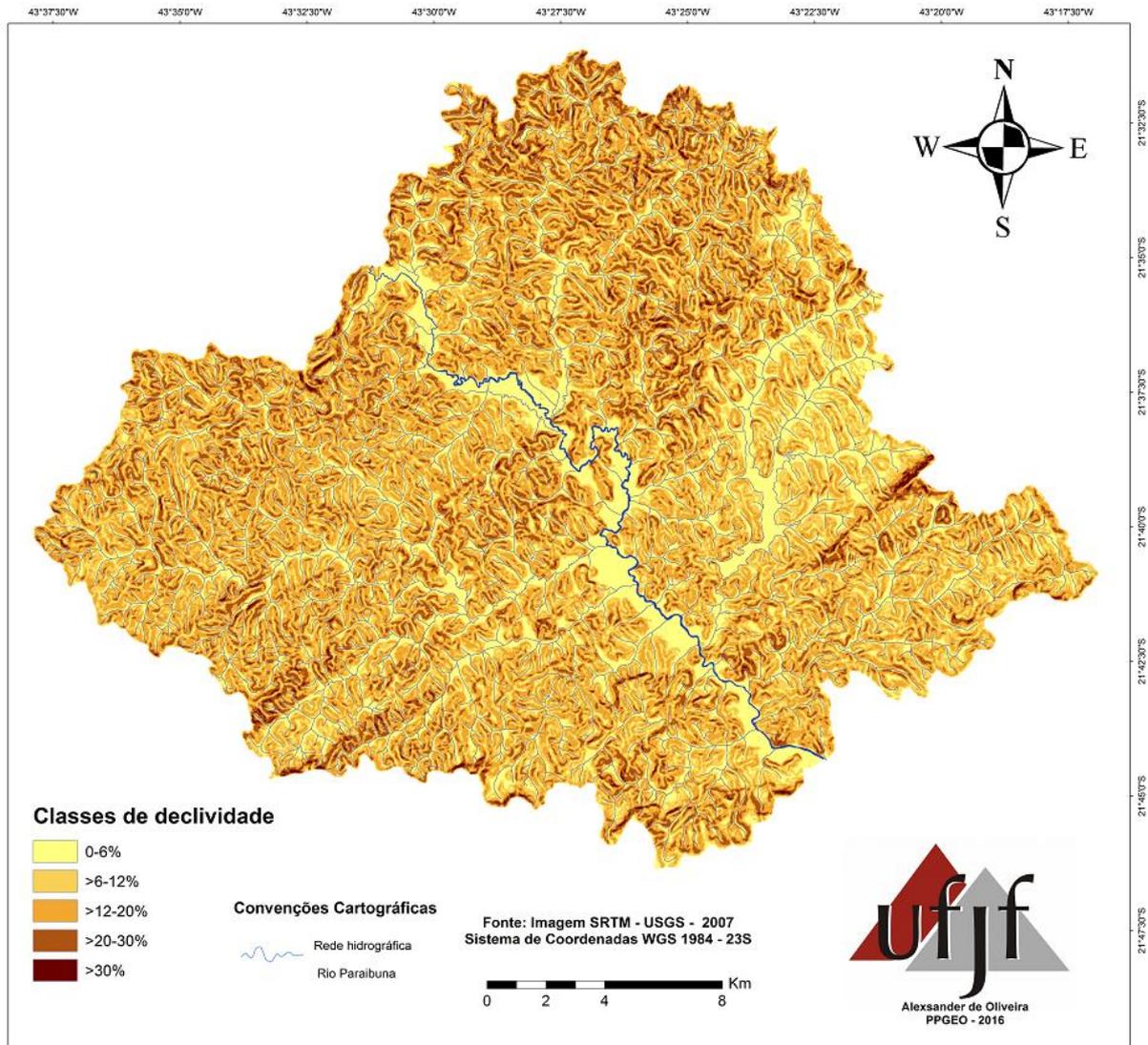
No Setor Norte há um predomínio das declividades inferiores a 20% (gráfico 2) Isto seria um fator favorável ao parcelamento do solo e posterior ocupação, impulsionando a expansão urbana.

Gráfico 2 - Porcentagem das classes de declividade



Através da carta de declividade (figura 7) é possível fazer um zoneamento dentro do território e estabelecer limites de ocupação que possam assegurar a manutenção da segurança socioambiental.

Figura 12 - Carta de declividade - Setor Norte



Os setores com declividades mais acentuadas impõem restrições ao uso urbano, todavia, muitas destas áreas, já estão ocupadas, o que enaltece o risco de ocorrência de processos morfodinâmicos, sejam eles erosivos ou na forma de movimentos de massa.

Tal quadro é facilmente verificável em campo, tanto pela averiguação dos processos erosivos já em curso, quanto pelas cicatrizes de movimentos de massa ocorridos. Também há muros de arrimo já executados ou em fase de construção como medidas preventivas ou corretivas, por parte do poder público ou dos próprios moradores destas áreas. A figura 13 mostra uma obra da prefeitura executada no bairro Parque Guarani localizado na bacia do Ribeirão das Rosas.

Figura 13 - Construção de muro de arrimo em área ocupada com relevo de dissecação vertical forte, categorizado como morro (Dm).



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'47.48"S - Longitude 43°21'11.48"O

O problema é que tal obra, mesmo com cálculo estrutural após avaliação das condições geotécnicas e alto investimento, é uma ação pontual, desconsiderando-se a totalidade da encosta em sua dissecação e declividade. Na figura 14 é possível visualizar a forma como é enaltecido este tipo de intervenção e o custo total da execução.

A construção de muros pelos próprios moradores é outro quadro preocupante, pois devido à falta de recursos, na maioria das vezes, essas obras são realizadas sem a devida supervisão de um engenheiro ou técnico qualificado. Isto resulta na ausência de projeto estrutural que seja adequado as condições geotécnicas da área. Muitas vezes apenas reveste-se o talude com massa de areia e cimento com a intenção de impermeabilização como se vê nas figuras (15,16,17).

Figura 14 - Placa de obra de contenção de encostas



Alexsander de Oliveira – setembro de 2014

Fonte: Acervo pessoal do autor

Figura 15 - Talude revestido com massa sem obra estrutural em relevo de dissecação forte caracterizado como morro (Dm).



Alexsander de Oliveira – dezembro de 2013

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°43'39.47"S - Longitude 43°23'55.55"O

Figura 16 - Talude revestido com massa sem obra estrutural em relevo de dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°41'43.19"S - Longitude 43°26'35.00"O

Figura 17 - Talude revestido com massa sem obra estrutural em relevo de dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°41'16.68"S - Longitude 43°21'41.10"O

A presença de tal estrutura gera uma falsa sensação de segurança para a população. O risco é iminente, tanto para os habitantes das partes altas, quanto para aqueles que estão na parte baixa. Segundo prefeitura de Juiz de Fora, em dezembro de 2013, todas as áreas de risco do município estavam passando por intervenções, com obras estruturais em andamento. Mas a imagem, somada aos resultados deste trabalho dizem o contrário. Pois há muitas áreas com dissecação vertical média e forte que passam por intensos processos morfodinâmicos, em grande medida acentuados por ação antrópica, nos quais não há intervenções estruturais.

5.3 Compartimentação do relevo

De acordo com Casseti (2005), a compartimentação do relevo é a individualização de um conjunto de formas, que apresentam características semelhantes. Podendo-se admitir que tenham sido elaboradas em condições processuais que possuam relações genéticas, climáticas, geológicas ou tectônicas. O autor ressalta a atuação das relações processuais advindas do antagonismo entre a dinâmica interna comandada pela estrutura com a atuação tectônica e da dinâmica externa que se relaciona aos processos morfogenéticos comandados pelo clima.

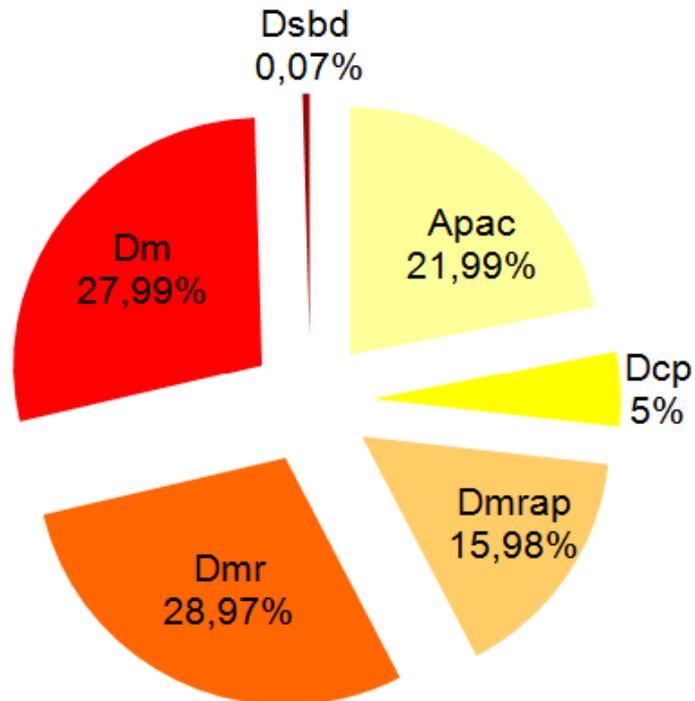
A compartimentação do relevo não visa apenas a compreensão da paleogeografia, mas é uma forma de oferecer subsídios ao planejamento do uso e ocupação do modelado na escala do tempo histórico. Há de se levar em consideração as restrições ao uso ou ocupação, como também o uso das potencialidades e possibilidades tecnológicas, para que haja um uso racional do relevo sem comprometer o ambiente ou a sociedade envolvida (CASSETI, 2005).

A compartimentação geomorfológica foi estabelecida a partir da sobreposição da profundidade de dissecação e declividade. Foram classificados os modelados de agradação (A) planície alúvio coluvionar (Apac) associada aos terraços fluviais em 21,99% da área e os modelados de degradação (D) com 78,01% do total subdivididos em quatro categorias (gráfico 3).

Os modelados de degradação foram caracterizados como *morrotes* (Dmr), *morros* (Dm), *morrotes de topos aplainados* (Dmrap) e umas poucas *colinas pequenas* (Dcp). Ainda foi caracterizada uma *serra baixa dissecada* (Dsbd), que é um relevo residual de aplainamento, mesmo não apresentando dissecação acima de

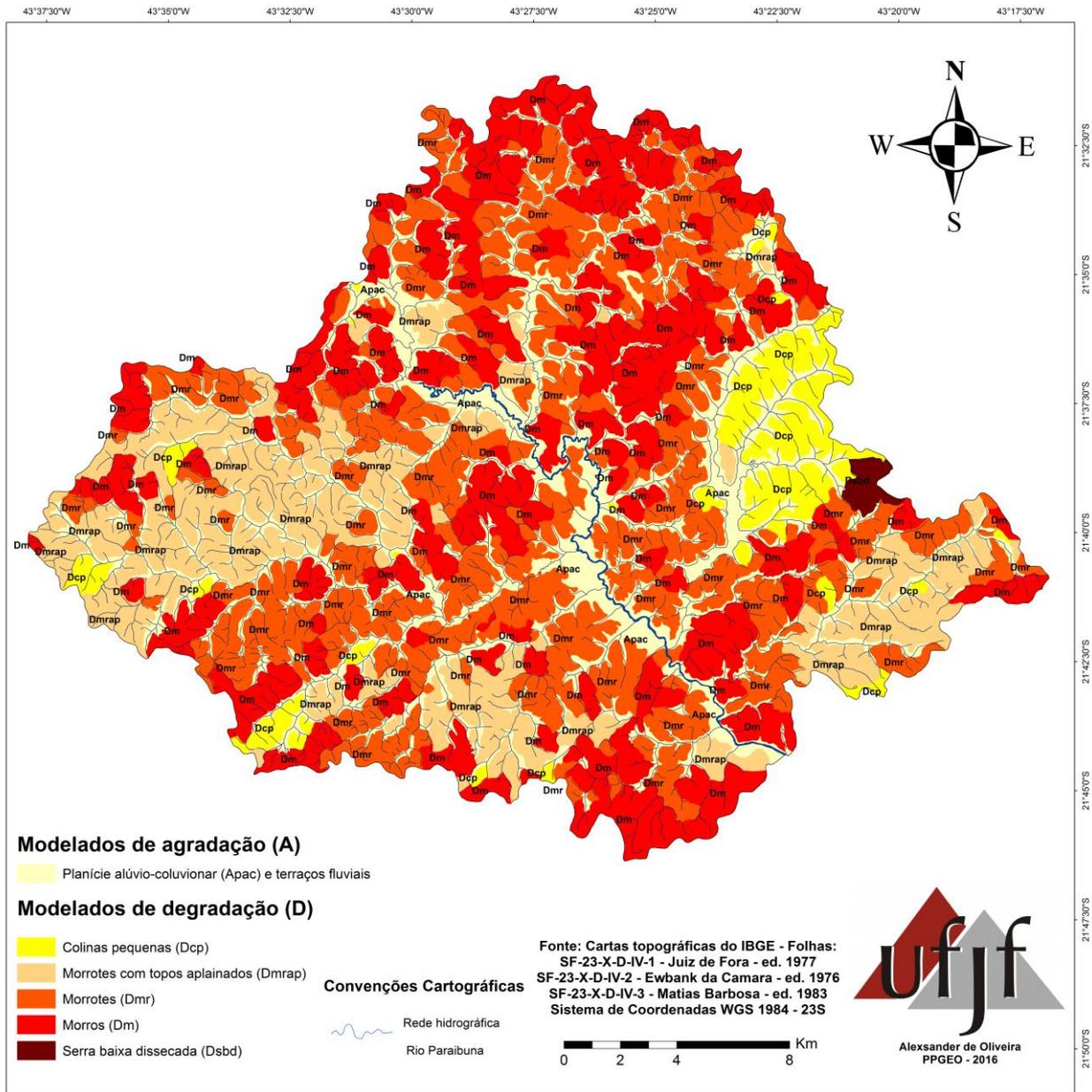
300 metros como propõe Ponçano et al. (1981). Esta serra está bem marcada em alinhamento nas imagens orbitais e nas bases planialtimétricas.

Gráfico 3 - Porcentagem dos modelados do relevo



Os modelados se distribuem de forma heterogênea no Setor Norte (figura 18), assim, a partir da compartimentação do relevo é possível fazer zoneamentos restringindo o uso e ocupação. Dois compartimentos que fazem parte de uma mesma região de planejamento urbano devem ser tratados de forma distinta, pois generalizações podem trazer prejuízos aos futuros ocupantes destas áreas, tanto materiais com perda de bens, quanto sociais com ferimentos ou mortes.

Figura 18 - Compartimentação Geomorfológica - Setor Norte



Os modelados de dissecção apresentam setores côncavos intercalados a outros convexos e retilíneos. Há marcas na paisagem, oriundas de processos erosivos lineares como sulcos, ravinas e feições de voçorocas, muitas já inativas, mas algumas em atividade erosiva. Nas figuras 19 e 20, é possível observar o processo erosivo em sulcos, agravado pelo pisoteio de gado em área urbana da bacia do córrego Humaitá.

Figura 19 - Erosão em sulcos a beira de caminho, agravada por pisoteio do gado em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).



Alexsander de Oliveira – novembro de 2013

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: latitude 21°45'14.03"S - longitude 43°26'35.97"O

Figura 20 - Erosão em sulcos agravada por pisoteio do gado em relevo com dissecação forte, caracterizado como morro (Dm).



Alexsander de Oliveira – novembro de 2013

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: latitude 21°45'40.18"S longitude 43°24'53.13"O

É constatável o predomínio de processos erosivos laminares devido a pouca cobertura vegetal em áreas de pastagem degradadas e que passam por processos de queimada repetidas vezes, o que, somado ao pisoteio do gado,

permite a desagregação do solo e a catalisação dos processos erosivos. Nas figuras 21 e 22 destacam-se processos erosivos difusos em áreas de pastagem degradada.

É possível registrar em campo estes processos erosivos laminares. Mas requer um monitoramento sistemático. No período seco ocorre a desagregação do solo, já no início do período chuvoso acontece, uma verdadeira, lavagem das partículas soltas. Somando-se a isto, a forma da encosta, a declividade, a erosividade da chuva e a erodibilidade dos solos, os processos erosivos poderão ser extremamente acentuados. Muitas encostas adstritas à área urbanizada do setor norte estão sendo submetidas a cortes e impermeabilizações que aumentam o fluxo superficial de água e sedimentos.

Figura 21 - Pastagem degradada com erosão laminar severa em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap).



Alexsander de Oliveira – junho de 2014

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°40'2.65"S Longitude 43°18'32.75"O

Figura 22 - Pastagem degradada com erosão laminar severa, em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote com topo aplainado (Dmrap)



Alexsander de Oliveira – junho de 2014

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'49.87"S - Longitude 43°19'38.06"O

Os modelados de agradação (Apac) acompanham os cursos d'água principais, ocorrendo estrangulamento em alguns trechos em função de controle estrutural. Nestes modelados tem se dado ações de drenagem e aterro em função da substituição de práticas horticuloras por modalidades mais intensivas de uso da terra.

Muitas planícies, antes pouco ocupadas ou desocupadas, agora passam por intensos processos de aterramentos seguidos de construções cada vez mais próximas aos rios, ocupando as faixas inundáveis. As precipitações acentuadas em Juiz de Fora, que já atingiram o total anual de 2.294,20 mm no ano de 2004, podem favorecer, ainda mais, o desencadear de processos erosivos e o assoreamento dos rios. Isto somado aos aterros pode agravar o risco de inundações em vários pontos da área.

Na figura 23 é possível observar um aterro realizado sobre área de nascente no bairro Santa Cruz às margens da BR 040. Na figura 24 apresenta-se parte da planície do Ribeirão das Rosas, outrora ocupada por hortas que compunham um "cinturão verde", assim nomeado, por Valverde (1958). Porém, mais recentemente, está sendo aterrada e ocupada por construções que margeiam o rio principal.

Figura 23 - Aterro sobre área de nascente no bairro Santa Cruz às margens da BR 040.



Alexsander de Oliveira – agosto de 2014

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'59.91"S - Longitude 43°26'38.02"O

Figura 24 - Aterro na planície do Ribeirão das Rosas no bairro Grama



Alexsander de Oliveira – dezembro de 2015

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°41'26.27"S - Longitude 43°20'29.95"O

Ainda há vários fragmentos de horta que resistem ao processo de ocupação urbana (figura 25), todavia pelo quadro atual, pode-se dizer que resistirá por pouco tempo.

Figura 25 - Horta cercada pela expansão urbana na planície do Ribeirão das Rosas



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°40'2.65"S - Longitude 43°18'32.75"O

O total da precipitação anual pode ser elevado, no entanto, o maior problema para que se mantenha um quadro mais favorável às pessoas, é a concentração, em curtos lapsos temporais, seja em poucas horas, em períodos de até 24 horas ou vários dias consecutivos. Os piores quadros de instabilidade morfodinâmica se instalam quando há consecutivos dias chuvosos, seguido de um dia com precipitação mais elevada. Nesta condição, a precipitação persistente, por seguidos dias, condiciona a encosta ao desencadear de processos morfodinâmicos mais agudos. Quando as condições de resistência das encostas e estruturas antrópicas já estão no limiar do rompimento, a entrada energética, dada por uma precipitação muito concentrada, é o fator decisivo para que ocorram processos morfodinâmicos em grande escala.

No ano de 2013 o total da precipitação foi de 1.804,00 mm. Esta precipitação foi de 227,9 mm acima das médias registradas desde 1973. Se distribuída igualmente durante o ano, não traria grandes entradas energéticas no sistema ambiental urbano. Todavia, no mês de dezembro houve uma intensa concentração com total de 492 mm, superando em 193,2 mm as médias do mês de dezembro registradas desde 1973 (gráfico 4). Somando-se ao fato de se apresentar como um mês com elevada precipitação, não houve distribuição uniforme durante o mês. Já no terço final do mês, após já ter caído toda a chuva esperada, em apenas cinco

dias, do dia vinte 22 ao dia 26 o total foi de 198 mm. A data na qual a precipitação se deu de forma mais intensa foi o dia 25, com 87 mm.

Foi escolhido o ano de 2013, por ter sido, o último ano no qual as precipitações causaram muitos transtornos no Setor Norte e em vários pontos de Juiz de Fora, devido a enchentes e intensa atividade dos processos morfodinâmicos, favorecidos pela combinação do relevo, ocupação e chuva. Neste ano com uma morte. Em 2016, no terço final de fevereiro e início de março, a chuva veio abundante novamente com altíssima concentração, todavia os maiores transtornos foram registrados ao sul da cidade, esta espacialização das chuvas requer uma investigação mais detalhada.

Gráfico 4 - Precipitações entre outubro e dezembro de 2013



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em:

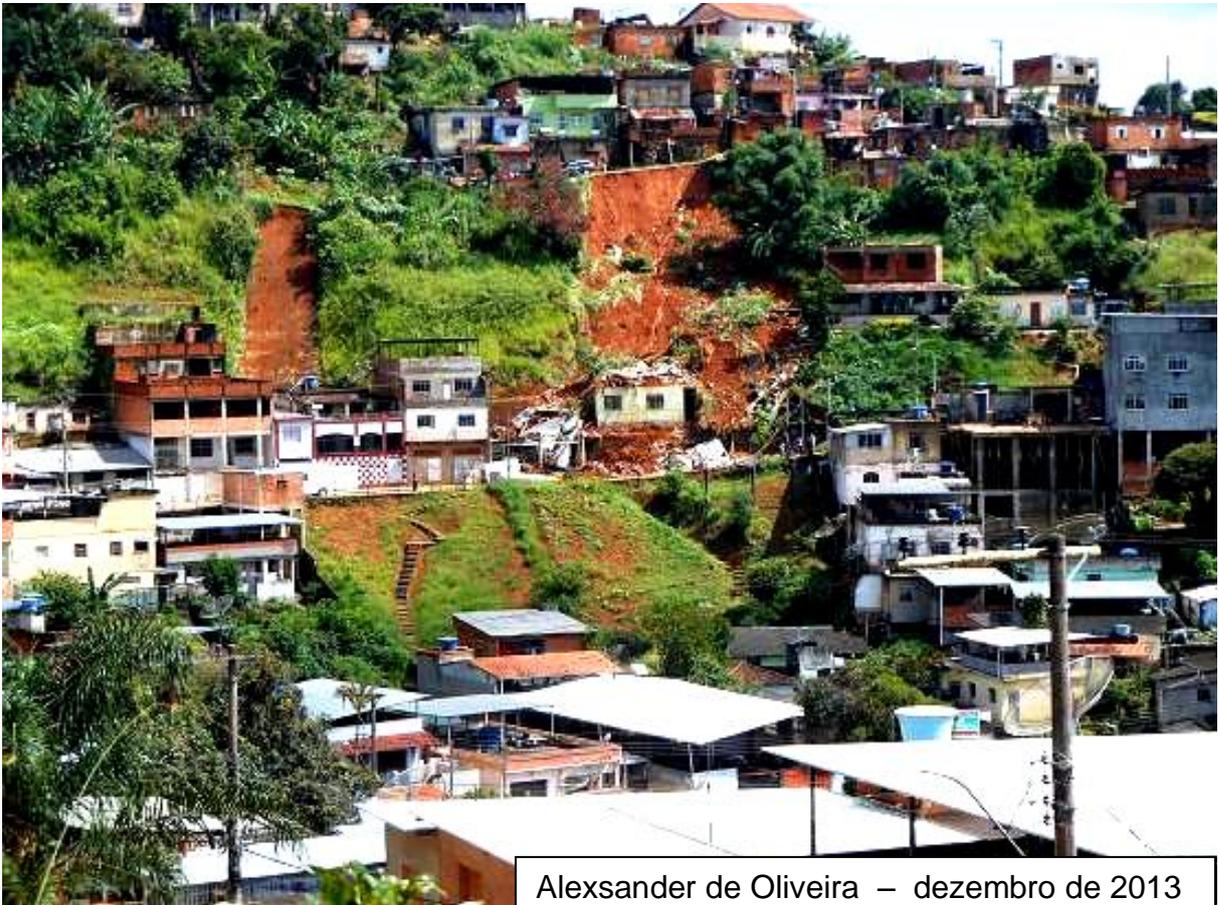
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>

A figura 26 apresenta parte dos escorregamentos ocorridos no dia 25 de dezembro de 2013, no bairro Jardim Natal na bacia do córrego Humaitá, Setor Norte de Juiz de Fora. Foram favorecidos pelo relevo em morrotes (Dmr) que apresenta, em alguns setores, declividades superiores a 20% e apresenta alta fragilidade

ambiental. Há também influência geológica dada por contato litológico em intercalação de quartzito em gnaiss (CODEMIG, 2013. PJF, 2004, p.224).

Na figura 27 verifica-se que mais de dois anos após o evento, que foi fatal, nada foi feito para corrigir, os possíveis erros de ocupação. Nem a realização de obras estruturais e, muito menos a remoção dos moradores mais ameaçados. Há uma intenção da Prefeitura em realizar uma obra de contenção, mas ainda sem data prevista, pois aguarda financiamento. Enquanto isso os moradores vivem a mercê da dinâmica atmosférica e do volume pluviométrico que pode ser acentuado e concentrado. Mesmo com a iminente falta d'água porque passa Juiz de Fora, os moradores têm que preferir que não chova muito.

Figura 26 - Movimento de massa e desmoronamento de casa em 25 de dezembro de 2013



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°43'57.50"S Longitude 43°23'55.28"O

Figura 27 - Encosta com atividade morfodinâmica intensa em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote (Dmr).



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°43'57.50"S Longitude 43°23'55.28"O

A figura 28 apresenta uma construção atingida no mesmo evento climático e morfodinâmico, neste caso a residência não chegou ao desabamento, mas foi interditada por apresentar rachaduras. Verifica-se que há alguns “remendos” feitos nas paredes e um muro parcialmente edificado. Mas sem acompanhamento de um técnico ou engenheiro responsável. O que gerou o embargo de tal obra, mas não impediu que atualmente ela encontre-se ocupada. É muito comum que este tipo de obra ocorra e mesmo que os pedreiros executores tenham experiência, falta-lhes o conhecimento técnico para realização do cálculo estrutural aplicado à condição geotécnica apresentada pelo terreno. O incomum é que ocorram os embargos, pois a fiscalização é escassa e, na maioria das vezes, só ocorre mediante denúncias feitas por populares.

Figura 28 - Construção interdita após ser atingida por processos mormodinâmicos em relevo com dissecação média, caracterizado como morrote (Dmr).



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°43'56.49"S Longitude 43°23'57.27"O

5.4 Uso da terra e cobertura vegetal

As classes de uso e cobertura foram classificadas em Floresta Estacional Semidecidual para as áreas em estágio avançado de regeneração, área em recuperação para os fragmentos que se apresentam em estágio inicial de regeneração arbórea, pasto com cobertura mais homogênea, definido em áreas que se apresentam com menor grau de pisoteio, pasto degradado com solo exposto para áreas já degradadas e com atuação de processos erosivos, tanto difusos, quanto lineares. Plantações de eucalipto já ocupam grandes propriedades neste setor e estão em expansão. Outras culturas como de milho, cana de açúcar e horticultura foram classificadas como plantações diversas.

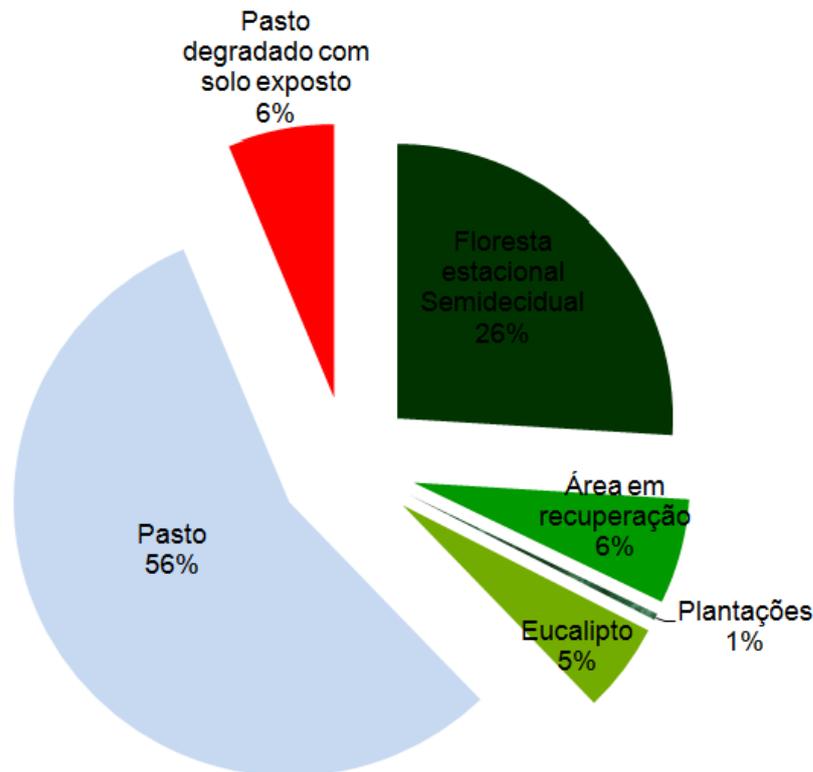
As áreas urbanas com processo consolidado de urbanização foram classificadas como densas, mesmo que ainda possuam lotes desocupados e passem por processos de verticalização.

Aquelas áreas, nas quais o processo de urbanização está se expandindo e adensando foram classificadas como rarefeitas. São constituídas de novos loteamentos ou terrenos com parcelamento maior que possuem algumas

características rurais e casas utilizadas, em sua maioria, nos finais de semana. Estes terrenos com parcelamento maior e casas mais distantes do centro urbano são denominados de “granjas” ou granjeamentos. A mudança de uso, nestes granjeamentos e áreas rurais é algo dado, pois vêm passando por mudanças com maior subdivisão das glebas, verticalização e aumento da infraestrutura urbana. Mesmo fora do perímetro considerado urbano, há uma movimentação em torno de loteamentos que não respeitam às leis de uso municipal.

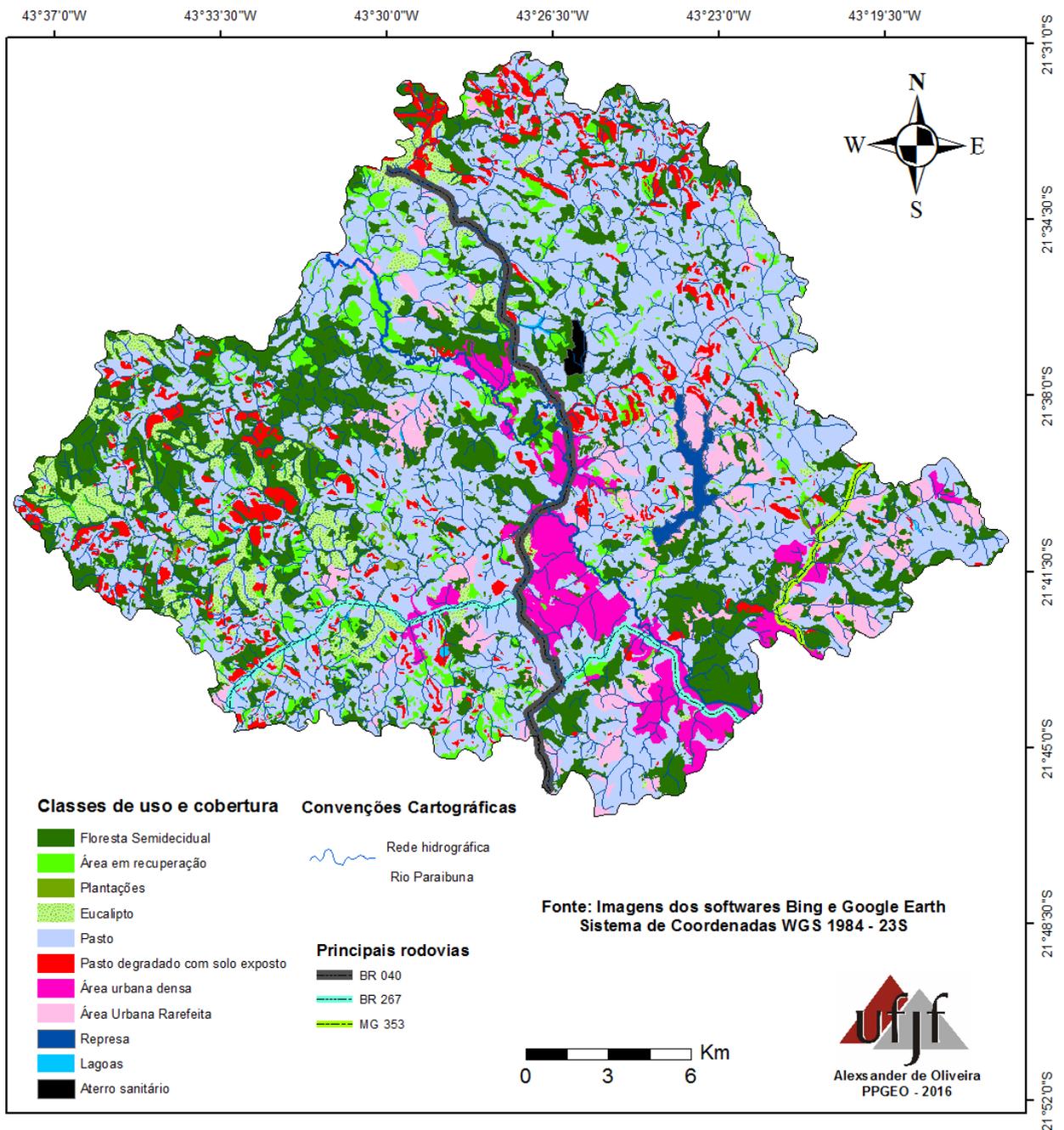
O levantamento do uso da terra e cobertura vegetal mostra que há um predomínio de áreas de pasto neste setor do município (gráfico 5).

Gráfico 5 - Porcentagem das classes de uso e cobertura



Na carta de uso da terra e cobertura vegetal (figura 29) é possível visualizar a espacialização das classes de uso no Setor Norte. A mancha urbana mais adensada segue o vale do rio Paraibuna se expandindo para as encostas. Esta expansão se concentra na margem direita, por três motivos. O primeiro pela presença de áreas militares que impedem o avanço urbano na margem esquerda, em considerável extensão. O segundo pela presença de propriedades com características rurais, mesmo em área urbana. Já o terceiro é a presença da mata do Kambreck que freou a expansão urbana do bairro Santa Terezinha para cima.

Figura 29 - Uso da terra e cobertura vegetal - Setor Norte



Para Ab'Sáber (1986) é indispensável avaliar o custo ecológico de uma grande cidade. Estudar casos consumados de urbanização é relevante para oferecer opções para frear o crescimento incontido das cidades de porte médio.

Nos países como o Brasil, onde não tem havido qualquer preocupação mais séria com a invasão incontável dos espaços rurais pelos tecidos urbanos, a situação é particularmente crítica. Mesmo porque, para reverter o processo, ou pelo menos contê-lo a níveis razoáveis, seria necessária uma reforma da mentalidade administrativa, através da incorporação de outras dimensões da percepção dos fatos espaciais. E estamos longe desse

pressuposto, como se pode depreender da completa ausência de tratamento das questões básicas de organização do espaço nas discussões atualmente em curso sobre a próxima Constituição brasileira. (AB'SÁBER 1986, p.8).

As cidades em processo acelerado crescimento e de expansão, no Brasil, apresentam pelo menos três modalidades de crescimento dos organismos urbanos. (AB'SÁBER 1986, p.8).

a) um crescimento horizontal por partilha de espaços de antigas chácaras ou glebas congeladas para especulação, de dinâmica similar a uma mancha de óleo em expansão;

b) um crescimento vertical, à custa de edifícios de muitos andares, em aproveitando as facilidades aparentes dos espaços centrais e subcentrais das cidades de porte médio. Acumulando funções residenciais em uma área de permanência duvidosa para tais funções;

c) por fim, o mecanismo de maior gravidade, a partilha de glebas situadas em posições descontínuas, a quilômetros de distância da área central. Inicialmente semi-isoladas no meio de sítios e fazendas, os quais por sua vez são espaços potenciais para loteamentos ulteriores e instalações de unidades industriais, com eliminação quase total das funções agrárias que responderam pelo crescimento e a riqueza inicial da própria cidade.

Neste contexto, é de fácil percepção, que o crescimento incontrolável das cidades brasileiras acrescenta um custo histórico aos espaços ecológicos e interfere negativamente nos fluxos vivos da natureza. Se há problemas na concentração dos edifícios de apartamento construídos ou em construção na área central da cidade, “os loteamentos situados para além dos limites urbanos constituem-se em uma espécie de perigosa metástase do urbano e industrial sobre os espaços rurais” (AB'SÁBER, 1986, p. 8).

Ab'Sáber (1986) assevera que é absurda a “saltação” da partilha do espaço, extrapolando para muito além da mancha urbana principal. Assim todo o espaço intermediário entre a cidade e o novo loteamento torna-se área congelada preparada para futura expansão do corpo urbano.

No caso de Juiz de Fora o tamanho do perímetro urbano com 397,3 Km² contribui para que existam estes espaços “congelados” aptos à expansão urbana. Mas também, há loteamentos novos que apresentam características urbanas, todavia estão situados além dos limites do perímetro urbano (figuras 30 e 31). Aumentando, ainda mais, os espaços congelados e promovendo uma maior pressão para que os limites urbanos se expandam para atender diretamente aos interesses dos agentes imobiliários que orquestram a produção do espaço a partir do poder econômico.

Figura 30 - Loteamento fora do perímetro urbano na bacia do Ribeirão Espírito Santo



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°41'46.60"S Longitude 43°30'44.21"O

Figura 31- Loteamentos fora do perímetro urbano



Fonte: Google Earth (2015)

Há uma acentuada valorização dos imóveis nas áreas mais centrais da cidade, isto faz que empreendimentos novos sejam instalados a distâncias cada vez maiores, em relação ao centro da cidade, este processo é favorecido pela presença de eixos viários como a BR 040, BR 267 e a MG 353. Como resultado, vem ocorrendo a retomada da prática do desmatamento em alguns loteamentos novos, exercendo supressão da cobertura vegetal de algumas áreas, que durante anos passaram por um período de descanso, no que concerne a usos intensivos, o que favoreceu o estabelecimento de uma sucessão ecológica e a regeneração inicial de algumas matas (figura 32).

Figura 32 - Loteamento irregular que promoveu a supressão de várias espécies arbóreas



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°41'10.63"S Longitude 43°19'24.17"O

Outro fator que contribui para o adensamento no Setor Norte; se deve ao fato de que nos últimos anos, a maioria das habitações populares construídas na cidade, foram, ou estão sendo, assentadas neste setor. Isto, de certa forma, aumenta a pressão sobre o meio, dadas às mudanças nos sistemas pré-existentes engendradas pela urbanização. Na figura 33 é possível observar no loteamento Novo Triunfo, que mesmo havendo infraestrutura instalada, há ocorrência de processos erosivos nos taludes expostos.

A figura 34 apresenta o assentamento Parque das Águas. Este loteamento em particular chama a atenção por se apresentar em um setor do relevo com baixa declividade. O modelado como um todo foi classificado como morro, mas nesta parte mais baixa, mesmo não formando uma planície, há um pequeno alvéolo capaz de abrigar um quantitativo estimado em 2.500 pessoas. As obras de captação de águas pluviais foram imprescindíveis para manutenção da segurança.

Figura 33 - Loteamento Novo Triunfo assentado em relevo de dissecação média, caracterizado como morrote de topo aplainado (Dmrap)



Alexsander de Oliveira – agosto de 2015

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°39'43.66"S Longitude 43°25'48.44"O

Figura 34 - Loteamento Parque das Águas assentado em relevo caracterizado como morro (Dm)



Alexsander de Oliveira – outubro de 2015

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°45'27.97"S Longitude 43°23'26.84"O

Os topos da área, que são aplainados, e alguns setores da alta encosta também foram destinados à ocupação popular. Foi aberta uma nova via que expôs taludes e favoreceu processos erosivos lineares. Mas o maior problema será a expansão urbana para as encostas que apresentam declividades acentuadas e forte dissecação. Em janeiro de 2016 foi constatado, em campo, que já está em curso algumas ocupações no terreno à montante (figura 35), fato que pode gerar problemas futuros, caso não seja contido em tempo oportuno.

Figura 35 - Loteamento Parque das Águas com vista das encostas à montante



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°44'20.23"S Longitude 43°23'50.35"O

Mesmo que o ambiente apresente condições que sejam favoráveis à ocupação, é preciso que alguns limites ligados à fragilidade dos sistemas ambientais sejam respeitadas nos projetos de planejamento, pois mesmo quando as classes de fragilidade são baixas elas não representam um meio estático e qualquer intervenção poderá resultar em uma nova dinâmica ambiental.

Qualquer intervenção antrópica poderá fazer que novos processos ocorram e novas formas sejam assumidas pela paisagem. Um bom exemplo é a abertura da nova via que ligará a BR 040 à MG 353. A obra passa por um relevo menos dissecado, que apresenta dissecação vertical média, todavia o executar da obra sem as mediadas preventivas necessárias faz que surjam vários processos erosivos, inclusive com morfodinâmica mais acentuada expressa em movimentos de massa como pode ser visto na figura 36.

Figura 36 - Escorregamento provocado por corte feito para implantação de rodovia em relevo com dissecação vertical média, categorizado como morrote com topo aplainado (Dmrap)



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°37'55.45"S Longitude 43°24'57.79"O

Qualquer tipo de intervenção no relevo deve ser antecedido de conhecimento, prévio e bem estruturado, de forma a prever todas as variáveis possíveis. Mesmo assim, devido a interações novas que possam surgir entre as variáveis componentes do sistema, uma nova dinâmica processual irá surgir, dentro de uma nova complexidade, que deverá ser compreendida para reduzir ao máximo os impactos gerados. Quando há uma intervenção, a exemplo da via, e o planejamento é inadequado, de tal forma, que a execução da obra está paralisada os impactos se prolongam no tempo e podem, até certo ponto, impactar cada vez mais uma área maior. Tanto horizontalmente, quanto verticalmente.

Outro exemplo, de mesma envergadura, é um loteamento que começou a ser instalado no bairro Parque Independência localizado na bacia do Ribeirão das Rosas. O relevo com dissecação vertical média, caracterizado como morrote de topo aplainado (Dmrap), em certa medida, favorável à ocupação, sofreu uma carga de intervenção com cortes de talude e retirada da vegetação, mesmo que fosse pastagem poderia dar ainda algum tipo de proteção, mas agora, totalmente descoberto, cortado e abandonado sob atuação do clima, o relevo passa a

comportar processos morfodinâmicos crescentes que causa perda do manto de alteração. A figura 37 ilustra tal situação.

Figura 37 - Loteamento com obras paradas e submetido a processo erosivo severo com perda de solo e saprolito.



Fonte: Acervo pessoal do autor

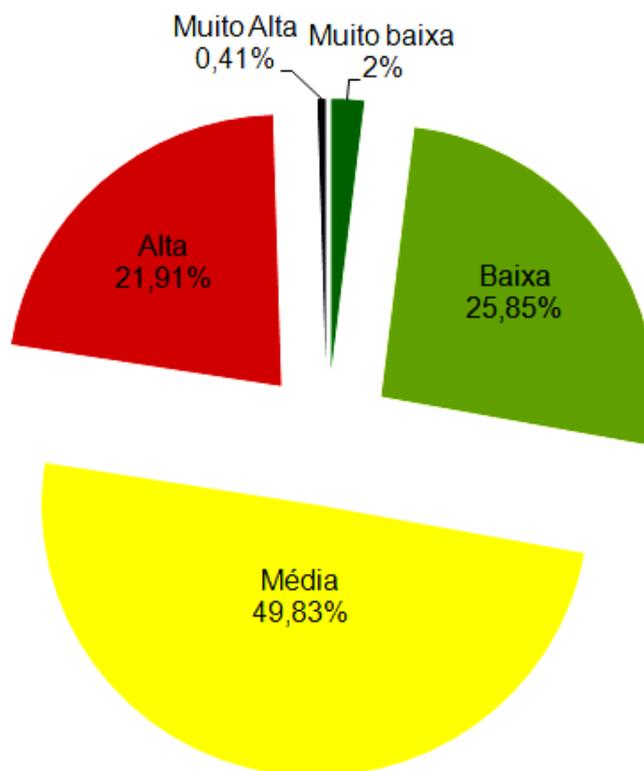
Localização: Latitude 21°41'10.78"S Longitude 43°21'7.40"O

O novo plano diretor, "nasce" com um mapeamento de uso e cobertura da terra, baseado em imagens aéreas do ano de 2007, isto implica em uma perda significativa de informações, porque a cidade cresce de forma dinâmica e altera, de forma significativa, o sistema ambiental sobre o qual se instala. Os exemplos anteriormente citados, nem aparecem classificados como solo exposto no novo mapa de uso da terra e cobertura vegetal. O crescente adensamento urbano, pelo qual passa a área, não é acompanhado pelo poder público municipal de forma precisa, e isto, fica bem evidenciado quando se empreende em atividades de campo pelo Setor Norte.

5.5 Fragilidade ambiental

A carta de fragilidade ambiental é uma síntese que resultou da sobreposição das bases anteriormente apresentadas. Através deste documento foi possível fazer uma leitura da paisagem atual de forma dinâmica e integrada.

Foram definidas cinco classes de fragilidade (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta). Estas classes estão distribuídas de forma heterogênea pela área. Porém, há alguns setores nos quais há uma concentração mais homogênea de alguma classe. O gráfico 6 apresenta a distribuição das classes de fragilidade ambiental no Setor Norte.

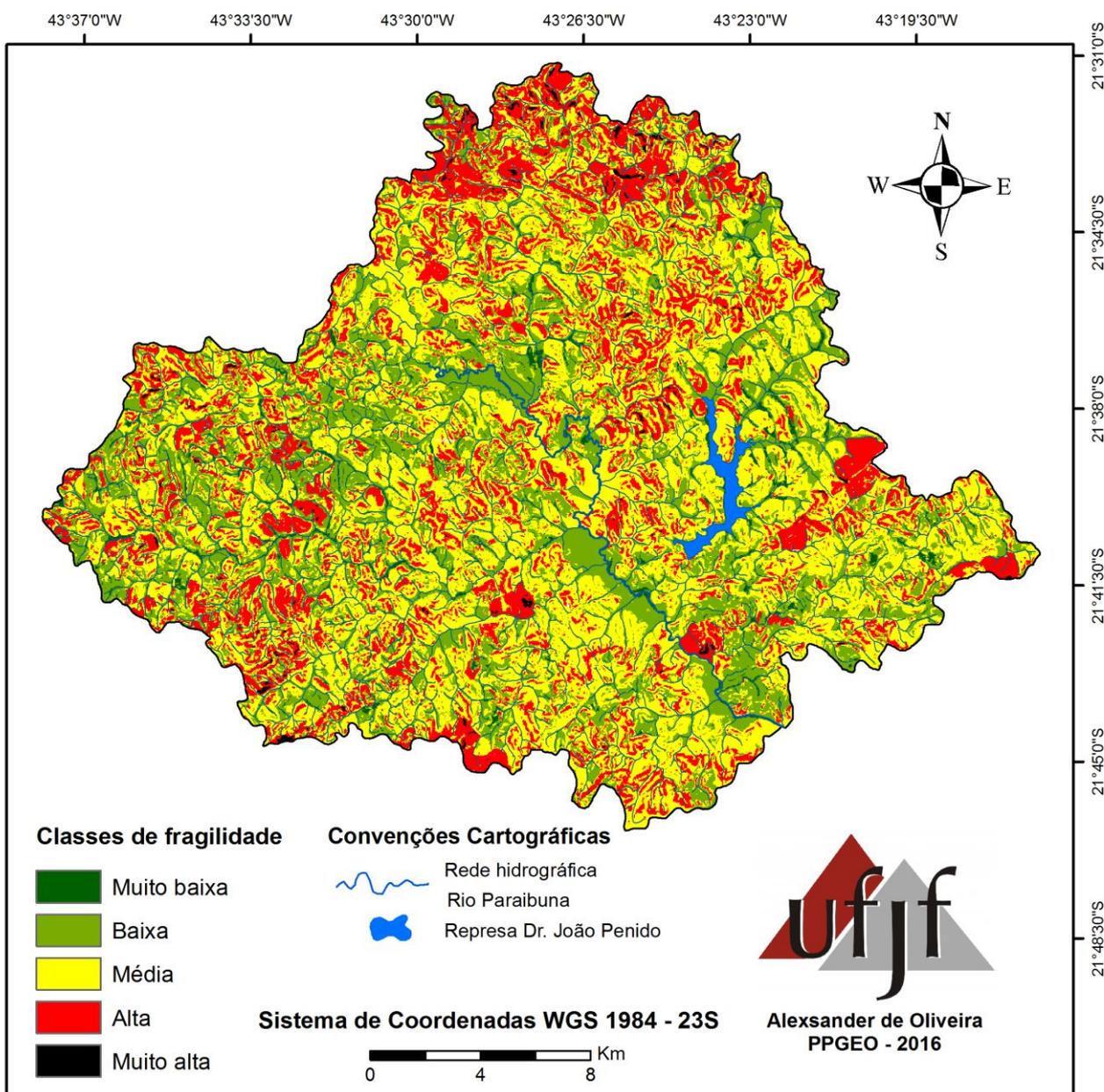
Gráfico 6 - Porcentagem das classes de fragilidade ambiental

Através da carta de fragilidade ambiental (figura 38) é possível correlacionar às categorias definidas com as bases anteriormente apresentadas. As áreas de maior fragilidade, muito alta e alta, coincidem com as declividades mais acentuadas, com a ocorrência de Cambissolos, Neossolos Litólicos, alguns setores de morros, morrotes e a serra baixa dissecada. A classificação de áreas de pasto degradado com solo exposto, também contribuiu para este resultado.

A leitura dos dados referentes à fragilidade ambiental definidos na carta em confronto com as investidas e reconhecimento em campo, demonstrou que nem todos os setores, classificados como de alta fragilidade, expressam na fisiologia da paisagem esta condição, claro que pesa muito o tipo de uso e cobertura vegetal atual.

Por outro lado, em áreas classificadas como de fragilidade média, a forma como se deu a projeção antrópica sobre o relevo fez que o quadro de instabilidade se tornasse crescente, sobretudo em condições de rupturas nos *inputs* energéticos dadas por precipitações espasmódicas.

Figura 38 – Carta de fragilidade ambiental a processos morfodinâmicos



Nas figuras 39 e 40 é possível visualizar uma área na qual o relevo é de morrotes com topos aplainados, a dissecação é média, a declividade predominante está abaixo de 20%, o solo predominante é o Latossolo Amarelo com textura argilosa, mas as condições de uso pretéritas e atuais, associadas a alguns setores com declividades superiores a 20% fazem que a paisagem apresente-se em condições de degradação ambiental com solo exposto e processos erosivos atuantes. Tal quadro é potencializado pelo uso do pasto destinado a cavalos, ou pelo uso como "pista de MotoCross".

Neste caso a sobreposição dos dados para a geração da carta de fragilidade ambiental trouxe como resultado a classe de fragilidade média de forma predominante, mas com alguns setores apresentando alta fragilidade. Este resultado é coincidente com a paisagem vista em campo. Descontextualizada deste mapeamento, a partir da leitura da paisagem, pode-se, até mesmo, classificar a referida área como de alta fragilidade.

No primeiro plano da figura 39 visualiza-se o solo exposto pela pista de MotoCross e no segundo plano é possível ver o pasto degradado com processos erosivos difusos atuando de forma intensa no domínio das encostas.

Figura 39 - Área degradada com pastagem e pista de MotoCross



Alexsander de Oliveira – agosto de 2015

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°41'59.91"S Longitude 43°21'1.30"O

Figura 40 - Morrote com topo aplainado (Dmrap) classificado como fragilidade média na carta de fragilidade ambiental (A)



Fonte: Google Earth (2015)

Os quadros de fragilidade ambiental são potencializados pela forma como se dá a ocupação do relevo. As condições socioeconômicas da população de baixa renda, projeta as pessoas sobre um meio impróprio para habitação. No bairro Granjas Betânia, na bacia do ribeirão das Rosas, há uma encosta de um morrote na qual há acentuada declividade e alta fragilidade, em alguns setores. Mesmo assim esta encosta encontra-se em processo de adensamento urbano. Pela perspectiva de um planejamento sério e comprometido com o bem estar da população, não deveria ser ocupada, entretanto as casas se multiplicam sobre a encosta agravando os quadros de instabilidade (figura 41).

As moradias são construídas de forma precária, sem a mínima condição estrutural que possa suportar os paroxismos dados pelas entradas energéticas no sistema (figura 42). Em condições de funcionamento linear do ambiente, tais habitações poderiam resistir, todavia, se tratando de um ambiente sujeito a desajustes repentinos, a população encontra-se em uma situação que aumenta a probabilidade da ocorrência de perdas materiais e, até mesmo, da vida humana.

Figura 41 - Encosta ocupada sobre relevo fortemente dissecado e com setores de alta fragilidade ambiental



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'33.74"S - Longitude 43°22'8.17"O

Figura 42 - Moradias precárias construídas em relevo fortemente dissecado com alguns setores classificados como de alta fragilidade ambiental



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'35.97"S - Longitude 43°22'13.88"O

Na figura 43 é apresentada uma encosta fortemente dissecada, com alguns setores apresentando declividades superiores à 30%, classificada como de média e alta fragilidade ambiental. Esta encosta deveria ter sido restringida para ocupação urbana, sobretudo, para habitações com mais de um pavimento. Como não foi restrita e impedida à ocupação, em tempo oportuno, agora deveria haver um projeto de mapeamento mais sério e remoção das moradias que se encontram no setores mais críticos. Não se pode, simplesmente, deixar como está e esperar que nenhum processo morfodinâmico mais agudo ocorra.

Quando da ocorrência de movimentos de massa, com quedas de muros ou residências, a culpa é sempre delegada à elevada precipitação. Todavia, precipitações espasmódicas, muito acima das médias, sempre ocorreram. Portanto, se a partir do conhecimento do relevo, em suas características de fragilidade ambiental, é possível prever as áreas mais sujeitas aos processos morfodinâmicos, cabe ao poder público impedir que tais áreas sejam ocupadas e promover à desocupação daquelas que foram ocupadas.

Figura 43 - Encosta ocupada sobre relevo fortemente dissecado e com setores de alta declividade



Alexsander de Oliveira – janeiro de 2016

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°44'14.27"S - Longitude 43°23'35.53"O

A precipitação é um fator determinante para o desencadear de processos morfodinâmicos associados à ocupação indiscriminada do relevo. Em dezembro de 2015, mesmo o ano se apresentando com precipitação abaixo da média (1.293mm), pois os dados pluviométricos desde 1973 apresentam média de 1576,1 mm, no início do mês houve alguns dias consecutivos de chuva que culminaram com uma precipitação concentrada no dia cinco. Neste dia em apenas duas horas a chuva alcançou a marca de 39,4 mm (INMET, 2016, disponível em: http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTUxOA=).

Esta concentração foi o suficiente para o desencadear de vários processos morfodinâmicos no Setor Norte. No bairro Ponte Preta, que faz parte da área do curso principal do rio Paraibuna, houve a movimentação de uma encosta que promoveu a invasão de várias residências pela lama, estas situadas na parte baixa que apresenta média fragilidade (figura 44).

Figura 44 - Rua Nelson José de Abreu, um dia após movimento de massa e corrida de lama



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°40'29.45"S - Longitude: 43°26'21.80"O

Já no domínio da encosta, que apresenta classe de fragilidade alta, há duas residências, mais próximas ao talude movimentado. Uma com cinco pavimentos e aparentemente bem estruturada sem incorrer muitos riscos de desabamento. Outra com três pavimentos, visivelmente, precariamente construída, instalada imediatamente sobre o talude movimentado e com crescente risco de desmoronamento, já apresentando rachaduras.

O processo morfodinâmico foi desencadeado pela concentração da chuva em curto lapso temporal, aliada a forma imprópria de apropriação do relevo e das próprias características do relevo que impõem restrições à ocupação não precedida de intervenções que possam reduzir a energia disponível no relevo. A rua João Abreu Filho que corta a encosta e passa abaixo das referidas residências não possui captação de água pluvial, fato que com o intensificar do escoamento concentrado favoreceu o movimento de massa com a posterior corrida de lama. Já passados dois meses a situação continua a mesma. As residências estão ocupadas e a rua continua sem nenhuma intervenção. A única medida tomada pelo poder público foi desviar a água pluvial com sacos cheios de mistura (pó de rocha com brita).

Figura 45 - Residências sobre encosta com alta fragilidade ambiental após processo morfodinâmico



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°40'29.45"S - Longitude 43°26'21.80"O

Quando a ocupação vem antecedida de projeto estrutural que visa reduzir a interferência da fragilidade ambiental sobre a projeção social no relevo; instala-se uma condição mais favorável à população. Nas condições de relevo encontradas em Juiz de Fora, ao se projetar sobre as encostas, mais dissecadas e declivosas, as construções com boa base estrutural são realizadas de forma "encaixada" no compartimento do relevo (figura 46 e 47).

Neste tipo de construção com boa estrutura que é capaz de suportar as cargas energéticas, dadas pelo relevo e pelo clima, a habitação dos futuros moradores se dará em boas condições de segurança.

Dizer que o ambiente é frágil, significa que é um ambiente cujos cuidados nas intervenções mais agudas são, extremamente, necessários mediante a projeção social. Em hipótese alguma, há intenção neste mapeamento em dizer que o ambiente não deva ser ocupado. Todavia o que se pretende é apontar para os setores mais frágeis sobre os quais devem ser impostas restrições quanto ao padrão estrutural da construção a ser instalada.

Figura 46 - Corte realizado para encaixe de prédio em encosta fortemente dissecada



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'29.76"S - Longitude 43°21'35.73"O

Figura 47 - Prédio encaixado na encosta



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'27.63"S - Longitude 43°21'35.32"O

Casseti (2005) enfatiza que mesmo sendo possível a ocupação do relevo mediante intervenções estruturais, nem toda intervenção é viável, haja vista o elevado custo para se realizar obras de engenharia que tornem o relevo muito frágil em um relevo seguro. As intervenções realizadas pela prefeitura de Juiz de Fora, nas chamadas áreas de risco, são executadas com gastos elevadíssimos que se refletem na proteção de pouquíssimas pessoas. Não se pretende dizer que não deve ser preservada, ainda que seja uma pessoa, mas que, em determinados casos, a construção de novas casas e remoção das pessoas pode trazer melhores resultados.

5.6 Comparativo da fragilidade ambiental nas principais bacias hidrográficas do Setor Norte

Para efeito de comparação entre os graus de fragilidade foram selecionadas as bacias hidrográficas, presentes no Setor Norte, que possuem área superior a 20 km². Assim foram selecionadas seis bacias (quadro 12).

Quadro 12 - Principais bacias hidrográficas do Setor Norte (em área)

BACIA	ÁREA
Ribeirão do Espírito Santo	151,32 Km ²
Ribeirão da Estiva	80,98 Km ²
Ribeirão dos Burros	71,92 Km ²
Ribeirão das Rosas	46,86 Km ²
Córrego Igrejinha	39,43 Km ²
Córrego Humaitá	24,66 Km ²

Outros critérios poderiam ter sido utilizados, como o grau de urbanização ou a densidade demográfica. Todavia, foram selecionadas estas bacias por possuírem maior área e se apresentarem como possíveis vetores de ampliação da malha urbana.

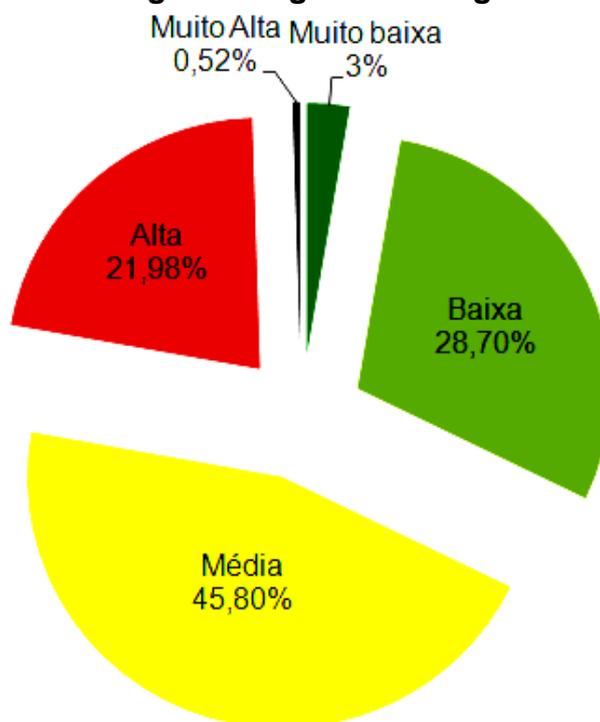
5.6.1 Bacia do Ribeirão do Espírito Santo

A bacia hidrográfica do Ribeirão Espírito Santo (BHRES) possui uma área de 151,49 km. Localiza-se na porção nordeste do Setor Norte (figura 1). Trata-se de um importante manancial de Juiz de Fora, responsável pelo abastecimento de água de cerca de 40% da população. A área da bacia, enquadrada dentro do perímetro urbano do distrito sede, corresponde a uma área de apenas 1,55% do total com 2,34 Km². As áreas rurais correspondem à 98,45% da bacia, totalizando 149,15 Km². As atividades rurais predominam na área, mesmo na porção enquadrada dentro do limite urbano. A atividade rural principal é a pecuária bovina, mas tem ocorrido um crescimento vertiginoso das plantações de eucalipto. Também foram verificadas na área algumas plantações de milho e cana de açúcar.

Predominam na bacia as classes de fragilidade ambiental média e baixa, entretanto há elevada porção territorial com alta declividade (gráfico 7). O tipo de uso e ocupação, principalmente com plantio de eucalipto, associado a alguns setores de relevo com declividade superior a 20% influenciaram na quantificação da alta

fragilidade. Outro fator que influencia negativamente a área da BHRES é a exploração mineral de saibro, dada sobre as intercalações de quartzito.

Gráfico 7 - Porcentagem dos graus de fragilidade na BHRES



Na figura 48 verifica-se a distribuição das classes de fragilidade pela área da bacia. Há potencialidades e restrições de uso, indicadas pelas classes apresentadas. A espacialização destas categorias facilita a projeção sobre o espaço de forma a preservar, tanto o ambiente, quanto a sociedade de eventuais impactos ambientais provocados pelo tipo de uso e ocupação.

Há um setor do relevo, na bacia do ribeirão Espírito Santo, classificado como morro e que apresenta alta declividade e a fragilidade ambiental foi definida como alta e muito alta. Para evitar a potencialização de quadros de instabilidade, este setor deveria ser destinado à preservação, todavia nele se instalou uma atividade mineradora de saibro. O histórico das saibreiras, em Juiz de Fora, demonstra que os impactos ambientais gerados são muitos, pois o valor do material, utilizado para construção civil, é baixo e os custos para recuperação ambiental são elevados.

Mesmo diante das condições, dadas pelo sistema ambiental, que são totalmente desfavoráveis à ocupação e intervenções antrópicas, o empreendimento

de mineração foi instalado sob a tutela dos órgãos competentes com licenciamento ambiental (figuras 49 e 50).

Figura 48 - Fragilidade ambiental na bacia do Ribeirão Espírito Santo

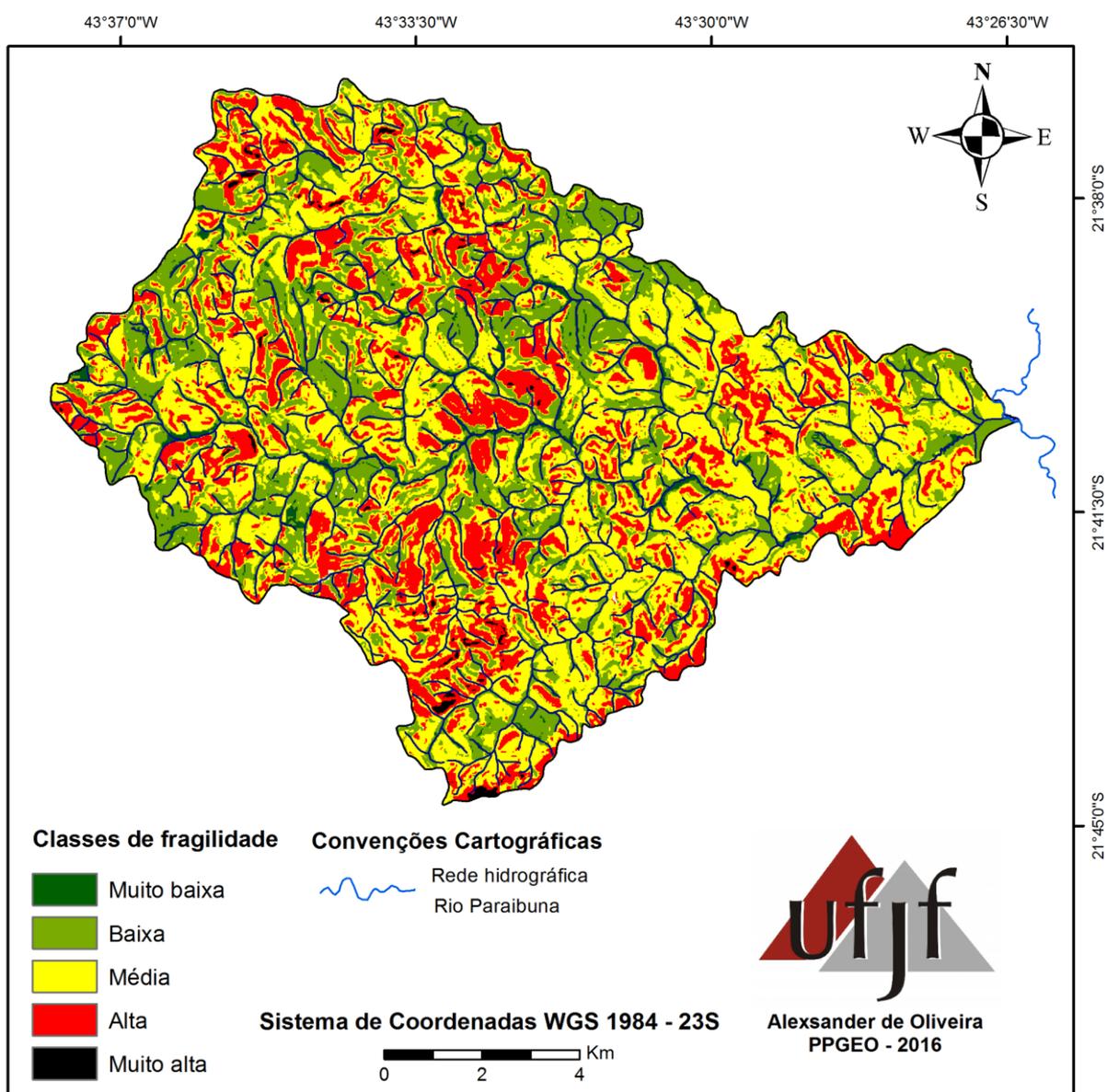


Figura 49 - Placa com registro de licenciamento ambiental da mineradora Morro Alto



Fonte: Acervo pessoal do autor

Figura 50 - Encosta com alta fragilidade ambiental sob exploração mineral em quartzito



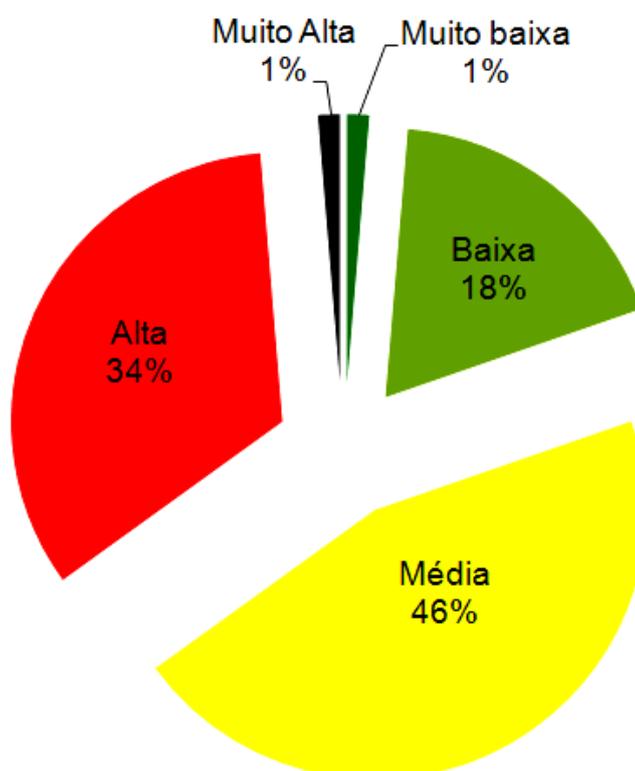
Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°43'57.06"S - Longitude 43°33'4.28"O

5.6.2 Bacia do Ribeirão da Estiva

A bacia hidrográfica do ribeirão da Estiva (BHRE) localiza-se na porção norte do Setor Norte. Tal como a BHRES possui área predominantemente rural com 87% e apenas 13% enquadrada dentro do perímetro urbano. É uma bacia que concentra elevada taxa de fragilidade ambiental alta, com 34% da área total (gráfico 8). Esta alta fragilidade se concentra, principalmente no alto curso da bacia em encostas de morros com dissecação forte e muito forte.

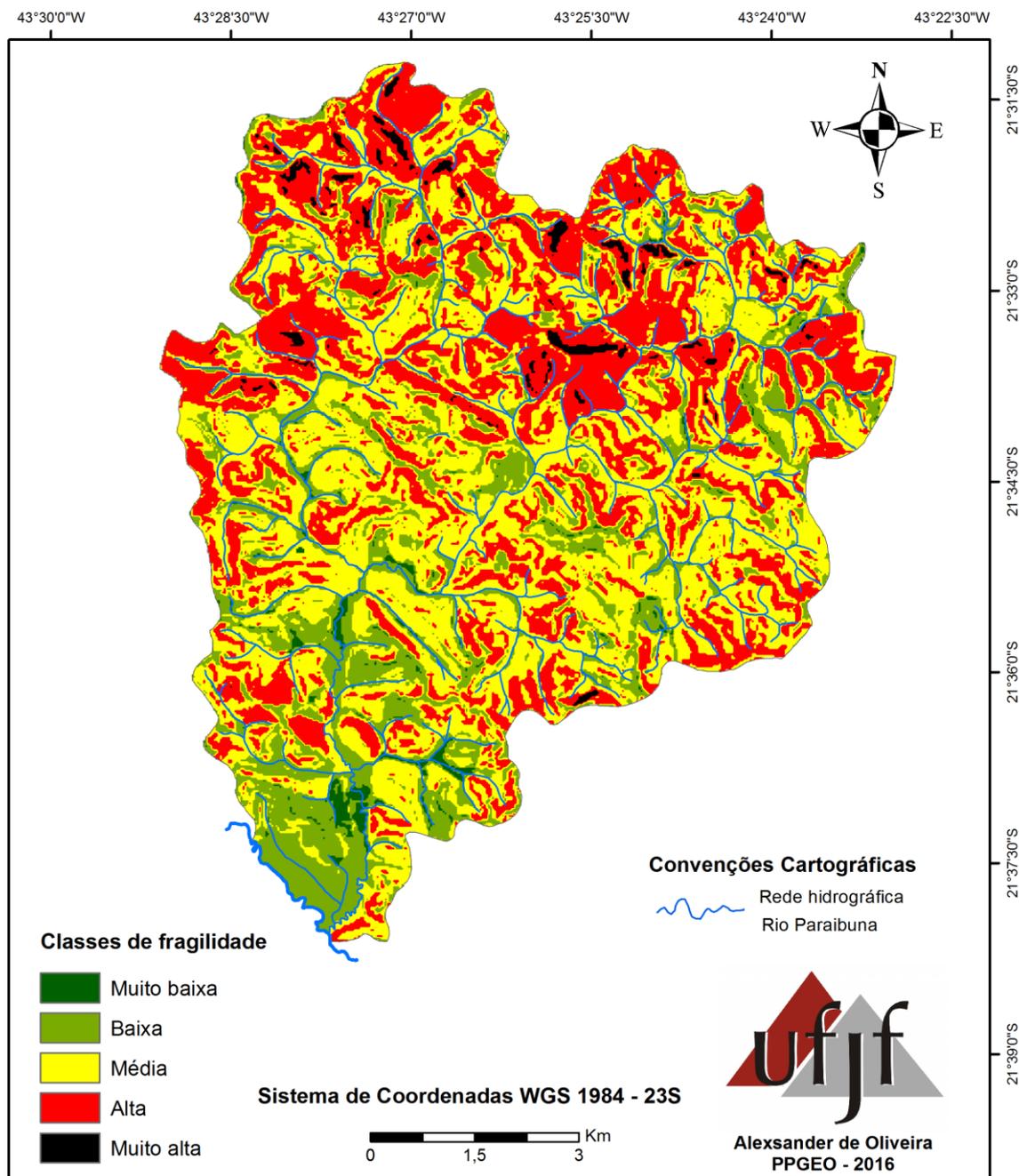
Gráfico 8 - Porcentagem das classes de fragilidade da BHRE



O limite do perímetro urbano é definido pela rodovia BR 040, as áreas a montante da via são rurais, este é o setor da bacia com menor fragilidade ambiental, no qual está instalada a indústria siderúrgica *ArcelorMittal*. Fora do limite urbano há áreas de pastagem com vários setores degradados com solo exposto. Mas também existem vários fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em regeneração, o que poderá melhorar a condição ambiental da bacia. Todavia, já existem loteamentos instalados fora do limite urbano, fato que poderá comprometer a regeneração florestal e agravar os quadros de instabilidade dados pela alta

fragilidade presente. As áreas de baixa fragilidade são coincidentes com os fragmentos florestais e alguns segmentos das planícies (figura 51).

Figura 51 - Fragilidade ambiental da BHRE

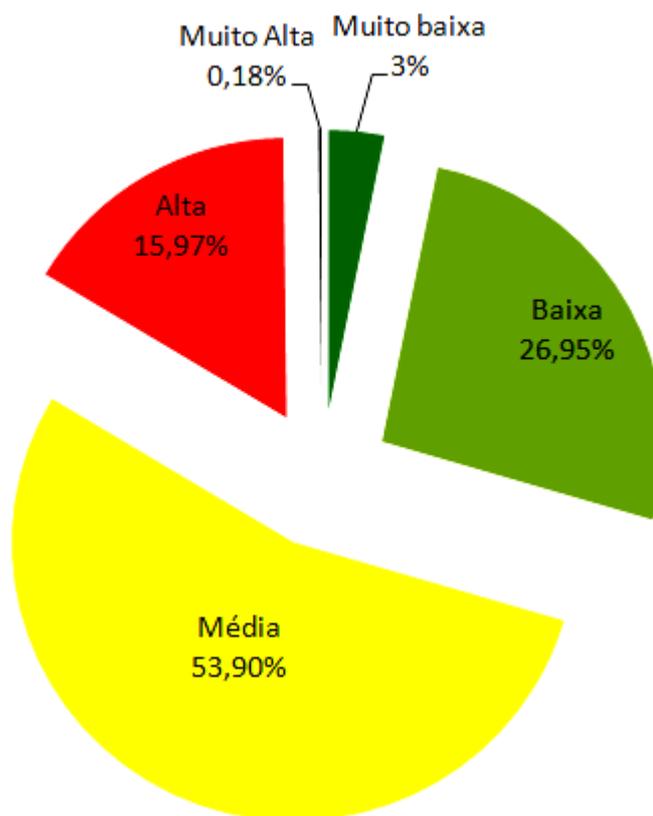


5.6.3 Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Burros

A bacia hidrográfica do ribeirão dos Burros (BHRB) se insere na porção nordeste do Setor Norte, com o eixo principal de norte a sul. Possui área de 71,92 Km² e é o principal manancial de Juiz de Fora, responsável por cerca de 50% do

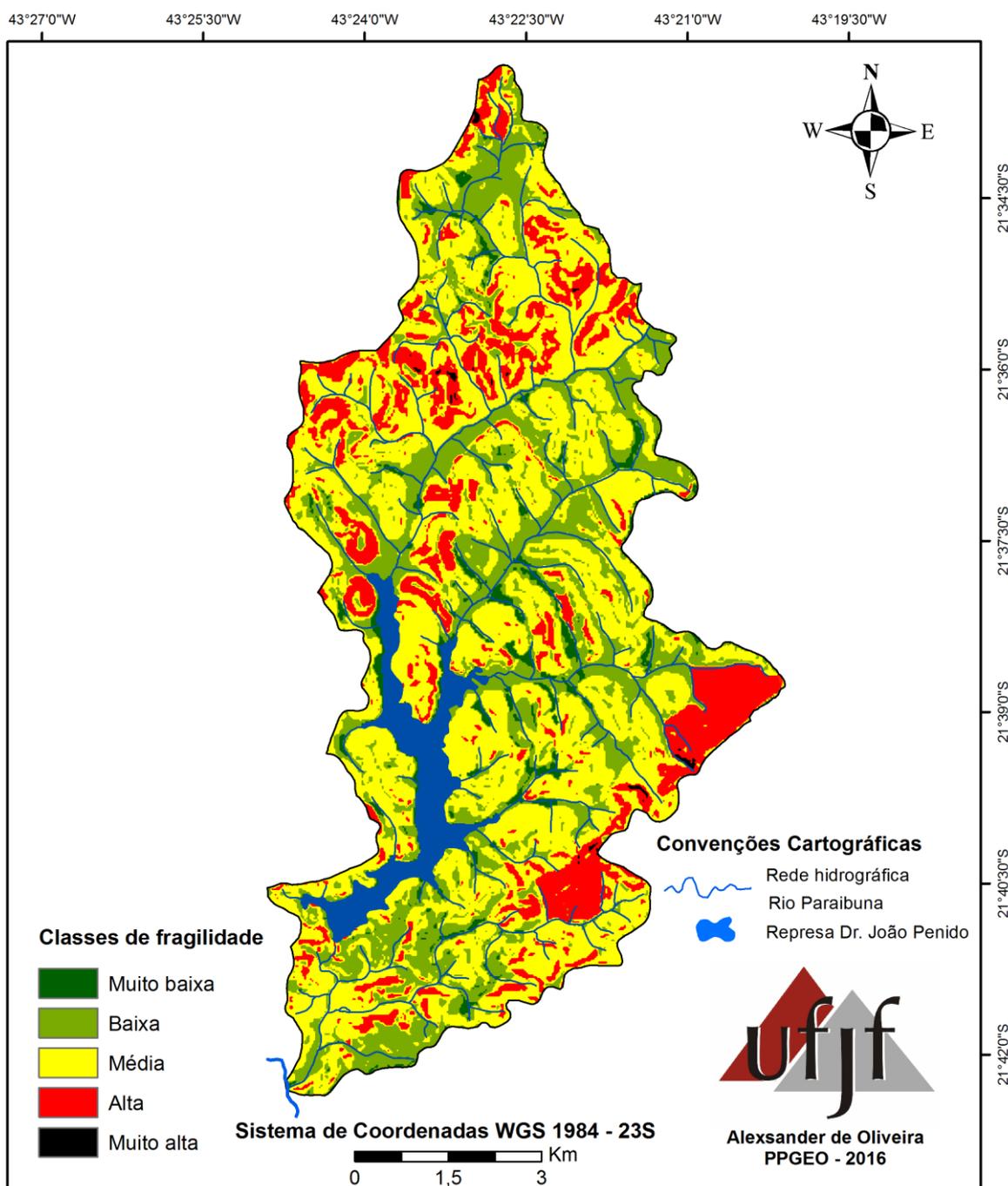
abastecimento de água. Está totalmente localizada no perímetro urbano e por possuir relevo menos dissecado, com presença majoritária de morrotes e colinas, apresenta uma condição ambiental apta à ocupação, visto que, a maioria dos setores foram classificados como de média e baixa fragilidade ambiental. Entretanto, em vários setores da bacia existem graus de alta fragilidade ambiental (gráfico 9).

Gráfico 9 - Porcentagem das classes de fragilidade na BHRB



Os setores do relevo com baixa fragilidade se relacionam com as áreas de planície. A classificação de média fragilidade se deve a presença de colinas pequenas (Dcp). Já os setores de mais alta fragilidade estão ligados à presença de morrotes (Dmr) com encostas que apresentam declividades superiores a 20%. Nota-se que há um setor de maior fragilidade ambiental registrado na BHRB, que acompanha o alinhamento estrutural do relevo classificado como serra baixa dissecada (Dsbdb). Trata-se de uma encosta com rupturas de declive e alto grau de entalhamento vertical, localizada na porção leste da área (figura 52).

Figura 52 - Fragilidade Ambiental da BHRB



Na BHRB o tamanho dos lotes, que estão à montante da represa Dr. João Penido, deveria ser de oito mil metros quadrados, devido à presença do principal manancial para abastecimento dentro do município. Mas ao percorrer a área é possível constatar que a legislação não é respeitada, pois há vários lotes à venda, em tamanho muito inferior ao mínimo estabelecido. Também estão sendo executadas novas obras com cortes no talude, na encosta que margeia o manancial, como é possível averiguar na figura 53.

Figura 53 - Solo exposto em cortes às margens da represa DR. João Penido. Relevo com dissecação média, caracterizado como morrote (Dmr).



Alexsander de Oliveira – outubro de 2014

Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°40'39.41"S - Longitude 43°23'42.72"O

A densidade de cobertura vegetal na BHRR é muito baixa, sendo uma das menores do Setor Norte. A paisagem é marcada por pastagens degradadas, solo exposto com processos erosivos difusos e plantações de eucalipto. O processo de degradação ambiental da bacia foi intensificado com a instalação da rodovia de ligação entre a BR 040 e a MG 353. Aí se instala um paradoxo, pois é o setor da área de estudo que seria mais favorável à ocupação e manutenção de uma condição ambiental respeitando os limites da natureza, por apresentar baixa dissecação e declividade, o que resulta em um relevo de colinas pequenas (Dcp) e morrotes (Dmr).

É preciso restringir o uso residencial e promover a recuperação de áreas florestais nesta bacia, haja vista a importância do manancial para toda a sociedade de Juiz de Fora.

5.6.4 Bacia hidrográfica do Ribeirão das Rosas

A bacia hidrográfica do Ribeirão das Rosas (BHRR) localiza-se na porção sudeste do Setor Norte. Possui uma área 46,86 km² com 86,2% (40,39 km²) dentro do perímetro urbano e 13,8% (6,47 km²) de área rural. Apresenta baixa densidade demográfica; todavia, é a bacia mais populosa do Setor Norte, com população

estimada em torno de 24 mil habitantes, segundo os setores censitários do IBGE (2010).

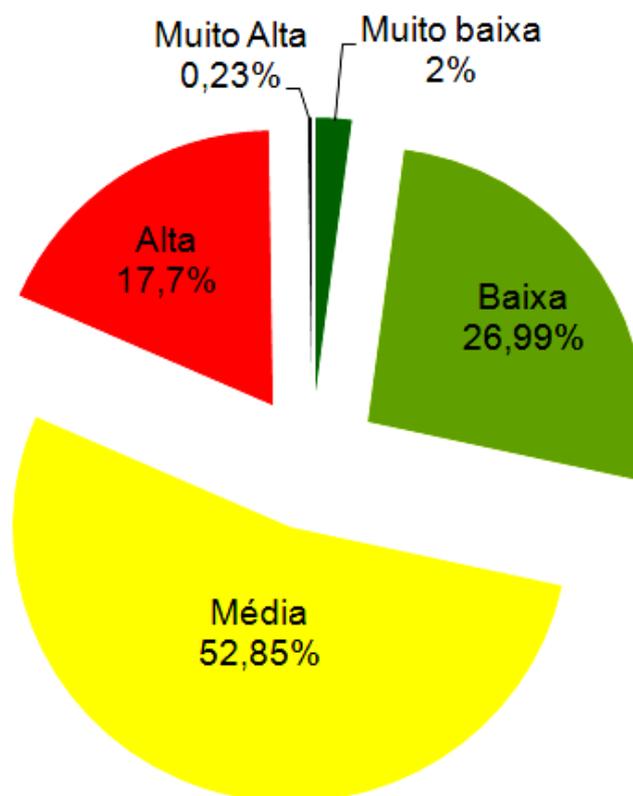
Alguns bairros existentes na bacia encontram-se, populacionalmente, bem adensados, como Parque Guarani, Granjas Betânia, Grama, Vila Montanhosa, Parque Independência e Filgueiras. Nos últimos anos houve certa mudança no tipo de uso e, mesmo nos locais que antes eram destinados a granjas, atualmente estão sendo erguidas moradias multifamiliares, promovendo adensamento de edificações.

No relevo da área predomina a classe de dissecação média, seguida da forte com pouca incidência da fraca e muito forte. Apresenta a maior variação altimétrica do Setor Norte, 390 metros. Nos setores mais baixos com 680 metros de altitude, enquanto o ponto mais elevado possui 1070 metros.

A dissecação vertical e a altimetria estão diretamente ligadas à geologia e litologia da bacia, pois os três setores classificados em dissecação *muito forte* e o *ponto mais elevado* são também, aqueles que possuem intercalação de quartzito em gnaiss. Isto vai se refletir na compartimentação geomorfológica, pois há, respectivamente, uma predominância dos modelados de degradação caracterizados como morrotes de topos aplainados (Dmrap), morros (Dm), morrotes (Dmr), e poucas colinas pequenas (Dcp). Ainda foi caracterizada uma serra baixa dissecada, a mesma apresentada na BHRB, por se tratar do mesmo divisor de águas.

Mesmo apresentando alta variação na altimetria e setores fortemente dissecados, a bacia do BHRR não apresenta quadros de fragilidade ambiental, muito desfavoráveis à ocupação urbana. A maioria da área foi caracterizada por apresentar fragilidade ambiental média (gráfico 10). Isto devido à presença dos morrotes com topo aplainado (Dmrap). As áreas com baixa fragilidade são coincidentes com as planícies e alguns topos dos morrotes que apresentam baixa declividade e cobertura vegetal.

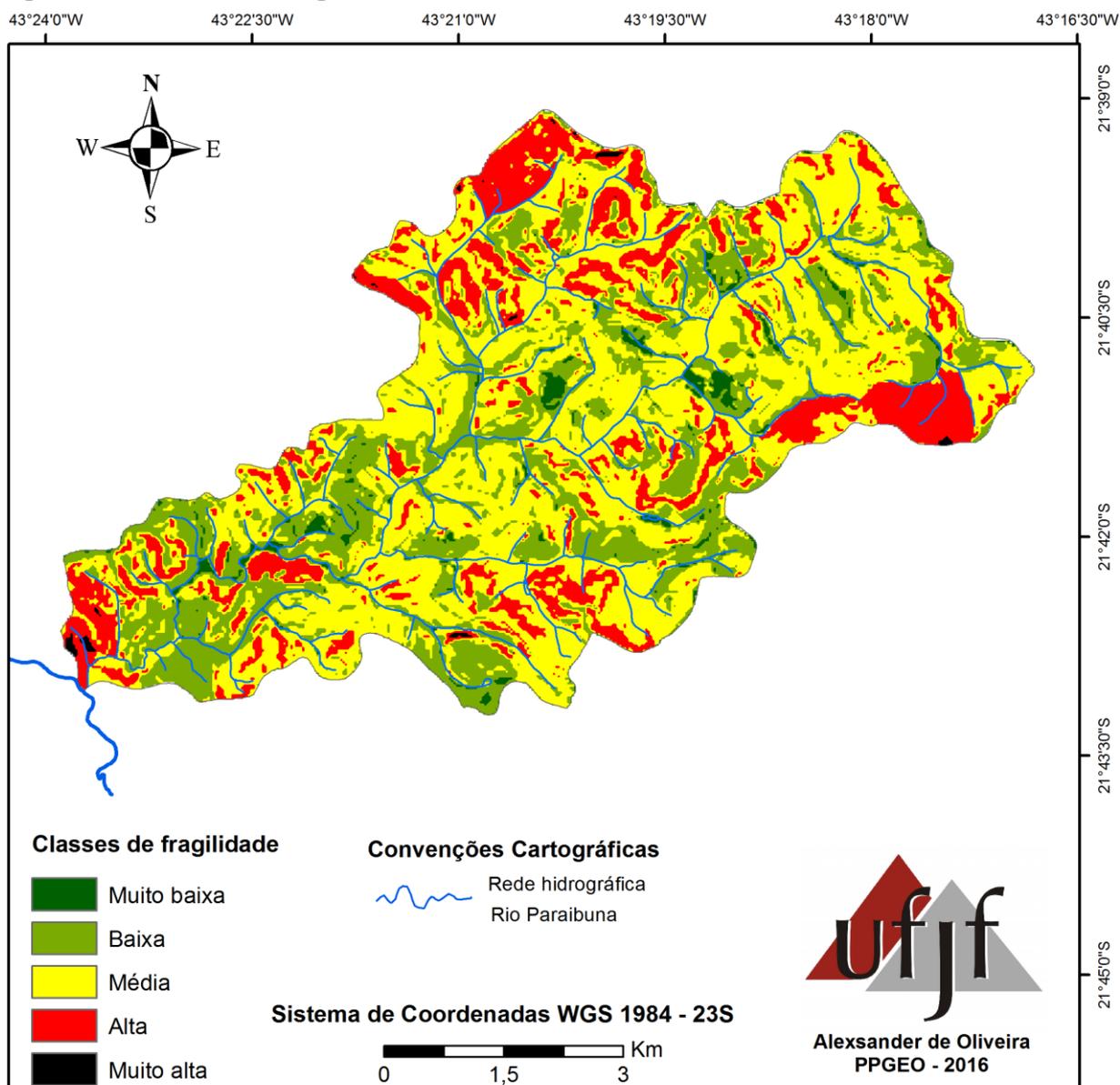
Gráfico 10 - Distribuição percentual das classes de fragilidade ambiental na BHRR



Na figura 54 é apresentada a espacialização das classes de fragilidade pela BHRR. Nas áreas mais frágeis já há muitas residências instaladas e recorrentes ocorrências de morfodinâmica nas encostas expressas em movimentos de massa. Algumas áreas de maior fragilidade, nesta bacia, já foram apresentadas pelas figuras (13,14,17,21,24,32,37,38,40,41,42,46 e 47). Mas é possível apresentar várias outras, pois as formas de uso e ocupação vão se dando de forma danosa ao meio e perigosa para as pessoas.

No bairro Parque Guarani; na mesma encosta onde foi construído o muro de contenção apresentado na figura 13, margeando a rodovia MG 353, ocorreram vários movimentos de massa que culminaram com abandono de residências. Por ser uma área historicamente habitada por pessoas com baixo poder aquisitivo, formas alternativas para construção dos muros de contenção foram usadas. Em vários taludes foram feitos muros com pneus, mas por não apresentarem uma estrutura compatível com as cargas exercidas pela energia do relevo, esses muros se movimentaram e caíram restando algumas formações abaixo de residências abandonadas (figura 55).

Figura 54 - Carta de fragilidade ambiental da BHRR



Além da ocupação urbana que deixa marcas na paisagem, há também a presença do quartzito que promoveu a exploração do saibro. Já foi dito que o baixo valor do material e o alto custo da recuperação ambiental promoveu uma danosa ação predatória de exploração. Nesta bacia existem várias áreas de exploração que estão abandonadas e potencializam a degradação da paisagem. Chama atenção que mesmo com toda condição negativa deste tipo de mineração, é possível identificar saibreiras em pleno funcionamento (figura 56).

Figura 55 - Encosta movimentada na (BHRR) com resquícios de antigos muros de pneus



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°43'0.84"S - Longitude 43°21'4.85"O

Figura 56 - Saibreira em atividade na BHRR

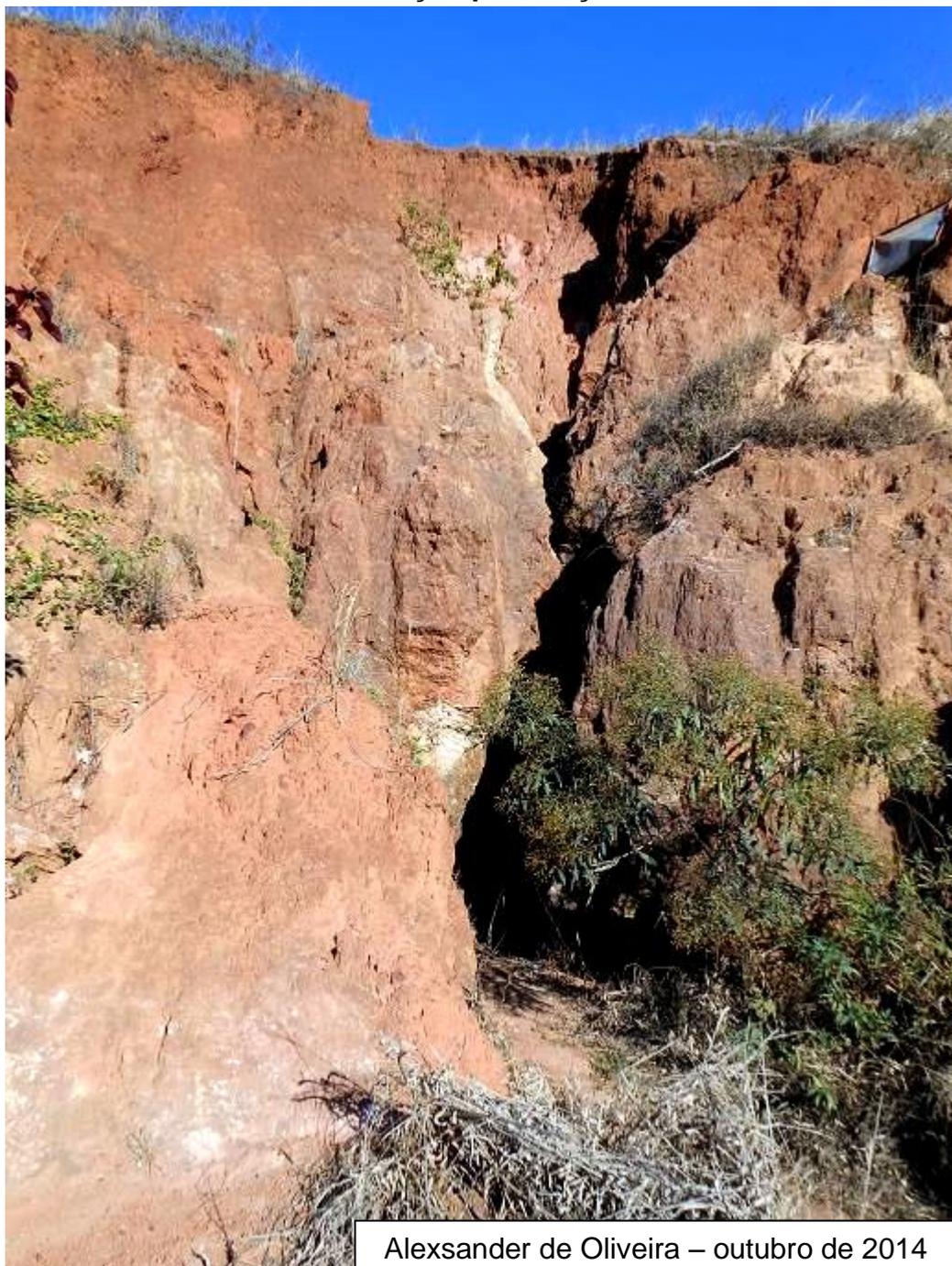


Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°39'26.14"S - Longitude 43°19'47.51"O

Os processos erosivos difusos são mais notórios na área da BHRR, mas foram registrados alguns processos lineares em forma de ravinas, bem desenvolvidas, em franca evolução para voçoroca. Há uma ravina na parte baixa de encosta que apresenta alta fragilidade ambiental (figura 57).

Figura 57 - Ravina em franca evolução para voçoroca na BHRR



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°39'57.22"S - Longitude 43°19'27.12"O

No baixo curso da BHRR, há uma área destinada a pasto de cavalos que estava em processo crescente de degradação com muito solo exposto e processos erosivos tanto difusos como concentrados. Há uma espécie de haras instalado onde foi feito um corte no talude que por vários anos ficou exposto e desenvolveu sucros e ravinas. No final do ano de 2015 foi feita uma intervenção neste talude com aplicação de biomanta para recuperação. Já em janeiro de 2016 o aspecto do talude mudou para uma fisionomia menos degradada (figura 59).

Figura 58 - Talude cortado com processos erosivos lineares na BHRR



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'53.96"S - Longitude 43°23'36.37"O

Figura 59 - Talude após recuperação com biomanta na BHRR



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°42'53.96"S - Longitude 43°23'36.37"O

Esta intervenção é pontual, todavia serve como parâmetro para apresentar como é possível reverter quadros de degradação e tornar a paisagem mais agradável. Algo distante de ser alcançado no restante da BHRR.

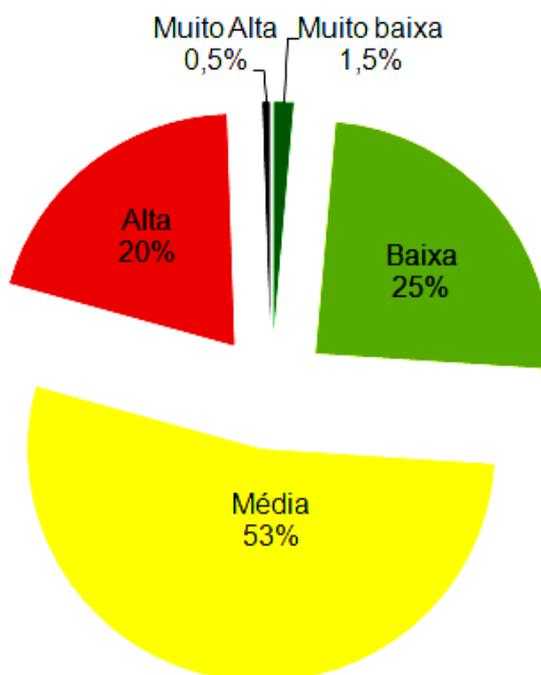
5.6.5 Bacia hidrográfica do córrego Igrejinha

A bacia hidrográfica do córrego Igrejinha encontra-se na porção sudoeste do Setor Norte. Possui área de 39,43 Km² e divide-se, quase simetricamente, entre as porções urbana com 51% da área e rural com 49%. Sua população estimada é de 14 mil pessoas.

O relevo apresenta classes de dissecação predominantemente média, seguida da forte, fraca e apenas um setor com a categoria muito forte. Os modelados de degradação predominam, com maior incidência dos morrotes com topos aplainados (Dmr_{ap}), morrotes (Dmr), morros (Dm) e uma poucas colinas pequenas (Dcp).

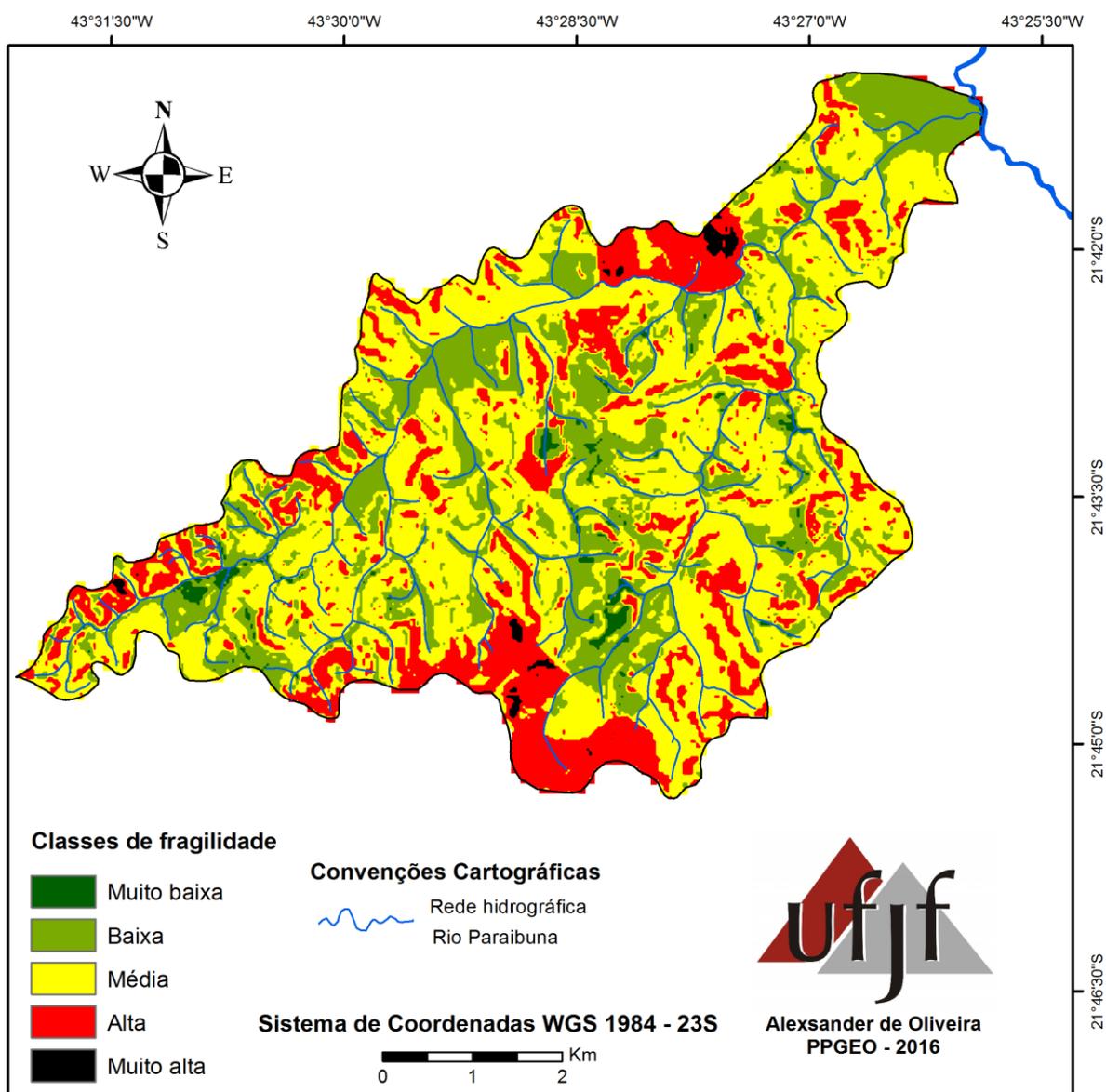
A classe de fragilidade ambiental predominante é a média, mas a fragilidade alta foi mapeada em 20% da área (gráfico 11).

Gráfico 11 - Porcentagem da fragilidade ambiental na BHCI



Na carta de fragilidade ambiental da BHCI (figura 60) é possível visualizar a distribuição espacial das classes de fragilidade.

Figura 60 - Carta de fragilidade ambiental da BHCI



A classe muito alta representa apenas 0,5 % da área da bacia, mas aparece uma mancha maior desta classe que é coincidente com a intercalação de quartzito. Onde há o morro do caracol que se trata de uma saibreira desativada, como apresentado anteriormente.

Este compartimento de morro (Dm) marca a paisagem da bacia de forma negativa, pois há uma dinâmica erosiva instalada de forma severa (figura 61).

A ocorrência de processos físicos nas encostas desagrega o material disponibilizando-o para ser transportado. Andando pela encosta é possível verificar a existência de várias células arenosas totalmente desagregadas que são

transportadas no decorrer do período chuvoso e, até mesmo, pelo vento, as frações menores (figura 62).

Figura 61 - Processos erosivos na antiga saibreira (Caracol) vistos de cima



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°41'55.47"S - Longitude 43°27'40.41"O

Figura 62 - Célula arenosa desagregada na antiga saibreira Caracol



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°41'55.47"S - Longitude 43°27'40.41"O

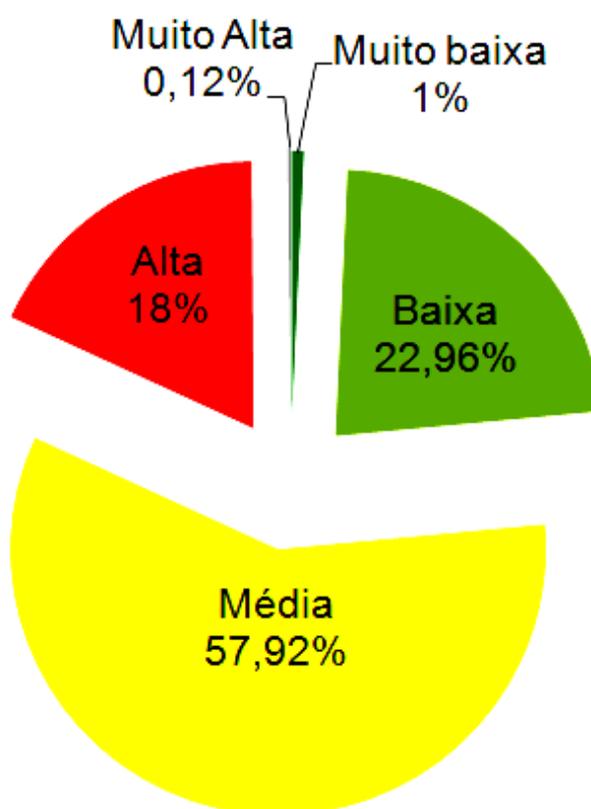
5.6.5 Bacia hidrográfica do córrego Humaitá

A bacia do córrego Humaitá (BHCH) possui uma área de 24,70 Km² e está totalmente inserida no perímetro urbano. Possui uma população em torno de 23 mil habitantes, portanto, bem adensada populacionalmente.

O relevo da bacia é fortemente dissecado com predomínio da categoria de dissecação forte, seguida da média com pouca incidência da classe baixa. Há predominância dos modelados de degradação, caracterizados como *morros* (Dm) e *morrotes* (Dmr), apenas dois *morrotes com topos aplainados* (Dmrap) e uma *pena colina* (Dcp).

Apesar do relevo predominantemente de morros (Dm) e morrotes (Dmr), o mapeamento da fragilidade ambiental apresentou, entre as seis bacias comparadas, o menor índice da classe de fragilidade ambiental muito alta, com apenas 0,12%. Mais uma vez a fragilidade média sobressaiu às demais classes, apresentando elevado índice, o maior registrado entre as seis bacias (gráfico 12).

Gráfico 12 - Porcentagem da fragilidade ambiental na BHCH

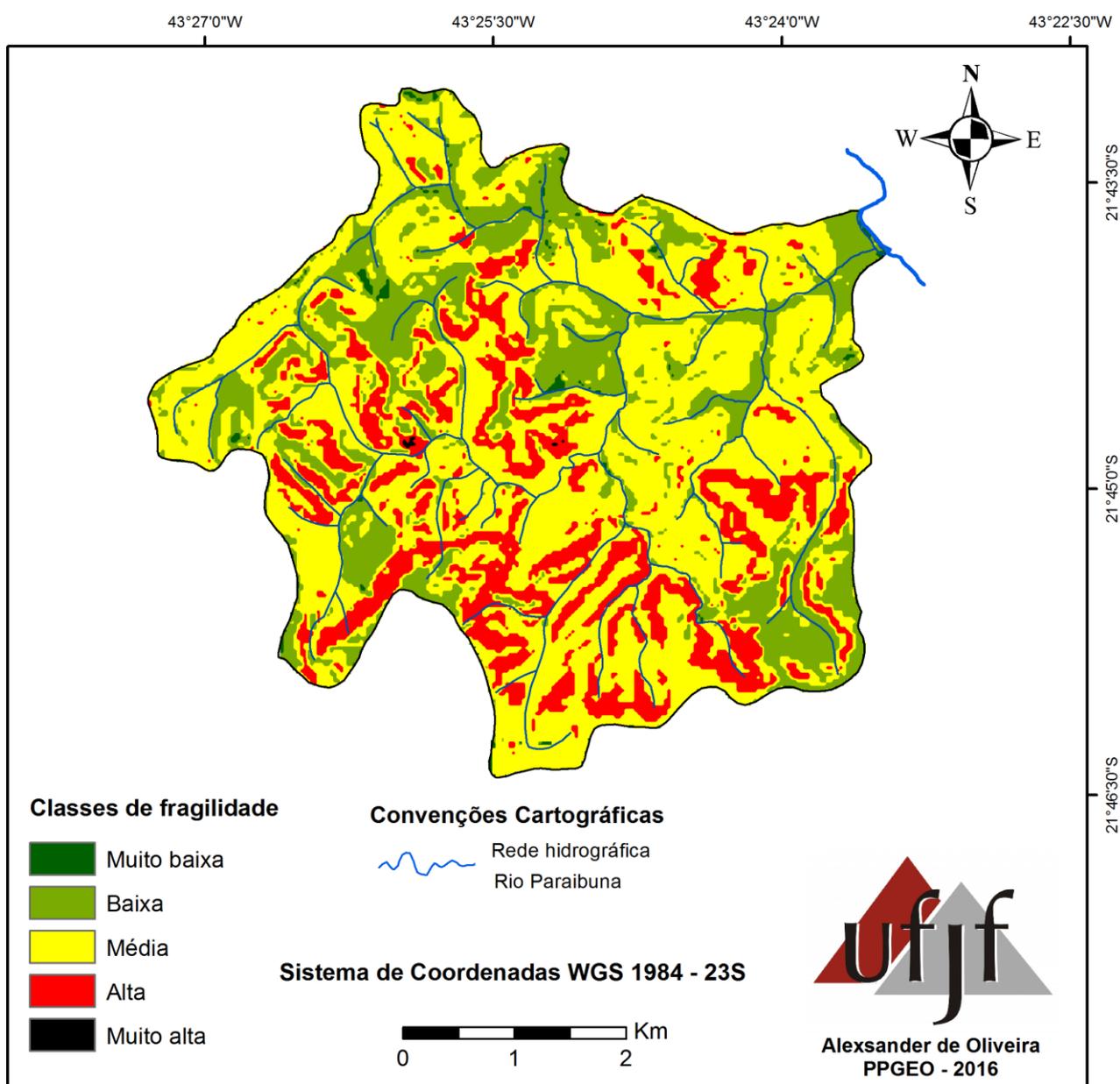


A fragilidade média, até pode se apresentar como um fator favorável à instalação residencial urbana, todavia o histórico de processos morfodinâmicos e

fluviais porque passa, recorrentemente, várias áreas da bacia, sinalizam que há que se ater aos fatores que determinaram tal classe de fragilidade e assegurar-se com a construção de estruturas que sejam capazes de suportar as cargas energéticas das encostas que se somam aos *inputs* dados pela precipitação.

Como já apresentado, foi nesta bacia que se deu o último óbito provocado por processos morfodinâmicos nas encostas urbanas de Juiz de Fora. Infelizmente do ano do referido fato (2013) até início de 2016 nenhuma ação mais contundente fora tomada, pelo poder público municipal, para impedir que mais perdas ocorram no futuro.

Figura 63 - Carta de fragilidade ambiental da BHCH



Ainda que a área esteja totalmente inserida no perímetro urbano, nela existem várias propriedades com características rurais nas quais a pecuária bovina acentua os quadros de fragilidade presentes nas encostas ocupadas por pastos (figura 64).

Figura 64 - Encosta de pasto com processos erosivos difusos na BHCH



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°46'3.54"S - Longitude 43°25'30.27"O

Também há marcas na paisagem deixadas pela exploração mineral das saibreiras (figura 65), tão recorrentes em Juiz de Fora.

Figura 65 - Marcas na paisagem deixadas por antigas saibreiras na BHCH



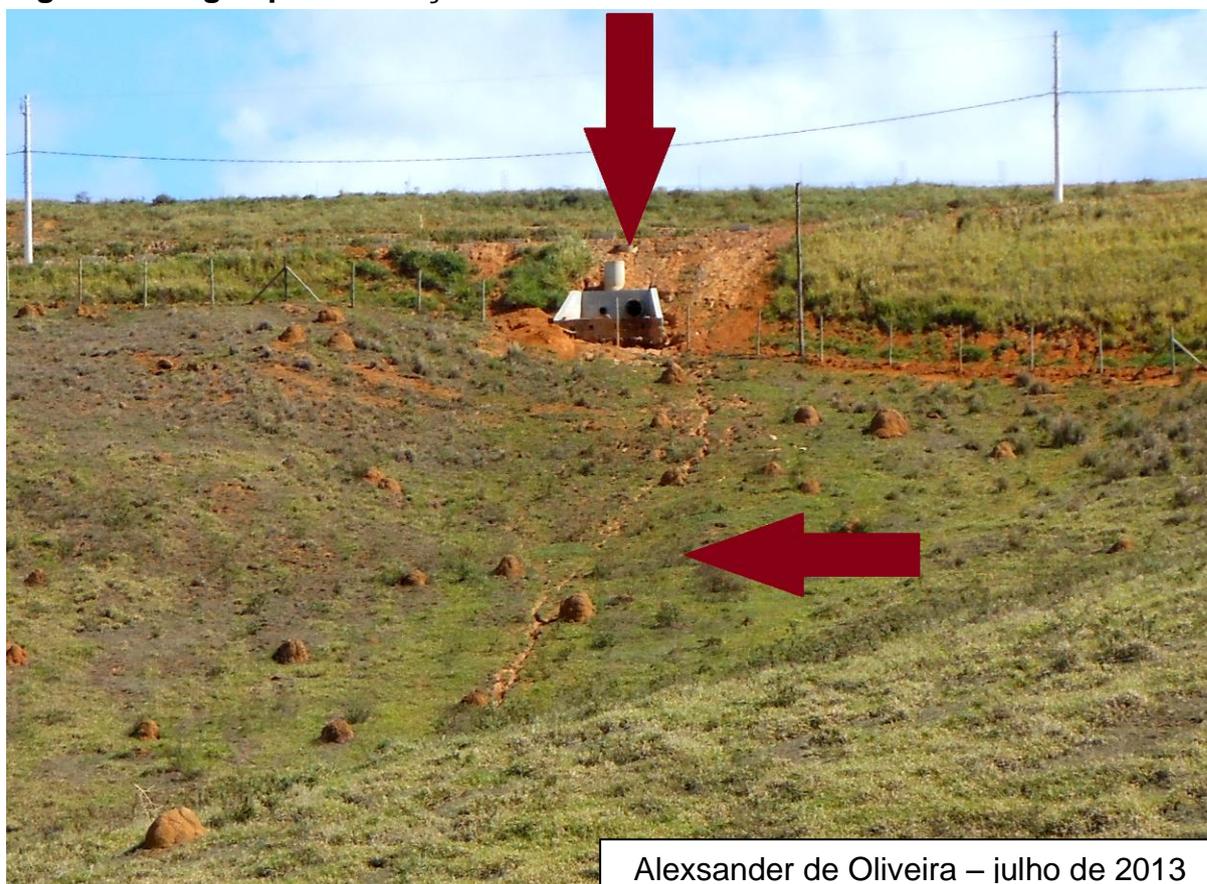
Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°45'20.00"S - Longitude 43°24'30.83"O

Não é objetivo neste trabalho discutir metodologicamente sobre a ocorrência de enchentes, mas ao se tratar de toda dinâmica processual dada dentro dos limites de uma bacia hidrográfica, ou conjunto de bacias, toda e qualquer intervenção que seja feita à montante, tanto nas planícies, quanto nas áreas das encostas, poderão favorecer o aumento da produção de sedimentos ou do escoamento superficial que promoverá seus efeitos à jusante.

A instalação do condomínio residencial Alpha Ville Juiz de Fora se deu em área do divisor de águas da BHCH. A via de acesso ao loteamento foi pavimentada e alguns coletores das águas pluviais foram lançados encosta abaixo, tal condição deu início a processo erosivo linear (figura 66).

Figura 66 - Água pluvial lançada encosta abaixo na BHCH



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°46'8.44"S - Longitude 43°25'17.44"O

A exposição do solo e a dinâmica erosiva acentuada promove o assoreamento dos cursos d'água (figura 67), agravando, ainda mais, o problema de enchentes ocorridas no baixo curso. A figura 68 apresenta um setor da BHCH onde

se localiza o bairro Francisco Bernardino. No fatídico ano de 2013 houve enchentes por vários dias seguidos, mas no dia 25 de dezembro a elevada precipitação que alcançou 87 mm, resultou em movimentos de encostas e transbordamento do curso principal, com invasão de diversas casas no início da noite.

Figura 67 - Planície com depósito de sedimentos arenosos provenientes de saibreira desativada



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°44'53.38"S - Longitude 43°25'55.65"O

Figura 68 - Rua prof. Meton de Alencar, alagada no dia 25 de dezembro de 2013 na BHCH



Fonte: Acervo pessoal do autor

Localização: Latitude 21°44'2.52"S - Longitude 43°23'45.90"O

5.7 Proposições de uso e ocupação

O resultado obtido, com o cruzamento dos dados, evidencia que há setores com um quadro ambiental favorável aos processos morfodinâmicos desencadeados dentro de uma dinâmica própria da natureza e potencializados pela ocupação humana. Quando se faz o estudo da fragilidade ambiental em áreas mais restritas como uma bacia hidrográfica, ou no domínio de uma encosta, pode-se, erroneamente concluir que todo o ambiente circundante é igualmente frágil.

Mas através deste levantamento realizado em uma área com 546,6 Km² foi possível diagnosticar que existem condições de ocupação do ambiente de forma mais segura, desde que antes da projeção sobre o espaço herdado da natureza se conheça bem todas as características e dinâmicas, presentes.

O comparativo entre as bacias hidrográficas demonstrou que não é possível criar uma região de planejamento homogênea, pois dentro de cada bacia, que representa uma unidade sistêmica, há os compartimentos de relevo que se individualizam em suas dinâmicas e processos. Em um compartimento de relevo,

qualquer que seja, existem encostas com profundidades de dissecação, declividades e formas diferenciadas que podem estar sobre diferentes materiais e estruturas. Assim, a dinâmica processual dada pelo relevo, jamais será dotada de igualdade e linearidade.

Portanto, as ações de planejamento precisam ser setorizadas por compartimentos, individualizados, em suas características e dinâmicas. É a partir da leitura da carta de fragilidade ambiental que será possível coordenar as novas ocupações e criar mecanismos para que áreas de fragilidade alta e muito alta sejam restringidas, ao máximo, para ocupação urbana e quaisquer atividades antrópicas. Devendo-se ocupar apenas os setores que apresentam as classes de fragilidade ambiental muito baixa, baixa e média.

Os 14% que representam as áreas de alta fragilidade e os 0,05% de fragilidade muito alta, devem ser destinados à preservação e recuperação ambiental. Nas áreas já urbanizadas, deve-se promover gradativamente à desocupação, dentro de uma proposta viável. Para áreas, ainda desocupadas, que façam parte do limite urbano, o poder público municipal precisa coibir a ocupação de forma eficiente, não se comportando, apenas, como mero expectador diante da projeção, desordenada e perigosa, da sociedade sobre o relevo.

Quanto às áreas rurais, é preciso que sejam feitas autuações e impostas penalidades, sobre tipos de uso predatório que se perpetuam no tempo e espaço. É imprescindível, também, impedir os agentes imobiliários de alargarem, ainda mais, os limites urbanos, promovendo ocupações adensadas em áreas rurais como vem ocorrendo.

O que se vê nos grandes empreendimentos imobiliários, é que eles sempre buscam as melhores áreas, estando ou não dentro do limite urbano, aumentando a especulação imobiliária e elevando o valor venal dos lotes, fator que promove a expulsão das classes menos favorecidas para áreas potencialmente mais frágeis.

Portanto, cabe ao poder público intervir e promover ações que mudem este cenário. Uma das ações sugeridas, neste trabalho, é que o poder público municipal crie uma série de incentivos fiscais que possam estimular os grandes empreendedores a ocupar setores do relevo que requeiram uma estrutura mais robusta; haja vista, a suficiência de recursos financeiros que tais agentes possuem.

Nos últimos anos através do programa habitacional do governo federal, minha casa minha vida, vários loteamentos foram abertos seguidos da construção

de moradias, sejam de um pavimento ou prédios de até cinco andares. Esta seria uma das opções de esvaziamento das áreas de maior fragilidade, todavia, o alto custo das construções restringe o alcance de um maior quantitativo de pessoas por tais programas. O número de moradias entregues é muito pouco representativo diante das encostas de alta fragilidade que ainda estão ocupadas.

Partindo-se da necessidade de esvaziamento das encostas, mais morfodinamicamente instáveis, outra ação proposta seria o poder público municipal instalar loteamentos com toda infraestrutura necessária e disponibilizar para as pessoas que se encontram em relevo de alta fragilidade ambiental. Mesmo que estas pessoas não sejam dotadas de poder econômico para construir moradias bem estruturadas, a condição de segurança poderia mudar para um quadro mais favorável.

5.8 Considerações finais

O que se constata neste trabalho é que, mesmo havendo condições propícias à ocupação em alguns setores do relevo e a área possa abrigar uma parte significativa da crescente população urbana em condições de segurança, o não acompanhamento planejado poderá resultar em perdas futuras. Existem programas, seja o plano diretor ou o plano de drenagem da Zona Norte; todavia as ações são sempre corretivas, com um esvaziamento de medidas preventivas no conteúdo de tais documentos. Em suma, o crescente adensamento pelo qual passa o Setor Norte não é acompanhado pelo poder público municipal de forma precisa.

O planejamento para área existe, mas como um inventário que se preocupa em diagnosticar e enumerar os possíveis problemas presentes sem se preocupar com os processos que podem ser agravados com o uso e ocupação urbana que se expande. O ambiente é tido como um suporte estático e dissociado de formas e processos, não é visto pelo planejador como algo complexo e dinâmico, enfoque que deve ser priorizado mesmo diante de um quadro, em grande medida, favorável à urbanização.

O mapeamento do relevo a partir da leitura Ecodinâmica trouxe bons resultados, pois a carta de fragilidade ambiental gerada pela sobreposição, das bases cartográficas trabalhadas, conferiu boa representatividade dos quadros de fragilidade presentes no sistema ambiental do Setor Norte.

A proposta metodológica e os procedimentos técnicos operacionais empregados neste trabalho mostraram-se adequados para classificar o ambiente como favorável ou não à urbanização e habitação humana, pois através do conhecimento morfométrico e morfográfico do relevo e da interpretação da fragilidade ambiental foi possível estabelecer as áreas nas quais a projeção urbana se dará de forma mais segura.

Através da leitura da carta de fragilidade ambiental foi possível identificar as áreas nas quais as investidas ocupacionais devem se dar de forma mais controlada. Pode-se, também, partir da leitura morfodinâmica para criação de projetos de esvaziamento dos setores do relevo que apresentam maiores graus de fragilidade e encontram-se ocupados.

Este estudo serve como apoio ao planejamento, pois não se trata, apenas, de um inventário ou simples descrição das características do relevo em suas variadas formas. O trabalho apresentado é uma interpretação dos aspectos dinâmicos que ocorrem em superfície e, portanto, assumem uma postura prognóstica de interesse direto à gestão territorial.

Este mapeamento da morfodinâmica não é um levantamento de áreas de risco a partir do processo de ocupação e incidentes já ocorridos. Todavia é um levantamento que ao designar os graus de fragilidade ambiental, aponta para probabilidade de ocorrência de processos morfodinâmicos, sejam erosivos ou movimentos de massa em larga escala.

Segundo a PJF (2013) todas as áreas de risco, mapeadas em Juiz de Fora até o ano de 2011, estavam passando por algum tipo de intervenção com instalação de estruturas de contenção. Não foi tratado neste trabalho, metodologicamente, sobre o risco, mas foi dito que em condições socioeconômicas desfavoráveis e fragilidade ambiental alta, toda e qualquer situação que coloque em risco os bens materiais ou as vidas das pessoas seria tratada como risco.

Nesta perspectiva, toda área mapeada como de fragilidade ambiental alta e muito alta é, portanto, uma área de risco potencial, principalmente quando ocupada de forma imprópria por pessoas de baixa renda. Claro que o poder público não pode alarmar as pessoas e colocá-las em pânico. Todavia é desta forma que, na maioria das vezes, exime-se da responsabilidade de promover a existência de uma cidade que seja segura para todos seus habitantes.

Este trabalho é uma proposta de mapeamento que pôde e pode ser confirmada em campo. Portanto, deve ser usado como base para ações planejadas que se perpetuem no tempo e espaço e contribuam para redução das ocorrências envolvendo perdas, em outros termos seria a redução do risco. É inaceitável que ao ocorrer um processo morfodinâmico, o poder público através de seus agentes; continuem a afirmar que não dá para prever tais fenômenos.

Evidentemente, não há um mapeamento, sequer, que possa afirmar quando vai acontecer uma ruptura no sistema ambiental urbano, dada sua complexidade caótica que resulta em uma não linearidade. Entretanto, pode-se afirmar que a partir da carta de fragilidade ambiental é possível apontar para os setores nos quais a possibilidade de rupturas é iminente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SÁBER, A. N. O domínio de mares de morro no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 2, p. 1-9, 1966.

_____. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. São Paulo, v. 18, 1969.

_____. Quanto custa uma cidade. **Humanidades**, Brasília, v. 3, n. 10, p. 100-108, 1986.

_____. O conceito do espaço total e a problemática da reorganização dos espaços regionais. XIV SEMAGEO – 1993 . Conferência de Abertura. In: *LOCH, Ruth e CAMPOS, Nazareno. (Org.) Resgate Histórico das Semanas de Geografia da UFSC. Florianópolis: Imprensa da UFSC, 1995. p.96-108.*

_____. Dos espaços da natureza à Presença do Homem. In: MONTEIRO, S.; KAZ, L. (Eds.). **Presença do Brasil**. Rio de Janeiro: Alumbamento, 1997. p.79-104.

_____. **Bases Conceituais e o Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos**. In: MÜLER - PLANTEMBERG, C.; AB' SABER, A. N. (orgs.). Previsão de Impactos: o estudo de impactos ambientais no leste, oeste e sul: experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha. 2. ed. São Paulo:USP, 2002. 571 p.

_____. **O Rio e a Cidade**. In: simpósio nascentes. São Paulo, Prefeitura do Município de Mauá, p. 99-130, 2003.

_____. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. Cotia/SP: Ateliê Editorial, 2007.

ALMEIDA, Renato de. Planejamento Urbano em Juiz de Fora: Reflexões Históricas. **Anais do I Colóquio do LAHES**. Juiz de Fora, 13 a 16 de junho de 2005. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/lahes/files/2010/03/c1-a59.pdf>> Acessado em 8 de nov. de 2015.

AMARAL, R. do. & ROSS, J. L. S. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e Entorno, Teodoro Sampaio/SP. **GEOUSP - Espaço e Tempo**. São Paulo, Nº 26, p. 59 - 78, 2009.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Tradução de Francisco M. Guimarães. 7ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013. 360p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, v. 13, São Paulo, p. 01 – 21, 1971.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da; VITTE, A. C. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. Cap. 6, 2010 In: VITTE, Antonio Carlos e GUERRA, Antonio José Teixeira (org.). Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. São Paulo: Saraiva, 1997

BRASIL. ESTATUTO DA CIDADE. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei n. 10.257, julho de 2001**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002. Disponível em <<http://www.estatutodacidade.org.br>>

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Projeto Radambrasil**. Folha SF-23 – Vitória/Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1983.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **O Espaço Urbano: Novos Escritos sobre a Cidade**. São Paulo: Labur Edições, 2007, 123p.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>> Acesso em: 5 de agosto de 2013.

CHORLEY, R. J. Geomorphology and general system theory. **U.S Geol. Sur. Professional Paper**. 1962. (500B). (Transcrito em Notícia Geomorfológica, 11 (21), p. 3-22. 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo: Edgar Blücher Ltda.1980.188p.

_____. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 415-442.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Büchler, 1999.

COELHO, M. C. N. 2011. Impactos Ambientais em Área Urbana - Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T.(orgs). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, p.19-45.

COELHO NETO, AL Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T. ; CUNHA, S.B. da (orgs) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 11^a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 3, p. 93-148.

CONTI, J. B. Resgatando a “fisiologia da paisagem”. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 14, 2001.

CORRÊA, R. L. 1997. Meio ambiente e a metrópole. in: CORRÊA, R. L. **Trajetória Geográfica**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 152-169.

CODEMIG. **Projeto Sul de Minas – Etapa; Mapa Geológico – Folha Juiz de Fora**, escala 1/100.000, 2013.

CODEMIG/CPRM/GOVERNO DE MINAS GERAIS. **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais**. Escala de 1/1.000.000, ed. Atualizada dez. de 2014. Disponível em: < <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/>>. Acesso em 22 de set. de 2015.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia geomorfológica em áreas litorâneas**. Rio Claro, 2012, 105p. (Livre Docência em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A. & SANCHEZ, M. C. 2003, Técnicas de Elaboração, Possibilidades e Restrições de Cartas Morfométricas na Gestão Ambiental, **Geografia**, Associação de Geografia Teorética – Rio Claro - SP. v. 28, nº 3. Setembro a dezembro de 2003. p. 415-429.

DUARTE, B. P. et al. Geologia das Folhas Juiz de Fora e Chiador. In: PEDROSA-SOARES, A. C. et al. (Coords.). **Projeto Sul de Minas – Etapa I: geologia e recursos minerais do Sudeste Mineiro**. Belo Horizonte: COMIG/UFMG/UFRRJ/UERJ, 2003. cap. 6. CD-ROM.

ERHART, H. A teoria bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiológicos. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, n. 11, p. 51-58, 1966.

FARIA, A. L. L. **Geoprocessamento na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo – Juiz de Fora (MG): Um Diagnóstico Ambiental das áreas de Susceptibilidade à Erosão e de Potencial para Pecuária de Leite**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ.

FERREIRA, C. de C. M. Estudo do comportamento do período chuvoso em Juiz de Fora - MG. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.953 – 963, 2012
GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia Urbana**. (Org.) - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280p.

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia Urbana**. (Org.) - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280p.

HACK Jhon T. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. **Amer. Journal of science**.(1960), Bradley Volume, 258A.p. 80-97. Transcrito em notícia Geomorfológica, 12 (24), p. 3-22.

HEILBRON, M.; et al. Província Mantiqueira. In: MANTESSO NETO, V. et al. (Org.) **Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. 647p.

HOWARD, A. D. Geomorphological systems - equilibrium e dynamics. **Amer Journal of Science** (1965), 263 (4), p. 302-312.

HUBP, J. I. L. **Elementos de geomorfologia aplicada: Métodos cartográficos**. México: Instituto de Geografia, 1988.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acessado em: 23 de set. de 2014.

IBGE cidades. **Estimativa da população de Juiz de Fora em 2014**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=313670>. Acessado em: 16 de out. de 2015.

IBGE. Folha Ewbank da Câmera. SF-23-X-C-VI-2. 1ªed. Brasília: Secretaria de Planejamento da República-Diretoria de Geodésica e Cartografia, Superintendência de Cartografia, 1976a. (1:50.000) Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em 11 de out. de 2013.

_____. **Folha Juiz de Fora**. SF-23-X-D-IV-1. 1ªed. Brasília: Secretaria de Planejamento da República - Diretoria de Geodésica e Cartografia, Superintendência de Cartografia, 1976b. (1:50.000) Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em 11 de out. de 2013.

_____. **Folha Matias Barbosa**. SF-23+X-D-IV-3. 1ªed. Brasília: Secretaria de Planejamento da República - Diretoria de Geodésica e Cartografia, Superintendência

de Cartografia, 1976d. (1:50.000) Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em 11 de out. de 2013.

IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil**, 3ª ed. 2004. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas e Mapas/Mapas Murais/vegetacao_pdf.zip](ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/vegetacao_pdf.zip)>. Acessado em 22 de fev. de 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Gráficos das estações automáticas de Juiz de Fora**. DISPONÍVEL EM: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf> Acesso: 12 de março de 2015.

MACHADO, P. J. de O.; RAIMUNDO, C. da S.; MARQUES, V. A enchente de 1940 e o ordenamento territorial de Juiz de Fora, **Anais do III Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UFJF**, Juiz de Fora, MG, Brasil, 27 a 30 de outubro de 2014. 555p.

MACHADO, P. J. de O; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MARQUES NETO. R; ZAIDAN. R. T.; MENON JR. W.; MOURA. A. B. A. P. de. Estrutura e dinâmica da paisagem no município de Lima Duarte (MG): uma abordagem geocológica. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 15, n. 52, p. 134-150, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) [S.I.]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso 19 de março de 2015.

MORIN, E. **O método 1. A natureza da Natureza**. Trad. ILana Heineberg. Porto Alegre: Sulina 2013. 3ª ed. 479p.

OLIVEIRA, A de. **Estudo da morfodinâmica e degradação ambiental em encostas urbanas pela óptica da fisiologia da paisagem: o caso do jardim botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no bairro Santa Terezinha - Juiz de Fora, MG**. Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Geografia, no Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014, para obtenção do título de bacharel em Geografia. Orientador Prof. Sócrates Campos Bandeira.

OLIVEIRA, Paulino. **História de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Companhia Dias Cardoso S. A, 1953.

PONÇANO, W. L; CARNEIRO, C. D. R; BISTRICHI, C. A; ALMEIDA, F. F. M; PRANDINI, F. L. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. 1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981. 94p.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. **Código de Obras** (Decreto Lei n. 23 de 06 de setembro de 1938). Eng. José Márcio L. Guedes. Juiz de Fora: Editora Mineira S/A, 1938.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA (PJF). **JF Informação - Informativo gratuito da prefeitura de Juiz de Fora**. Juiz de Fora - PJF. Dez de 2013. nº 3.

_____. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Funalfa, 2004. 580p.

_____. **Plano Diretor Participativo**. Disponível em: http://www.pjf.mg.gov.br/planodiretor/plano_participativo.php. Acessado em: 2/1/2015.

_____. **Plano de Drenagem Urbana de Juiz de Fora, Parte 1, Zona Norte**. Juiz de Fora – PJF, 2011.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA (PJF), Subsecretaria de Defesa Civil. **Dados pluviométricos de Juiz de Fora, índices pluviométricos anuais / 1910-2010**. Disponível em: https://www.pjf.mg.gov.br/subsecretarias/defesa_civil/dados_pluviometricos.php. Acessado em 20 de jan. de 2016.

ROCHA, G. C. **Riscos Ambientais: análise e mapeamento em Minas Gerais - Juiz de Fora**. Ed. UFJF, 2005.126p.

ROCHA, G. C., LATUF. M. de O. e CARMO. L. F. Z. **Mapeamento de riscos ambientais a escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG**. *Revista de Geografia* - Volume 12 - Número 1 - Jan/Jun. 2003.

RODRIGUES, C; ADAMI, S. **Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas**. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos. P. 147 a 166. 2005.

Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p.351-388.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n.6, 1992.

Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

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

_____. Landforms and environmental planning: potentialities and fragilities. *Revista do Departamento de Geografia – USP*, Volume Especial 30 Anos (2012), p. 38-51.

_____. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 9. Ed. – São Paulo: Contexto, 2012. (Repensando a Geografia). 85p.

SAADI, A. A geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento em Minas Gerais. *Geonomos. Revista de Geociências*. Belo Horizonte, v.5, n.2, dez./1997, p. 1-4.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental conceitos e métodos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SANTOS, M. **Técnica Espaço Tempo**: globalização e meio técnico-científico informacional. 2º ed. São Paulo: Hucitec, 1994.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: UFV; [Rio de Janeiro]: Embrapa Solos: UFRJ, 2005.

SOS - MATA ATLÂNTICA. [S.l.] Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso: 19 de março de 2015.

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission. 2008. Disponível em: <<http://srtm.usgs.gov/data/obtainingdata.html>>. Acesso 22 de mar. de 2015.

STAICO, J. **A bacia do rio Paraibuna em Juiz de Fora – 1ª parte A natureza**. Juiz de Fora: UFJF, 1977.

STRAHLER A. N. Dinamic basis of geomorphology. **Geol. soc. America Bulletin.** 1952, 63p. 923-998.

TASCA, L. **As contradições e complementaridades nas leis urbanas de Juiz de Fora : dos planos aos projetos de intervenção** . Tese de doutorado. UFRJ, 2010.

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

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; UFL - Universidade Federal de Lavras. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais: legenda expandida**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p.

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata, de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v, 20, n.1, p. 3-82, jan-mar, 1958.

VALVERDE, O. **Estudos de Geografia agrária brasileira**. Petrópolis: Vozes, 1985. 266 p.

ZAIDAN, R. T. **Riscos de Escorregamentos numa Bacia de Drenagem Urbana no Município de Juiz de Fora – Minas Gerais**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2006.